

SKUMVÄTSKE/OLJEEMULSIONERS GIFTIGHET OCH SKUMVÄTSKORS INVERKAN PÅ OLJEAVSKILJARE

RAPPORT RÄDDNINGSTJÄNSTAVDELNINGEN R53-138/96



**RÄDDNINGSS
VERKET**

SKUMVÄTSKORS/OLJEEMULSIONERS GIFTIGHET OCH SKUMVÄTSKORS INVERKAN PÅ OLJEAVSKILJARE

Rapporten har utarbetats av
Gisela Holm, Jan-Erik Bjurhem och Peter Solyom, Institutet för Vatten- och
Luftvårdsforskning (IVL)

Författarna svarar för innehållet i rapporten

Räddningsverkets kontaktperson:
Sören Lundström, Enheten för metod och teknik, tfn dir 054-10 43 36, vx 054-10 40 00

1996 Statens räddningsverk, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen
ISBN 91-88890-23-6

Beställningsnummer R53-138/96
1996 års utgåva

Fire fighting foam/oil emulsions toxicity and the effects of fire fighting foam on oil traps

Abstract

In the present survey, oil and fire fighting foam emulsions (sampled after fire extinguishing) have been investigated in terms of (a) toxicity towards aquatic organisms and (b) effects on the function of oil traps. In some Swedish fire training centres, oil traps are used to separate petroleum products from the extinguish water to prevent oil discharge into the environment. The toxicity investigation (a) showed that the combination of oil and fire fighting foam was more toxic to aquatic organisms than the sum of the toxicity for the oil and the fire fighting foam, separately. The reason could be that the oil or the foam changed due to the fire, which might have increased the toxicity. Another possible explanation is that the surfactants in the foam emulsified the oil which increased the oil concentration in the water phase. This means that extinguish water is considerably more toxic than stated by toxicity values for organisms solely exposed to fire fighting foams. The purpose of study (b) was to find out if the oil trap function was influenced differently by basic protein foams and synthetic detergent foams, respectively. However, the study did not show that the two types of foams differed in terms of influence on the oil trap function.

Innehållsförteckning

Abstract	1
Sammanfattning	5
Bakgrund	6
Toxicitet av skumvätske/oljeemulsioner	6
Material och metoder	6
Försöksbränning och provtagning	6
Kemisk/biokemisk analys	7
Toxicitetstestning	7
Resultat och kommentarer	9
Kemisk/biokemisk analys	9
Sebrafisktest	9
Microtoxtest	10
Gröinalgstest	10
Kräftdjurstest	11
Diskussion	11
Skumvätskors inverkan på oljeavskiljare	12
Pilotförsök	12
Material och metoder	12
Resultat och kommentarer	13
Huvudförsök vid Räddningsskolan i Rosersberg	13
Material och metoder	14
Försök 1, proteinskumvätska	14
Försök 2, tensidbaserad skumvätska	14
Resultat och kommentarer	15
Diskussion	15
Slutsatser och rekommendationer	16
Förslag till fortsatta undersökningar	16
Referenser	16

Betydelsen av skumvätske/oljeemulsioner för toxicitet och oljeavskiljares funktion

Sammanfattning

I föreliggande studie har emulsioner av petroleumbränsle (i detta fall olja) och skumvätskor undersökts. I den första delstudien undersöktes skumvätske/oljeemulsioners toxiska egenskaper, d v s giftighetspåverkan på vattenlevande organismer. I den andra delstudien studerades emulsionernas inverkan på oljeavskiljare, vilka har till uppgift att avskilja petroleumprodukter från släckvattnet för att hindra att oljan sprids i miljön. Studien syftade till att se om protein- respektive tensidbaserade skumvätskor har olika inverkan på oljeavskiljares funktion.

Giftigheten av skumvätske/oljeemulsioner studerades genom ett praktiskt försök där tre järntunnor fylldes med vatten. Därefter sattes miljödiesel till den första och andra tunnan, varefter dieseln antändes och i tunna ett släcktes med skum medan elden i tunna två släcktes genom kvävning. Den tredje tunnan tillfördes endast skum (lika mycket som i tunna ett). De tre tunnorna benämndes, i tur och ordning, "diesel+skum", "diesel" och "skum". Prov på vattenfasen användes för att studera akut giftighet för sebrafisk, grönalga, Microtox (luminescerande bakterie) och ett litet kräftdjur. Resultaten visar att diesel+skumvattnet var giftigare än summan av diesel- respektive skumvattens giftighet. Anledningen till detta kan exempelvis vara att skumvätskan och/eller dieseln förändrades vid förbränning, vilket kan öka deras giftighet, eller att tensiderna i skumvätskan emulgerade dieseln och på så sätt ökade koncentrationen av diesel i vattenfasen. Slutsatsen av försöket är att spillvatten från petroleumbränder är betydligt giftigare än giftighetsvärden (t ex för fisk och kräftdjur) för skumvätskor anger.

Skumvätske/oljeemulsioners inverkan på oljeavskiljare studerades i ett pilotförsök där protein- respektive tensidbaserad skumvätska skakades med vatten och miljödiesel varefter vattenfasen analyserades på innehåll av mineralolja och totalolväten. Motsvarande försök, i full skala, utfördes vid Räddningsskolan i Rosersberg där ett kar fylldes med vatten och miljödiesel. Efter antändning släcktes branden med i det ena försöket proteinbaserad skumvätska och i det andra försöket tensidbaserad skumvätska. Efter kraftig omrörning tippades innehållet ut i en brunn som ledde till en oljeavskiljare. In- och utgående vatten analyserades på innehåll av totalolväten och mineralolja. Då resultaten inte gav entydiga svar, går det inte att påvisa att tensid- och protein-

Nyckelord: brand, skum, miljö, giftighet, oljeavskiljare

baserade skumvätskor har olika inverkan på oljeavskiljares funktion.

Bakgrund

I regel används vatten för brandsläckning. I de fall vattnet är tyngre än bränslet, t ex vid oljebränder, är det dock nödvändigt att åstadkomma skumbildning så att vattnet förmås att lägga sig över bränslet och därmed kan släcka branden. För detta ändamål används skumvätskor.

Ca 475 ton skumvätskor förbrukas årligen i Sverige (muntlig information från Stockholm Vattens arbetsgrupp för skumvätskor). Av denna mängd åtgår den absolut största delen vid brandövningar, medan endast ett fåtal procent förbrukas vid skarpa insatser.

Vid brandövning används petroleumprodukter som bränsle. Övningarna ger en anseelig mängd restprodukter som bör omhändertas innan de släpps ut i den omgivande miljön. På några övningsplatser finns i dag oljeavskiljare som har till uppgift att avskilja petroleumprodukter från släckvattnet, för att hindra att oljan sprids i miljön. Oljeavskiljare fungerar i regel utan störning så länge endast olja och vatten passerar genom dem. Vad som däremot kan skapa problem är emulsioner. Skumvätskor innehåller ytaktiva ämnen som emulgerar petroleumprodukter, vilket gör att det finns farhågor att oljeavskiljarnas funktion störs. Det har antagits att detta problem inte bör vara lika uttalat för proteinbaserade skumvätskor, eftersom de inte innehåller syntetiska tensider, men oss veterligt finns det inte några undersökningar som bekräftar detta.

En annan frågeställning är om emulgering av petroleumprodukt och skumvätska kan öka biotillgängligheten av petroleumprodukten. Detta skulle innebära att petroleumprodukten lättare tas upp av organismer och därmed kan orsaka större skada än den skulle gjort utan inblandning av skumvätskan.

Ovanstående frågeställningar har legat till grund för den utredning som IVL gjort där syftet varit att utreda om och hur emulsioner av olja och skumvätskor påverkar oljeavskiljare och toxicitet (giftighet) för vattenlevande organismer.

Toxicitet av skumvätske/oljeemulsioner

Material och metoder

Försöksbränning och provtagning

Tre 200 liters järntunnor (Ø 57 cm) placerades på högkant och försågs med tappkran på ca 1/4 avstånd från botten. Tunnorna fylldes med 155 liter vatten, varefter de behandlades enligt följande:

A) 20 liter miljödiesel (Scafi 101 = Agrol Super Light) tillsattes. Därefter tillsattes ca en liter bensin, dvs heptan, för att underlätta antändning av dieseln. Efter antändning pågick branden en minut för att sedan släckas med en tensidbaserad skumvätska (Svenska Deutz övningsskum). Släcktiden var fem sekunder, vilket motsvarar $5/60 \times 200 = 0,5$ liter oexpanderad skumvätska.

B) 20 liter miljödiesel tillsattes. Efter antändning enligt ovan släcktes branden efter en minut genom kvävning med ett lock.

C) Skumvätskan tillfördes som i tunna A), dvs under fem sekunder.

Provtagningen utfördes på samma sätt för vardera av de tre tunnorna. Innehållet i tunnorna omrördes kraftigt med paddel under 20 sekunder, varefter 20 liter fördes över till en glasflaska genom den därför avsedda kranen. Detta utfördes totalt tre gånger per tunna, vilket motsvarade ca 60 liter vätska som skulle användas för sebrafisktest, Microtox (luminiscerande bakterie) och kräftdjurstest. Efter fjärde omrörningen togs tre liter prov ut för mineraloljeanalys, biokemisk syreförbrukning under sju dygn (BOD_7), kemisk syreförbrukning (COD) och grönalgstest.

Efter den första provtagningen fick tunnorna stå i två timmar, varefter ytterligare prov togs ut på vattenfasen för analys av mineralolja, BOD/COD och Microtox.

Miljödieseln Scafi 101 är ett vegetabiliskt baserat dieselbränsle som till ca 40 % består av rapsmetylester (= rapsolja, metanol och kaliumhydroxid) och till ca 60 % av paraffin. Paraffiner är alkaner, dvs kolväten med raka eller grenade kolkedjor.

Kemisk/biokemisk analys

Det vatten som togs ut vid första provtagningen omskakades kraftigt så att oljefasen blandades med vattenfasen. Efter två minuters separering sögs vattenfasen ut och analyserades med avseende på BOD_7 enligt Svensk standard SS 028143-2 och COD enligt SS 028142. Även vattnen från den andra provtagningen (två timmars separering) analyserades avseende BOD_7 och COD. BOD_7 /COD ger ett grovt mått på nedbrytbarheten hos vattnen. Om kvoten är $>0,5$ så anses ett ämne vara lättnedbrytbart. Det är dock viktigt att komma ihåg att den kvoten är bestämd med utgångspunkt från ett ämne, medan det i de aktuella vattnen finns flera ämnen, vilket gör att gränsen för lättnedbrytbarhet inte är direkt överförbar.

Vidare analyserades vattnen med avseende på totalkolväten (totalhalt extraherbara alifatiska kolväten) och mineralolja (opolära alifatiska kolväten) enligt Svensk standard SS 028145.

Toxicitetstestning

Det vatten som togs ut vid första provtagningen omskakades kraftigt så att oljefasen blandades med vattenfasen. Efter två minuters separering sögs vattenfasen ut. Denna användes för att studera akut

toxicitet för sebrafisk, Microtox (bakterier), grönalgen *Selenastrum capricornutum* och kräftdjuret *Artemia franciscana*. Vattenfasen som togs ut efter två timmars separering undersöktes endast avseende effekter på Microtox.

Det vanligaste sättet att ange ett avloppsvattens toxicitet är att ange ett LC₅₀-värde, dvs den koncentration som dödar hälften (50 %) av testorganismerna under en definierad tid, vanligen 24, 48, 72 eller 96 timmar. Om man studerar en icke dödlig effekt, t ex hämning av tillväxt, så kallas värdet EC₅₀ (EC=effektkoncentration) i stället för LC₅₀ (LC=dödlig koncentration).

I föreliggande rapport anges resultaten från toxicitetsstudierna som toxiska enheter (TU). TU bygger på LC- respektive EC-värden och anger hur många gånger försöksvattnet späts där den aktuella dödligheten (eller effekten) inträffar. Det betyder att ju högre TU-värdet är, desto mer toxiskt är provet.

Sebrafisktestningen utfördes enligt Svensk standard SS 028162. Exponeringen av sebrafiskar, sju stycken per koncentration, utfördes i glasakvarier innehållande fem liters testlösning. Testlösningarna bereddes genom att tempererat prov blandades med det av standarden föreskrivna spädvattnet. Testlösningarna förnyades varje dag genom att alla levande fiskar överfördes till nyberedda lösningar. Försöken pågick under 96 timmar. Avläsning av döda fiskar och bedömning av andra effekter på fiskarna utfördes flera gånger per dygn under försöksperioden.

Vid Microtoxtestning studeras den ljusalstrande processen hos luminiscerande bakterier. Vissa toxiska ämnen stör denna process, vilket leder till att ljusintensiteten minskar. Genom att mäta ljusintensiteten hos Microtoxbakterier som utsätts för testvatten, får man ett mått på vattnets toxicitet. Bakterier exponerades för fyra olika koncentrationer av vardera av de tre testvattnen under 5 och 15 minuter. Resultaten från försöken användes sedan för att räkna ut de spädningsgrader som orsakade 50 (TU₅₀) respektive 20 % (TU₂₀) minskning av ljusintensiteten hos bakterierna. För mer information om Microtoxtestningen, se Svenson, 1993.

Vidare studerades provvattnens inverkan på tillväxten hos den encelliga grönalgen *Selenastrum capricornutum*. Provvattnen späddes till vardera sju koncentrationer, varefter alger tillsattes. Antalet alger registrerades sedan med hjälp av partikelräknare dagligen under 72 timmar. Erhållna tillväxtvärden användes för att bestämma TU₅₀ (spädningsgraden som orsakade 50 % tillväxthämning), TU₁₀ (10 % tillväxthämning), LOEC (den högsta spädningsgraden som ger effekt) och NOEC (den lägsta spädningsgraden som inte ger effekt). Mer information om algtestet kan inhämtas i ISO 8692 (1986).

Provvattnens giftighet studerades också för nykläckta nauplier (larver) av kräftdjuret *Artemia franciscana* (Vanhaeke, 1981). De

olika provvattnen späddes till vardera tre koncentrationer, varefter 20 nauplier sattes till 20 ml av varje testkoncentration. Kräftdjurstesten utfördes vid 35 ‰ salthalt. Efter 24 timmar avlästes antalet döda/levande nauplier, vilket sedan låg till grund för att beräkna TU₅₀-värden för de olika vattnen.

Resultat och kommentarer

Kemisk/biokemisk analys

Resultaten från nedbrytbarhetstesterna (BOD₇/COD) och kolväteanalyserna visas i tabell 1.

Tabell 1. Bionedbrytbarhet (BOD₇/COD x 100), totalkolväten och mineralolja i de tre olika försöksvattnen efter två minuters respektive två timmars separering av vätskefaserna.

Provtyp		BOD ₇ /COD (%)	Tot. kolväten (mg/l)	Mineralolja (mg/l)
Diesel	2 min.	>100*	1500	870
	2 tim.	83	20	13
Skum	2 min.	59	2,1	0,3
	2 tim.	64	1,4	<0,1
Diesel+skum	2 min.	>100*	1600	940
	2 tim.	83	140	69

*Inhomogent prov gav troligen ett för högt BOD₇-värde, vilket medför att bionedbrytbarheten är >100 %

Det kan konstateras att innehållet av totalkolväten och mineralolja i vattenfaserna av diesel- och diesel+skumvattnen minskade kraftigt mellan de båda provtagningarna. Detta är en naturlig följd av att olje- och vattenfaserna separerade mer och mer från varandra ju längre tiden gick. Minskningen mellan de båda provtagningarna var dock inte lika kraftig för de olika typerna av provvatten; koncentrationen totalkolväten minskade 75 gånger i dieselvattnet (D), medan motsvarande värde för diesel+skumvattnet (D+S) var 11 gånger. En jämförelse av mineraloljekoncentrationerna visar liknande tendenser, dvs minskningen mellan de båda provtagningarna var större i dieselvattnet (67 gånger) jämfört med i diesel+skumvattnet (14 gånger). Anledningen till de högre halterna av totalkolväten och mineralolja i D+S jämfört med i D är förmodligen att tensiderna i skumvätskan emulgerade kolvätena, vilket medförde att vattenfasen i D+S fick ett högre innehåll av kolväten.

Skumvattnet innehöll mycket låga koncentrationer av totalkolväten och mineralolja.

Sebrafisktest

Resultaten från fisktesterna framgår av tabell 2.

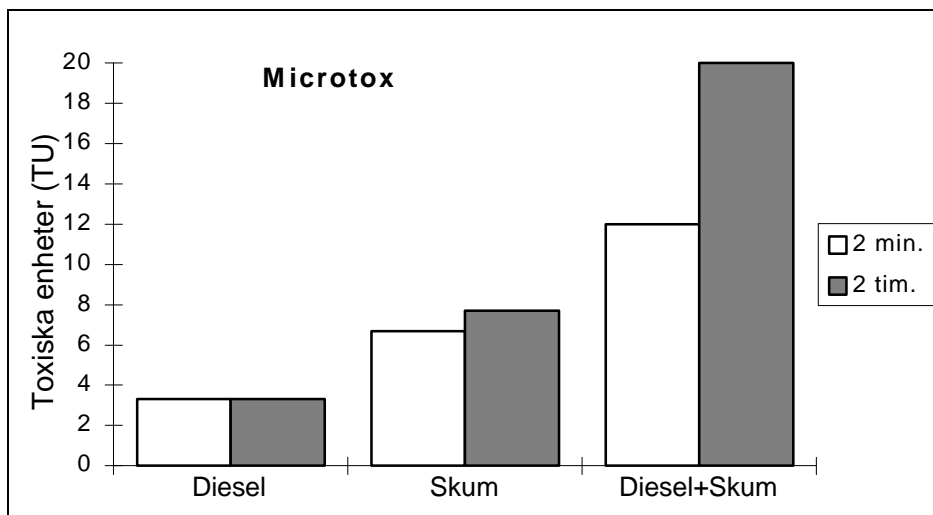
Tabell 2. Akut dödlighet (TU₅₀) hos sebrafisk exponerad 24, 48 respektive 96 timmar.

Provtyp	Exponeringstid		
	24 timmar	48 timmar	96 timmar
Diesel	<1	<1	<1
Skum	<1	<1	<1
Diesel+skum	<1	<1	<1

Inget av provvattnen uppvisade någon akut giftighet för sebrafisk.

Microtoxtest

I figur 1 visas resultaten av provvattnens giftighet för Microtox.

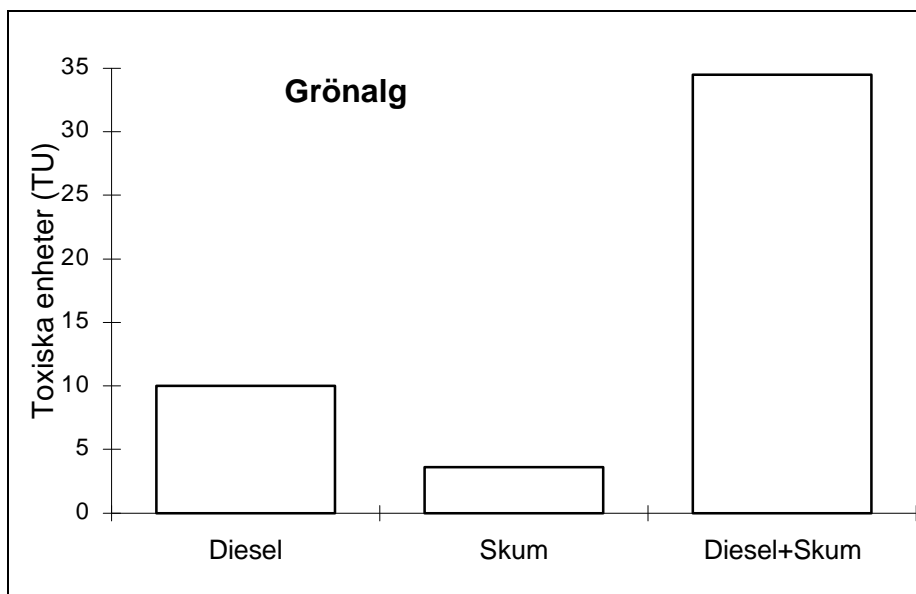


Figur 1. Provvattnens toxicitet (TU₅₀) för Microtox efter två minuters respektive två timmars separering av vätskefaserna.

Diesel+skumproven var mest toxiska, medan diesel- respektive skumproven var mindre toxiska. Av de två sistnämnda var skumproven de mest giftiga. Diesel- respektive skumproven var ungefär lika toxiska efter två minuters och två timmars separering av vätskefaserna. Däremot ökade toxiciteten med tiden i diesel+skumproven.

Gröinalgstest

Giftigheten av provvattnen, uttagna efter två minuter, för grönalgen framgår av figur 2. Diesel+skumvattnet var mest giftigt, medan dieselvattnet var något mindre giftigt och skumvattnet minst giftigt för grönalger.



Figur 2. Provvattens toxicitet (TU₅₀) för grönalg efter två minuters separering av vätskefaserna.

Kräftdjurstest

Resultaten från kräftdjurstesterna (Tab. 3) visar att provvattnen var tämligen otoxiska (TU₅₀-värden mellan 1 och 2) för kräftdjuren.

Tab. 3. Toxicitet (TU₅₀-värden) för kräftdjur exponerade för de olika provvattnen efter två minuters separering av vätskefaserna.

Provtyp	Toxicitet (TU ₅₀)
Diesel	2
Skum	1,1
Diesel+skum	2

Diskussion

Undersökningen av de olika provvattnen har tydligt visat att det är nödvändigt att använda olika försöksorganismer för att kunna göra en trovärdig giftighetsbedömning. Det visade sig att fiskens dödlighet inte alls påverkades av vattnen, medan däremot grönalgen och Microtox (bakterier) var mycket känsliga, framför allt mot diesel+skumvattnet. I detta sammanhang kan nämnas att om fiskarna i stället för miljödiesel exponerats för normal diesel eller bensin, så skulle de förmodligen påverkats negativt av vattnen. Anledningen till det är att normal diesel och bensin, i jämförelse med miljödiesel, innehåller flera toxiska ämnen, t ex aromatiska kolväten.

En sammanlagd bedömning av de tre olika vattnen visar att diesel+skumvattnet var giftigare än både skum- respektive dieselvattnen. Detta är inte så förvånande då det förstnämnda vattnet innehöll både skumvätska och diesel, medan de övriga vattnen endast innehöll

antingen skumvätska eller diesel. Vad som däremot är mer betydelsefullt är den utvärdering som gjordes för grönalgs- och Microtox-testerna (ej redovisad här), som visar att giftigheten hos diesel+skumvattnet inte enbart kan förklaras med de ursprungliga komponenternas (skumvätska och diesel) giftighet. Det betyder att någon annan faktor i vattnet också bidrar till giftigheten. Exempelvis kan skumvätskan och/eller dieseln förändras vid förbränningen, vilket kan öka deras giftighet. En annan möjlig förklaring är att tensiderna i skumvätskan genom sina ytaktiva egenskaper gör att dieseln till en viss del hamnar i vattenfasen och kan tas upp av och förorsaka skada i organismerna. Att dieseln i närvaro av skumvätska återfinns i vattenfasen i högre grad än utan närvaro av skumvätska understöds av mineraloljeanalyserna för de olika vattnen. Detta är inte så tydligt efter två minuter, men däremot efter två timmars separering av vätskefaserna då innehållet av mineralolja var fem gånger så högt i diesel+skumvattnet jämfört med i dieselvattnet.

För att klargöra om det är förbränningen som orsakar den ökade giftigheten, bör försöken med olika kombinationer av diesel, skumvätska och vatten upprepas; denna gång dock utan brand. En sådan studie är också intressant för att kunna bedöma miljöriskerna i samband med skumbeläggning av t ex ett bensinutsläpp, vilket görs för att förhindra antändning.

Slutsatserna från undersökningen är att spillvatten från petroleumbränder är betydligt giftigare än giftighetsvärden (t ex för fisk och kräftdjur) för skumvätskor anger. Anledningen är alltså att när skumvätskan kombineras med bränslet (diesel i det undersökta fallet) och förbränningsprocessen, så ökar giftigheten av släckvattnet mer än vad som kan förutses med hjälp av värden på de ingående komponenternas giftighet mot vattenlevande organismer. I detta sammanhang ska det påpekas att den använda skumvätskan, Svenska Deutz övningsskum, endast används vid brandövningar. De skumvätskor som används vid skarpa insatser innehåller i regel jämförelsevis större mängder potentiellt miljöstörande ämnen, vilket gör att de kan förväntas orsaka mer störningar på vattenlevande organismer. Det är också viktigt att påpeka att miljödiesel användes som bränsle. Denna produkt är, i jämförelse med vanlig diesel, skonsammare mot många organismer, t ex fisk. Sammantaget betyder detta att de undersökta vattnen förmodligen varit betydligt giftigare om skumvätska avsedd för skarpa insatser, i kombination med vanlig diesel använts i undersökningen.

Skumvätskors inverkan på oljeavskiljare

Pilotförsök

Material och metoder

Två enliters mätglas användes som försökskärl. Det ena mätglaset försågs med 884 ml vatten (+22 °C), 3 ml proteinbaserad skumvätska (Nicerol) och 113 ml miljödiesel (Scafi 101). Det andra mätglaset fylldes med 884 ml vatten (+22 °C), 3 ml tensidbaserad skumvätska (Svenska Deutz övningsskumvätska) och 113 ml miljödiesel.

Mätglasen skakades kraftigt under en minut, varefter de olika faserna fick separera under två timmar. Separationsgraden (oljefasen/totala vätskepelaren) avlästes efter 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90 och 120 minuter. Efter den sista avläsningen (120 minuter) överfördes vattenfasen från respektive mätglas till två enliters glasflaskor. Lika mycket vatten togs ut från respektive mätglas. Detta är viktigt att påpeka eftersom vattnet närmast oljefasen med största sannolikhet innehöll mer olja än vattnet längre ner i mätglaset. Vattenfaserna analyserades sedan avseende innehåll på totalkolväten och mineralolja.

Resultat och kommentarer

I tabell 4 redovisas resultaten från separeringsförsöket med de båda skumvätsketyperna.

Tabell 4. Separationstid för olje- och vattenfaserna hos den tensid- respektive proteinbaserade skumvätskan.

Separationstid (min)	Tensidskum (% oljefas)	Proteinskum (% oljefas)
5	otydlig fasgräns	14,2
10	14,7	13,3
15	13,5	12,7
30	12,4	12,4
45	12,1	12,4
60	12,1	12,1
90	11,8	12,1
120	11,8	12,1

Som framgår av tabellen är separationshastigheten för vatten- och oljefaserna ungefär lika för den tensidbaserade och den proteinbaserade skumvätskan.

Resultaten från kolväte- och mineraloljeanalyserna i pilotförsöket visas i tabell 5.

Tabell 5. Totalkolväten och mineralolja i vattenfas två timmar efter det att tensid- respektive proteinbaserad skumvätska skakats med vatten och miljödiesel.

Skumtyp	Tot. kolväten (mg/l)	Mineralolja (mg/l)
Tensid	250	180
Protein	440	340

Resultaten visar att innehållet av totalkolväten och mineralolja i vattenfaserna var något högre i försöket med den proteinbaserade skumvätskan jämfört med i försöket med den tensidbaserade skumvätskan.

Huvudförsök vid Räddningsskolan i Rosersberg

Huvudförsöken utfördes vid handbrandsläckarplattan och den tillhörande oljeavskiljaren vid Räddningsskolan i Rosersberg. Dagen innan försöken skulle utföras bortfördes, enligt uppgift, ca 11 m³ av oljeavskiljarens innehåll ut med hjälp av slamsugare. Strax innan försöksstart topsögs oljeavskiljaren ytterligare en gång då det visade sig att ytskiktet, trots slamsugningen dagen före, innehöll en stor andel olja. Oljeavskiljarens utloppssida rengjordes också vid samma tillfälle p g a förekomst av mindre oljeklumpar. Totalt bortfördes då ca 4 m³ av innehållet.

Material och metoder

Försök 1, proteinskumvätska

Delförsök 1) Ca 100 liter miljödiesel (Scafi 101) och 700 liter vatten blandades i ett rengjort kar. Några liter heptan påfördes för att underlätta antändningen. Efter antändningen fick dieseln brinna en minut, varefter släckinsatsen med proteinskumvätskan (Nicerol) (3 % inblandning) påbörjades. Släckningen pågick under 25 sekunder, vilket motsvarar ca 80 liter vatten och 2,5 liter oexpanderad skumvätska. När elden släckts rörde innehållet i karet om, varefter det tippades ut i avloppet som rinner vidare till oljeavskiljaren.

Delförsök 2) = delförsök 1). Det betyder att oljeavskiljaren totalt tillfördes ca 1,8 m³ vätska (2x(100+700+80)).

Någon minut efter varje delförsök togs fem 0,5 liters prover på det ingående vattnet i oljeavskiljaren under totalt tre minuter. Detta gör totalt 10 prover, vilka blandades ihop till 5 l samlingsprov.

Två timmar efter det att prov på det ingående vattnet togs ut tillfördes 2,8 m³ färskvatten under 40 minuter för att upprätthålla en högre hydraulisk belastning över oljeavskiljaren. Under den tidsperioden togs prover på utgående vatten var 4-5:e minut. Totalt insamlades 10 prover à 0,5 liter, vilka blandades ihop till ett 5 l samlingsprov.

När försök 1 var klart slamsögs oljeavskiljaren igen. Denna gång bortfördes 12 m³. Enligt uppgift är oljeavskiljarens volym ca 8 m³, vilket betyder att 4 m³ vatten användes vid rengöringen.

Försök 2, tensidbaserad skumvätska

Delförsök 1) Ca 100 liter miljödiesel (Scafi 101) och 700 liter vatten blandades i ett samma kar som i försök 1. Några liter heptan påfördes för att underlätta antändningen. Efter antändningen fick dieseln brinna en minut, varefter släckinsatsen med en tensidbaserad skumvätska (Svenska Deutz övningsskum) (3 % inblandning) påbörjades. Släckningen pågick under 25 sekunder, vilket motsvarar ca 80 liter vatten och 2,5 liter oexpanderad skumvätska. När elden släckts rördes innehållet i karet om, varefter det tippades ut i avloppet som rinner vidare till oljeavskiljaren.

Delförsök 2) = delförsök 1). Det betyder att oljeavskiljaren totalt tillfördes ca 1,8 m³ vätska (2x(100+700+80)).

Någon minut efter varje delförsök togs fem 0,5 liters prover på det ingående vattnet i oljeavskiljaren under totalt tre minuter. Detta gör totalt 10 prover, vilka blandades ihop till 5 l samlingsprov som senare analyserades på totalkolväten och mineralolja.

Två timmar efter det att prov på det ingående vattnet togs ut tillfördes 2,7 m³ färskvatten under 40 minuter för att upprätthålla en högre hydraulisk belastning över oljeavskiljaren. Under den tidsperioden togs prover på utgående vatten var 4-5:e minut. Totalt insamlades 10 prover à 0,5 liter, vilka blandades ihop till ett 5 l samlingsprov som senare analyserades på totalkolväten och mineralolja.

Resultat och kommentarer

Resultaten från kolväteanalyserna i oljeavskiljarens vattenfas (försök 1 och 2) redovisas i tabell 6.

Tabell 6. In- och utgående koncentrationer av totalkolväten och mineralolja i oljeavskiljarens vattenfas efter släckning med protein- respektive tensidbaserad skumvätska.

Skumtyp		Tot. kolväten (mg/l)	Mineralolja (mg/l)
Protein	In	17000 (25000)*	8700 (13000)*
	Ut	40	19
Tensid	In	52000 (80000)*	24000 (37000)*
	Ut	160	89

*Angivna halter inom parentes är halter före färskvattentillförseln.

Det kan konstateras att skillnaden i oljekoncentrationer i de ingående vattnen är anmärkningsvärt stor. Anledningen är förmodligen att olja

trots slamsugningen legat kvar i inkommande ledningssystem vid provtagningsförsöket med den tensidbaserade skumvätskan.

Färskvatten tillfördes systemet för att öka den hydrauliska belastningen över oljeavskiljaren. Angivna halter inom parentes är halter före denna färskvattentillförsel. Det betyder att de verkliga ingångshalterna erhålls genom att hänsyn tas till utspädningseffekten. För tensid- respektive proteinskumförsöket betyder det att ingångshalterna måste divideras med 1,55 respektive 1,5. Avskiljningen över oljeavskiljaren var hög, >99,5 % för totalkolväten och mineralolja för de bägge undersökta skumvätskorna. Resthalterna av olja var dock högre i utgående vatten vid tensidskumförsöket jämfört med utgående vatten vid proteinskumförsöket. Det kan dock vara en effekt av att ingångshalterna var ca tre gånger högre då den tensidbaserade skumvätskan användes jämfört med då proteinskumvätskan användes.

Diskussion

Det har från många håll hävdats att tensidbaserade, i jämförelse med proteinbaserade skumvätskor till en högre grad emulgerar petroleumbränslen och därför skulle kunna störa oljeavskiljares funktion. Detta skulle betyda att utgående vatten från oljeavskiljare vid brandövningsplats innehåller mer kolväten efter övning med tensidbaserad skumvätska jämfört med brandövning med proteinbaserad skumvätska. Föreliggande pilot- och huvudstudier har dock inte kunnat styrka den hypotesen, dvs vi har inte kunnat visa att de olika skumvätsketyperna har olika inverkan på en konventionell gravimetrisk oljeavskiljare. Då undersökningarna inte gav ett entydigt svar, är det önskvärt att fortsätta studierna inom området.

Slutsatser och rekommendationer

Diesel i kombination med skumvätska är mer giftigt för vattenlevande organismer jämfört med summan av giftigheten för diesel- respektive skumvätska. Det kan bero på att skumvätskan och/eller dieselns förändrades vid förbränning, vilket kan ha ökat deras giftighet, eller att tensiderna i skumvätskan emulgerade dieselns och på så sätt ökade koncentrationen av diesel i vattenfasen. Detta betyder att spillvatten från brandsläckning är betydligt giftigare än giftighetsvärden (t ex för fisk och kräftdjur) för skumvätskor (se Holm och Solyom, 1995) anger. Detta understryker vikten av att insamla och behandla spillvatten efter brandövning.

Oljeavskiljare används på vissa brandövningsplatser för att avskilja petroleumprodukter från släckvattnet så att de inte sprids i miljön. Vi har inte kunnat påvisa att tensid- och proteinbaserade skumvätskor har olika inverkan på oljeavskiljares funktion. Det behövs dock ytterligare undersökningar för att säkerställa dessa resultat. Ur miljösynpunkt är det

viktigt att i detta sammanhang inte enbart ta hänsyn till eventuella effekter på oljeavskiljarens funktion, utan också vilka ämnen skumvätskan innehåller och om de kan orsaka skada på organismer i miljön (Holm och Solyom, 1995).

Förslag till fortsatta undersökningar

- För att klargöra om det var förbränningen som orsakade den ökade giftigheten i diesel+skumvattnet, bör försöken med olika kombinationer av diesel, skumvätska och vatten upprepas; denna gång dock utan brand. En sådan studie är också intressant för att kunna bedöma konsekvenserna av skumbeläggning vid t ex ett bensinutsläpp, vilket görs för att förhindra antändning.
- Undersökningarna om tensid- respektive proteinbaserade skumvätskors inverkan på oljeavskiljare bör fortsätta för att fastslå emulsioners betydelse för deras funktion. Studierna utförs i en kontrollerad laboratoriemiljö med flera replikat för varje provserie, så att eventuella skillnader mellan skumvätskorna kan beläggas.
- En genomgång bör göras av de övningsplatser som har tillgång till oljeavskiljare. Detta görs för att undersöka om oljeavskiljarna fungerar som avsett. Om så inte är fallet ges förslag till förbättringar.
- En genomgång bör göras av samtliga övningsplatser i Sverige med avseende på hantering av spillvatten från skumsläckningsövningar. Undersökningen syftar till att minska utsläppen av miljöfrämmande ämnen till närliggande sjöar och vattendrag.

Referenser

Holm, G. och Solyom, P. 1995. Skumvätskors effekter på miljön. Räddningsverket, FoU rapport P21-101/95.

ISO 8692. 1986. Water quality - Fresh water algal growth inhibition test with *Selenastrum capricornutum* and *Scenedesmus subspicatus*.

Svensk standard SS 028162. 1981. Vattenundersökningar - Bestämning av kemiska produkters toxicitet för sötvattenfisk - semistatisk metod.

Svensk standard SS 028142-2. 1991. Vattenundersökningar - Bestämning av kemisk oxygenförbrukning hos vatten - COD_{Cr} oxidation med dikromat.

Svensk standard SS 028143-2. 1990. Vattenundersökningar - Bestämning av biokemisk oxygenförbrukning, BOD₇, hos avloppsvatten - utspädningsmetod.

Svensk standard SS 028145. 1991. Vattenundersökningar - Bestämning av olja i vatten - infrarödspektrofotometrisk metod.

Svenson, A. 1993. Microtox-test, en metodbeskrivning. IVL-publikation B 1100.

Vanhaeke, P., Persoone, G., Claus, C. and Sorgeloos, P. 1981. Proposal for a short-term toxicity test with *Artemia nauplii*. *Ecotox. Environ. Safe.* 5, 382-387.