

Annica Waleij

Dumpade C-stridsmedel i Skagerack och Östersjön

En uppdatering

Omslagsbild
Foto: Börje Börjesson

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI	Rapportnummer, ISRN FOI-R—0148--SE	Klassificering Underlagsrapport
	Forskningsområde 3. Massförstörelsevapen	
	Månad, år Augusti 2001	Projektnummer A408
	Verksamhetsgren 2. NBC-skyddsforskning	
	Delområde 39. Breda projekt Massförstörelsevapen	
Författare/redaktör Annica Waleij	Projektledare Åke Sellström	
	Godkänd av	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Dumpade C-stridsmedel i Skagerrak och Östersjön en uppdatering		
Sammanfattning (högst 200 ord) Efter andra världskriget utförde de allierade en omfattande havsdumpning av stora mängder kemisk ammunition (C-stridsmedel) som påträffats på tysk mark. I början på 1990-talet uppmärksammades frågan i svenska massmedier och Sjöfartsverket fick i uppdrag av regeringen att utreda frågan. Det konstaterades att det inom den svenska kontinentalsockeln utförts dumpning i två områden, ett område utanför fyren Måseskär i Skagerrak och i ett område sydost om Gotland i Östersjön. På svenskt initiativ tillsattes 1992 en ad hoc-arbetsgrupp inom HELCOM för att utreda dumpningen av kemiska stridsmedel som utförts i Östersjön. Slutsatsen var att de dumpade kemiska stridsmedlen inte utgör ett sådant allvarligt hot mot den marina miljön att några bärningar skulle vara motiverade. Man konstaterade dock att kunskaperna om bl.a. ammunitionens korrosionsstatus, svårnedbrytbara stridsmedels beteende i marin miljö samt eventuella biologiska effekter är ofullständiga. Fortsatta undersökningar rekommenderades. Internationellt samarbete uppmuntrades och Danmark utsågs därför till s.k. Lead Country, för att sammanställa de upptäckter och resultat som medlemsländerna kommer fram till och därefter delge de övriga länderna. Enligt danska Miljøstyrelsen har dock inga sådana uppgifter eller rapporter inkommit ännu. Ett antal internationella konferenser i ämnet har hållits sedan HELCOMs ad hoc-arbetsgrupp avslutade sitt arbete. De flesta, oavsett nationalitet, verkar vara rörande överens om att någon form av övervakning av aktuella dumpningsområden bör ske och att undersökningar om svårnedbrytbara stridsmedels öden i havsmiljön bör göras. Dock har inte särskilt mycket hänt i praktiken.		
Nyckelord Kemiska stridsmedel, C-stridsmedel, C-ammunition, dumpning, Skagerrack, Östersjön		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: s. 28	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista Sekretess	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency	Report number, ISRN FOI-R—0148--SE	Report type Base data report
	Research area code 3. Protection against Weapons of Mass Destruction	
	Month year August 2001	Project no. A408
	Customers code 2. NBC Defence research	
	Sub area code 39. Interdisciplinary Projects regarding Protection against Weapons of Mass Destruction	
Author/s (editor/s) Annica Waleij	Project manager Åke Sellström	
	Approved by	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Dumped chemical munition in Skagerrak and the Baltic Sea - an update		
Abstract (not more than 200 words) After the Second World War, large quantities of stockpiled German chemical weapons were dumped at sea by the allies. In the early nineties, public attention was drawn to the dumped chemical munition in the Swedish media. The Swedish National Maritime Administration was commissioned to investigate the alleged dumping. Their conclusion was that dumping had taken place in two areas on the Swedish continental shelf were, namely outside the Måseskär Lighthouse in the Skagerrak, and in an area southeast of Gotland in the Baltic Sea. In 1992 an ad hoc working group was established by the HELCOM to investigate the dumping in the Baltic Sea. In their final report, it was concluded that according current knowledge, the threat to the marine environment did not motivate any recovery operation of the chemical munitions owing to the risks associated with such recovery. However, current knowledge of the corrosion status of the munitions, the behavior of persistent warfare agents in marine environment, and the biological effects of such agents are incomplete. Further investigations were therefore recommended and international cooperation encouraged. Denmark was appointed Lead country to which all member countries were supposed to send their findings and reports. The Danish Environmental Protection Agency has however not yet received any such information. Several international conferences have been held since the HELCOM working group was disbanded. The consensus is that some kind of environmental monitoring of the dumpsites ought to take place and that research in the behavior of persistent chemical warfare agents in the marine environment must be carried out too. However little has been done in that line so far.		
Keywords Chemical weapons, chemical warfare agent, C munition, dumping, the Skagerrak, the Baltic Sea		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages p. 28	
	Price acc. to pricelist Security classification	

Förord

Med jämna mellanrum har frågan om de dumpade kemiska stridsmedlen inom den svenska ekonomiska zonen uppmärksammats i media. Så sent som i november 2000 gjorde västnytt en reportageserie om dumpningarna på västkusten som sändes av SVT Göteborg. Detta föranledde en riksdagsfråga till miljöministern om vilka åtgärder regeringen avser att vidta angående den svenska riskbedömningen av de dumpade C-stridsmedlen. Även i Norge har det på senare tid diskuterats om en förnyad riskbedömning av dumpningsställena borde utföras.

På förekommen anledning har det inom FOI-projektet Miljökonsekvensanalyser tagits initiativ till att uppdatera vad som gjorts i frågan sedan FOA tog fram ett faktahäfte om dumpad kemisk ammunition 1994. Resultatet är denna rapport.

Rapportens innehåll har granskats av medlemmar från projektet Miljökonsekvensanalys och BC-hotgruppen.

INNEHÅLL

1. BAKGRUND	6
2. SVENSKT AGERANDE	6
3. HELCOM.....	7
4. EFTER HELCOM	9
4.1 Internationella konferenser angående dumpade C-stridsmedel	9
4.2 Andra organisationer och intressenter.....	10
4.3 Ryska undersökningar.....	11
4.4 Övriga konferenser, rapporter odyl.....	12
5. RISKER FÖR FISKENÄRINGEN	13
6. KEMVAPENKONVENTIONEN- JURIDISKA ASPEKTER.....	14
7. NULÄGET OCH FRAMTIDA AKTIVITETER.....	15
8. REFERENSER.....	16
 BILAGA 1. Typer och mängder av dumpade C-stridsmedel	19
BILAGA 2. Dumpningsplatser	20
BILAGA 3. C-stridsmedels beteende i marin miljö	21
BILAGA 4. Effekter på den marina miljön.....	24
BILAGA 5. Erfarenheter från en incident med en upptrålad senapsgasbehållare på Blekingekusten, våren 2001	26

1. BAKGRUND

I samband med andra världskrigets slut påträffades stora lager med kemiska stridsmedel (C-stridsmedel) på tysk mark. I augusti 1945 signerade England, USA och Sovjet Potsdam-överenskommelsen, som innebar att Tyskland skulle nedrustas och allt krigsmateriel skulle avlägsnas eller förstöras. De allierade, som hade delat upp Tyskland i fyra ockupationszoner, fick ansvar för att ta hand om de kemiska stridsmedel som påträffats i respektive zon (*Fonnum, 1997*). Tillvägagångssätten var flera. I begränsad omfattning skedde nedgrävning och bränning i öppna gropar, men eftersom mängderna ammunition var så stora ansåg man sig tvungen att använda mera effektiva metoder. Ett lämpligt sätt att förstöra stora mängder C-ammunition ansågs på den tiden vara dumpning till havs. Olika förfaranden tillämpades vid dumpningsoperationerna. England och USA lät lasta C-ammunitionen på fartyg som bogserades ut till djupa områden i Skagerrak, där de sänktes. Sovjetunionen hade brist på tonnage och genomförde därför dumpningarna genom att i flera transporter föra ut C-ammunitionen till dumpningsområden i Östersjön där lasten vräktes överbord. Dumpning av föråldrad C-ammunition till havs praktiserades av flera länder fram till 1972 då detta förfarande förbjöds enligt Londonkonventionen (*Granbom 1994*).

2. SVENSKT AGERANDE

Trots att kunskapen om de dumpningar som skett hela tiden varit offentlig fick de inte mycket uppmärksamhet i Sverige före 1990. Då avslöjade Björn Åkerlund, som kartlägger vrak på svenskt vatten, och TT-journalisten Fredrik Laurin, att det efter andra världskrigets slut skett dumpning av kemiska stridsmedel i Skagerrak. Avslöjandet rönt stor uppmärksamhet i svenska media. I tidningsartiklar uttrycktes oro för att stora mängder kemiska stridsmedel skulle kunna frigöras under kort tid när ammunitionen rostat sönder. Omfattande skador på miljön befarades av sådana utsläpp (*Granbom 1994*).

I februari 1991 fick Sjöfartsverket, på grund av ovanstående, i uppdrag av regeringen att utreda den dumpning av C-stridsmedel som gjordes efter andra världskriget på den svenska kontinentalsockeln. Undersökningen vidtogs i samarbete med ett flertal andra myndigheter, däribland FOA. I uppdraget ingick även att analysera vilka kemiska och biologiska risker dessa stridsmedel utgör och mot bakgrund av detta avgöra om vidare åtgärder behövdes.

Sjöfartsverkets slutrapport utkom 1992. Man konstaterade att dumpning utförts i två områden inom den svenska kontinentalsockeln, nämligen i ett område utanför fyren Måseskär i Skagerrak och i ett område sydost Gotland. Vidare drogs slutsatsen att riskerna för skador på Östersjöns och Skagerraks marina miljö torde vara begränsade till dumpningarnas omedelbara närhet och att man därför borde låta C-stridsmedlen ligga kvar där de är. Bärgning skulle vara allt för riskfylld och kostsam. Då kunskapen om vad som dumpats och var det skett inte är fullständig så kan en bärgning heller aldrig bli fullständig. Man konstaterade även att kunskaperna om spridning i bottensedimenten samt eventuella biologiska effekter är ofullständiga. Kontinuerliga provtagningar borde därför göras för att kunna studera eventuella förändringar över tiden. Dessutom borde yrkesfiskarna ges bättre information, då

dessa är den kategori människor som löper störst risk att råka ut för incidenter med de dumpade stridsmedlen (*Sjöfartsverket 1992*).

3. HELCOM

Efter ett svenskt initiativ beslöt HELCOM (HELSINKI COMMISSION, Baltic Marine Environment Protection Commission) 1992 att tillsätta en *ad hoc* arbetsgrupp, HELCOM CHEMU, för att utreda dumpningen av kemiska stridsmedel i Östersjön (*HELCOM 1992*). Syftet med arbetsgruppen var att sammanställa all känd information om dumpningsställen, tidpunkter då dumpning skett, typer och kvantiteter som dumpats, och vilka dumpningstekniker som använts. Arbetsgruppens uppdrag innefattade även att göra en bedömning av vilka effekter på den marina miljön som kunde förväntas till följd av dumpningarna, vilken rörlighet dessa kunde förväntas ha samt vilka kunskapsluckor som återstod i ämnet.

Inför det 15:e HELCOM mötet 1994 hade arbetsgruppen tre sammankomster, där delegater från alla länder som anslutit sig till Helsingforskonventionen (Sverige, Danmark, Finland, Estland, Tyskland, Litauen, Polen och Ryssland) deltog. Observatörer från Lettland, Norge, England och USA, Greenpeace och Coalition Clean Baltic var också närvarande. De deltagande länderna uppmanades att lämna in nationella rapporter till arbetsgruppen för att underlätta dess arbete.

Baserat på den information som inkom från de deltagande länderna sammanställdes en rapport (*HELCOM 1994*) som behandlar dumpning t o m 1947. Förutom Sverige bidrog följande länder med information till rapporten: Danmark, Tyskland, Litauen, Polen, England, USA och Ryssland. De resultat man kom fram till var i korthet:

- Identifiering av typer och mängder dumpat C-stridsmedel gjordes (se bilaga 1).
- Identifiering av dumpningsställen inom konventionens område gjordes: sydost om Gotland, öster om Bornholm, söder om lilla Bält samt farvattnen mellan Bornholm och Gotland. Dumpning gjordes även vid Måseskär på västkusten och utanför norska Arendal i Skagerrak som är utanför konventionens område (se bilaga 2).
- Förflyttningar av det dumpade materialet kan teoretiskt ske genom hydrografiska skeenden samt via fiskeaktiviteter. Det förstnämnda ansågs inte vara sannolikt, medan fiskenäringen kan påverkas.
- Någon risk för skada på kustområdena från ilandflutna stridsmedel ansågs inte föreligga.
- Risken för konsumenter av att förtära fisk från området ansågs vara mycket liten då inga rester av stridsmedel hittills kunnat konstateras i fisk.
- Korrosion har påverkat och kommer att påverka ammunitionen men man kan f.n. inte säkert bedöma aktuell status.

Man rekommenderade även att:

- Fiskenäringen måste upplysas om de risker som de dumpade C-stridsmedlen kan medföra samt vilka åtgärder som bör vidtas om de påträffas till havs. Undersökningar gällande svårslösliga och svårnedbrytbara stridsmedels (t ex senapsgas och arsenikföreningar) beteende på havsbotten krävs, då endast

sådana stridsmedel ansågs kunna finnas kvar i sediment i någon högre koncentration över en längre tid.

- Mer undersökningar behövs med avseende på korrosionens omfattning.
- Ekotoxikologiska data är bristfälliga och flera undersökningar behövs.
- Omfattande undersökningar av bl a vatten, sediment och biota borde göras vid några utvalda dumpningsställen.

Sammantaget ansågs de dumpade kemiska stridsmedlen inte utgöra ett så allvarligt hot mot den marina miljön att några bärgningar skulle vara motiverade. Riskerna och kostnaderna ansågs alldeles för stora.

Vid HELCOMs 15:e möte förlängdes arbetsgruppens mandat ytterligare ett år för att implementera de rekommendationer som framförts i rapporten samt uppmana alla inblandade parter att inkomma med information om förekommande dumpningar efter 1947. Gruppen hade ytterligare två möten under 1994, och en slutlig rapport sammanställdes (*HELCOM 1995*).

Trots misstankar om att dumpningar utförts efter 1947 inkom inga nya uppgifter till arbetsgruppen. Slutsatsen från den första rapporten kvarstod, d.v.s. att enligt känd kunskap så föreligger ingen omfattande risk för den marina miljön till följd av C-stridsmedelsdumpningarna. Gruppen konstaterade att vissa undersökningar redan påbörjats i några av konventionens medlemsländer och rekommenderade följande:

1. Något behov för ytterligare HELCOM-program behövs inte, men;
2. Fortsatta undersökningar om ytterligare dumpningsställen kan behövas.
3. Undersökningar om svårnedbrytbara stridsmedels öden i havsmiljön bör göras.
4. Nationella riktlinjer för fiskenäringen bör finnas i alla berörda länder.
5. Myndigheterna i dessa länder bör ha god beredskap för att hantera eventuella fiskeincidenter.
6. Undersökningar av korrosionsstatus bör göras på ammunition som påträffas men i övrigt ha en lägre prioritet.

Man bestämde att eventuella nya upptäckter som medlemsländerna gör bör rapporteras till Danmark, som utsågs till s.k. Lead Country, med uppgift att sammanställa den nya informationen och delge de övriga länderna densamma. För Sveriges del utsågs Naturvårdsverket och Kustbevakningen att ha det övergripande ansvaret för att sköta rapporteringen och följa upp och koordinera framtida svenska insatser (*Miljö- och naturresursdepartementet, 1995*).

Enligt danska Miljøstyrelsen har dock inga uppgifter eller rapporter inkommit ännu och inga danska undersökningar har utförts (*Muntlig uppgift, Jakobsen, Miljøstyrelsen 2001*).

1994 skrev FOA ett faktahäfte om dumpningarna i Östersjön och Skagerrak (*Granbom 1994*). Under 1995 publicerade även Naturvårdsverket en faktskrift (*Naturvårdsverket 1995*). Ett par toxikologiska undersökningar har också utförts i svensk regi, men i övrigt har inga särskilda åtgärder vidtagits.

4. EFTER HELCOM

4.1 Internationella konferenser angående dumpade C-stridsmedel

Under våren 1995 hölls en internationell konferens: Sea-Dumped Chemical Munitions: Aspects, Problems and Solutions, NATO Advanced Research Workshop, i Kaliningrad med deltagare från bl a Sverige, Ryssland, USA, England, Tyskland och Polen. Konferensen anordnades av CFE (Conversion for the Environment Foundation, se <http://cfe.iip.net/>) och finansierades av NATOs Scientific and Environmental Affairs Division (*Kaffka (ed) 1996*). Under konferensen behandlades generella, tekniska och kemiska aspekter på dumpningen av kemiska stridsmedel.

Konferensen enades om följande:

De dumpade kemiska stridsmedlen utgör ett potentiellt miljöhot. Denna fara är för närvarande inte möjlig att bedöma. Ytterligare åtgärder måste vidtas, bland annat inkluderande:

- Att med de tekniska hjälpmedel som finns tillgängliga idag identifiera samtliga dumpningsområdena så exakt som möjligt.
- Leta igenom historiska arkiv.
- Utföra upprepade on-site undersökningar av enskilda dumpningsområden för att klargöra dynamiska förändringar för olika parametrar.
- Riskutvärdering, inklusive risker för bioackumulering av kemiska stridsmedel i biota och eventuella genetiska förändringar.

Åtgärder bör göras för att ena alla inblandade parter i att försöka lösa problemet på bästa sätt, t.ex. genom att:

- Ta fram lämpliga övervakningsstrategier.
- Göra en riskvärdering och prioritera dumpningsplatserna utifrån den information som framkommer.
- Utbilda fiskare i lämpligt agerande om fynd av stridsmedel skulle ske.
- Utforma och utvärdera möjliga åtgärds- och/eller saneringsstrategier.

En arbetsgrupp för genomförandet av det ovanstående bör upprättas för att koordinera forskning och praktiska åtgärder tills det att en internationell funktion för detta upprättats.

Annat som togs upp under konferensen:

Påståendet om att dumpning av f.d. sovjetiska C-stridsmedel har förekommit i Östersjön efter 1947. Skepp ska ha utgått från hamnarna i Paldiski och Tallinn för dumpning av ryska C-vapen i Östersjön (*Fedorov 1996*). Det bör tilläggas att någon officiell bekräftelse från rysk sida inte har lämnats.

Diverse förslag på kemiska och tekniska lösningar behandlades för att påskynda hydrolys av C-stridsmedlen. Exempelvis presenterades förslag på att täcka över ammunitionen med en sorbent, (*Surinov 1996*) eller ett alkaliskt medium för att uppnå hydrolytisk detoxifiering. (*Lisichkin 1996*).

Svenskar som medverkade på konferensen:
Per-Olov Granbom, FOA
Thomas Stock, SIPRI

Under 1996 anordnade CFE ytterligare en konferens med samma tema, denna gång i Bellagio Italien (<http://cfe.iip.net/conferences.html>). Konferensen finansierades av Rockefeller Foundation.

Ett slutdokument antogs även på denna konferens där man enades om följande:

- En internationell arbetsgrupp bör bildas för att arbeta med problematiken kring de dumpade kemiska stridsmedlen.
- Allmänheten bör upplysas om de verifierade och misstänkta dumpningsplatsernas lägen och status.
- Ett omfattande riskbedömningsprogram bör upprättas i samarbete med berörda (internationella) institutioner. I samband med detta krävs insamling av nya data, rörande exempelvis ämnenas transportvägar i havet och tänkbara hälsoeffekter och att dessa sammanförs med redan kända fakta.
- Beroende på riskbedömningens resultat bör åtgärder vidtas för att kontrollera problemet. Kontinuerlig övervakning av de "värsta" dumpningsställena bör göras och skadliga substanser neutraliseras med hjälp av säkra och effektiva metoder, civila och/eller militära.
- Finansiering av dessa åtgärder bör ske av berörda regeringar, internationella organisationer och privata donatorer.

4.2 Andra organisationer och intressenter

Ett antal andra organisationer s.k. NGO's (Non Governmental Organisations) och intressenter har också uppmärksammat frågan med de dumpade C-stridsmedlen. Ett exempel är SIPRI, Stockholm International Peace Research Institute. I flera publikationer har problematiken med de dumpade C-stridsmedlen belysts. Ett annat exempel är en kritisk artikel från 1997 av TT-journalisten Fredrik Laurin. Där konstateras det att berörda regeringar och myndigheter inte har utfört någon omfattande studie över eventuella effekter av de dumpade C-stridsmedlen i den marina miljön trots att det konstaterats att flera undersökningar behövs. Författaren menar att kunskaperna om vilka områden som är påverkade och vilka effekter som kan uppstå är otillräckliga. Vidare sägs att bärgningsoperationer skulle vara förknippade med stora kostnader, risker och tekniska svårigheter. Bättre vore att avsätta pengar för att:

- Forska kring effekterna av aktuella C-agens och nedbrytningsprodukter i den marina miljön,
- Bättre kartlägga de exakta lägena för dumpning samt,
- Skapa ett program för utbildning av berörda (fiskare) avseende riskerna förknippade med dumpade C-stridsmedel samt kompensation vid eventuella skador orsakade av dessa.

(Laurin, 1997)

4.3 Ryska undersökningar

Vid åtminstone sex tillfälle, 1994, 1997 1998, 1999, 2000 och 2001, har ryska undersökningar av de dumpade områdena gjorts. Marine Ecological Patrol (MEP 94) undersökte regionerna runt Gotland och Bornholm. Man kunde konstatera att koordinaterna för utförda dumpningar stämde med vad som konstaterats i HELCOM-utredningarna. Områdena där dumpning utförts är dock mycket större (10-15 ggr) än vad som befarats och angivits på marina kartor (*Russian Federation, Ministry of Protection of the Environment and Natural Resources, 1995*).

Medelfördelningen av dumpad C-ammunition befanns vara 1-2 objekt per 1-3 km². Man konstaterade att den dumpade ammunitionen till stor del sjunkit ner i leran och täckts av sedimenterat material. De C-stridsmedel som läcker ut befarades påverka biota i områdena då massdöd av musslor konstaterades. Sammanfattningsvis ansågs situationen vara så pass oroande att ekologisk övervakning av områdena bör utföras.

Under 1998 genomfördes en expedition för att undersöka dumpningsställena i den södra delen av Skagerrak av forskare vid den Ryska Vetenskapsakademien. Resultaten presenterades i en nedkortad engelskspråkig rapport som nyligen uppmärksammats bl.a. i Dagens Nyheter och norska Aftenposten (*Spiridonov, Zhmoida, 1999*).

De huvudsakliga syftena med expeditionen var att:

- Utvärdera miljön i området för dumpning av de tyska stridsmedlen.
- Fastställa ekologiska kontrollparametrar.
- Göra en prognos för miljöns utveckling i området.
- Ta fram rekommendationer för övervakningssystem avseende ekologiska system i området.

Under expeditionen lokaliserades tio större objekt (vrak eller del av vrak) på mellan 180-260 meters djup, med hjälp av side scan sonar. Objekten är spridda på en relativt liten yta med ca 100 meters mellanrum. Mätningar av strömriktningar visade att de dominerade strömmarna går i nord-östlig riktning från vraken, d.v.s. snett in mot kusten. Sedimentprover och vattenprover togs för vidare geoekologiska och hydrologiska undersökningar.

Några av de resultat som framkom var kraftigt förhöjda halter av arsenik (upp till 200 ppm) på vissa punkter i sediment och porvatten. Det ansågs troligt att detta berodde på läckage av arsenikinnehållande C-stridsmedel. Förhöjda halter av bly (upp till 70 ppm) i sediment och förhöjda halter zink, kadmium och bly i botten- och porvatten upptäcktes vid några punkter. Ursprunget ansågs inte vara lika väl säkerställt, men halterna var högst i närheten av de lokaliserade vraken.

Låga pH-värden, mellan 6,3-6,6 i bottenvattnet, uppmättes på några platser. Detta kan jämföras med de normalt förekommande pH-värdena i dessa områden på 7,2-8,6. På några ställen konstaterades även höga koncentrationer av suspenderat fosfor (ortofosfat). Detta skulle tyda på att hydrolys av kemiska stridsmedel äger rum och att hydrolysisprodukter därmed bildas. På två ställen konstaterades signifikanta

koncentrationer av senapsgastoleranta mikroorganismer, som påstods vara högre än vad som är normalt i Östersjön. På de ställen där arsenikhalterna var som högst konstaterades negativ inverkan på biota genom att förekomsten av mikroorganismer och plankton minskat. Exempelvis kunde ingen förekomst av mesoplankton konstateras.

I rapporten hänvisas även till den tidigare expedition som gjordes 1994, MEP-94. Slutsatserna var att då den dumpade ammunitionen till stor del sjunkit ner i leran och täckts av sedimenterat material skulle denna dumpningsmetod (den egna) varit mer lyckosam än den på västkusten (utförd av England och USA). Vid en uppföljning till MEP-94, MEP-97, kunde dock klumpar av senapsgas påträffas på havsbotten. Detta skulle bero på att fiskebåtar trålat upp ammunition som därmed förstörts och senapsgasen frigjorts. I diskussionen görs även en jämförelse med dumpningen i Östersjön och det konstateras att metoden för dumpningen på Västkusten varit sämre ur miljöhänsyn, då C-stridsmedlen skulle vara mera lättåtkomliga för t ex fisketrålar eller terrorister. Detta påstående kan verka motsägelsefullt, då inga incidenter inträffat på västkusten men däremot flera i Östersjön. Sammanfattningsvis ansåg man att de dumpade C-stridsmedlen utgör en allvarlig miljörisk, då det sannolikt förekommer att stora mängder C-agens frigörs.

Några kommentarer till rapporten:

Norge: SFT, Statens Forurensningstilsyn, har tillsyn över de vrak som ligger på Norskt vatten (Arendalrännan). De instämmer inte med slutsatserna i den ryska rapporten att de dumpade C-stridsmedlen skulle utgöra någon tickande miljöbomb. STF menar att det utifrån den kunskap som finns är bäst att låta C-stridsmedlen ligga där de är. Dock bör övervakning ske (*Aftenposten 010224, DN 010225*).

Åke Granmo, Kristinebergs Marinbiologiska Forskningsstation
Granmo tycker att rapporten är intressant men drar ej lika långtgående slutsatser. Dock menar han att man bör övervaka dumpningsplatserna, kontinuerligt informera yrkesfiskarna samt i övrigt låta allt ligga där det ligger (*DN 010225, samt muntlig kontakt 2001-02-26*).

Prof. Tengiz Borisov, Ryska Vetenskapsakademin, citerad i DN-artikel från 25/2, samt i Russia Weekly 3/9 1999 anser att ett större läckage av C-agens kan inträffa mellan 2002 och 2005 på grund av den långt gångna korrosionen, men att väst negligerar problemet för att inte skapa onödig oro bland allmänheten.

4.4 Övriga konferenser, rapporter odyt

Under 1997 anordnades på ryskt initiativ ett möte i Oslo i regi av NATO/CCMS (The Committee on the Challenge of Modern Society). Syftet var att på nytt utvärdera de risker som den dumpade kemiska ammunitionen utgör och uppmåna till internationellt samarbete. En rapport (hemlig) presenterades och diskuterades med de inbjudna delegaterna. De övriga ländernas delegater delade inte de ryska slutsatserna som man tyckte var delvis ogrundade, utan man intog en försiktigare hållning.

Från FOA närvarade Gustav Andersson. Dennes slutsats var att ett internationellt samarbete i första hand borde koncentrera sig på forskning kring senapsgasens beteende i marin miljö. Exempelvis kunde biologisk övervakning i närheten av dumpningsställena ske, samt undersökningar utföras av toxicitet, spridning och stabilitet av senapsgas adsorberad till sediment. Denna forskning skulle sedan ligga till grund för vidare agerande (*Andersson 1997*).

Under 1999 skrevs ytterligare en rysk rapport i samarbete med holländska forskare (*Surikov, de Vries 1999*). Rapporten finansierades av Dr A. H. Heiniken Foundation for the Environment. I rapporten framförs åsikten att de berörda staterna, d.v.s. HELCOM-länderna, gör för lite för att bevaka det hot som de dumpade stridsmedlen utgör. Krav på bättre beredskap för "katastrofsituationer" behövs. Flera förslag på tekniska lösningar presenterades, exempelvis gällande övertäckning av vrak och ammunition.

I HELCOMs rapport över verksamheten för 1999 konstaterades att det skapats en ny debatt i vissa länder angående de slutsatser som fördes fram i rapporten. Kommissionens uppfattning var dock att ingen ny information framkommit i rapporten och att man kvarhåller de tidigare ståndpunkterna som HELCOM CHEMU framförde i sin slutrapport (*Helsinki Commission 1999*).

I oktober 2000 anordnade NATO ett seminarium i Riga "Coastal Maritime Operations Seminar, Riga oktober 2000" Seminariet behandlade Miljö- och säkerhetsaspekter avseende dumpad ammunition i kustnära vatten. Samtliga NATO- och PfP medlemmar var inbjudna. Sverige representerades av Johan Westman, Örlogskapten, Marintaktiska kommandot (MTK), Hårsfjärden. Syftet med seminariet var att undersöka behovet av att NATO/ PfP-medlemmar vidtar samordnade åtgärder när det gäller dumpad ammunition samt formulera grundläggande strukturer för ett sådant samarbete. Slutsatserna som drogs var att fortsatta studier och forskning behövs och att NATO bör koordinera sådana fortsatta militära och civila aktiviteter (*Reynolds 2001*).

5. RISKER FÖR FISKENÄRINGEN

Incidenter där C-stridsmedel påträffas till havs inom svenskt territorialvatten ska rapporteras till kustbevakningen. Mellan 1980 och 1992 har åtta sådana incidenter inrapporterats, se tabell 1. Under 1984 gav Naturvårdsverket i samarbete med Kustbevakningen ut en informationsskrift som syftade till att upplysa fiskerinäringen och andra berörda om de risker som de dumpade C-stridsmedlen kan medföra samt vilka åtgärder som bör vidtas om de påträffas till havs. Informationen gavs även ut i nytryck 1994. Det är tillåtet att fiska i dumpningsområdena även om det inte rekommenderas. För att undvika problem är riskområdena markerade på sjökortet (*Kustbevakningen och Naturvårdsverket 1994*).

Mellan 1992 och 2000 har inga svenska inrapporteringar skett (*Muntlig uppgift Looström., Kustbevakningen, 2001*). Hur stort mörkertal som finns är svårt att säga. Som en jämförelse har Danmark uppgett totalt 342 "fångster" av kemisk ammunition under tiden 1985-92. Danmark är det enda land som ger ekonomisk kompensation för sina fiskare när det finns risk att kemiska stridsmedel har kontaminerat fångsten så att den

måste kasseras. Övriga länder runt Östersjön är endast skyldiga att rapportera om direkta skador skett i samband med fynd av C-ammunition. Tyskland har t.ex. rapporterat 13 fall, samtliga i Bornholmområdet (*HELCOM 1994*).

Tabell 1. Fiskebåtsincidenter med dumpat C-stridsmedel rapporterade till den svenska Kustbevakningen sedan 1980 (*Kustbevakningen 2001*).

Datum	Fartyg	Position	Ämne
840322	Färöisk trålare, Hildarstindür	Sydost Gotland	Senapsgas
870422	Svensk trålare, Katja	Sydost Gotland	Senapsgas
881126	Svensk trålare, Ingrid	Ost Gotland	Kloracetofenon
890930	Svensk trålare, Torland	Sydost Gotland	Difenylklorarsin (Clark 1)
910530	Svensk trålare, Themis	Syd Karlskrona	Senapsgas
910626	Svensk trålare, Bristol	Nordost Bornholm	Senapsgas
910816	Svensk trålare, Tanja	Syd Karlskrona	Senapsgas
920527	Estnisk trålare, Illuste	Sydost Karlskrona	Senapsgas
010406	Svensk trålare, SG Delfin	Nogersund, Blekinge	Senapsgas

I början av april 2001 inträffade en incident vid kusten utanför Blekinge, där en fiskebåt trålade upp en behållare med vad som visade sig vara senapsgas. Behållaren fraktades in till hamnen i Nogersund, där sanering av fiskare, båt och oskadliggörande av behållarens innehåll vidtogs, se bilaga 5 (*Dagens Nyheter, Expressen och Räddningstjänsten Västra Blekinge 2001*). Enligt Kustbevakningen är händelser liknande denna relativt vanliga, trots att det inte syns i statistiken. Den enskilde fiskaren som drabbas kan lida stora ekonomiska förluster då ingen ersättning utgår och det heller inte går att försäkra sig mot incidenter av den här typen. Fångsten från SG Delfin var exempelvis värderad till 25.000 kr. Den kostnaden hade fiskaren själv fått stå för om fångsten hade behövt kasseras (*Muntlig uppgift Johansson, Kustbevakningen, 2001*).

Några fynd av C-stridsmedel vid fiske i Skagerrak har aldrig rapporterats. Däremot har incidenter med andra kemikalier som krävt sanering av fartyg eller andra omfattande skyddsinsatser skett. Vid fem tillfällen under mitten av 1990-talet råkade fiskebåtar ut för fynd av vad man först trodde var senapsgas, men som sedan visade sig vara nitrotoluener från industridumpningar utförda på 1950-talet (*Kustbevakningen 2001*).

6. KEMVAPENKONVENTIONEN- JURIDISKA ASPEKTER

Enligt kemvapenkonventionen (CWC, Convention on the Prohibition of the Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction), finns det ingen skyldighet att bärga och förstöra den ammunition som dumpades i havet vid andra världskrigets slut. I de fall då dumpningarna skedde före 1985 omfattas de inte av konventionens krav (*Heintze, 1997*). Om en bärgning däremot skulle äga rum skulle, enligt konventionens definition, C-stridsmedlen höra till kategorin "old chemical weapons", eftersom de producerades före 1946. En fullständig deklaration till OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons) och destruktion av samtligt material skulle då krävas (<http://www.opcw.org>).

7. NULÄGET OCH FRAMTIDA AKTIVITETER

De flesta, oavsett nationalitet, verkar vara rörande överens om att någon form av övervakning av aktuella dumpningsområden bör ske och att undersökningar om svårnedbrytbara stridsmedels öden i havsmiljön bör göras. Dock har inte särskilt mycket hänt i praktiken sedan HELCOM CHEMU avslutade sitt arbete 1995.

Från svenska statens sida har inga ytterligare expeditioner eller undersökningar gjorts sedan Sjöfartverkets rapport kom 1992. Frågan har emellertid nyligen uppmärksamats bl.a. i TV, i en reportageserie i tre delar som sändes i Västnytt under hösten 2000 samt i en artikel i Dagens Nyheter februari 2001. Med anledning av detta ställdes en riksdagsfråga till miljöministern, om vilka åtgärder regeringen avser att vidta angående den svenska riskbedömningen av de dumpade C-stridsmedlen. Svaret blev att Totalförsvarets Forskningsinstitut skulle få i uppdrag att göra en granskning av ämnet (*Miljödepartementet, 010307*).

Även i andra länder har ämnet fått förnyad aktualitet. I Norge har t.ex. Statens Forurensningstilsyn, STF, som ansvarar för tillsynen av de norska dumpningsområdena, efter press i media (TV2 Norge, juni 2001) uttryckt att det kan finnas anledning att på nytt ta upp frågan för utredning. Dock vill man inget göra förrän arbetsgruppen angående dumpning (DUMP) inom OSPAR, (OSPAR, Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic), kommit med sitt utlåtande 2002 (*Paetzel 2001*).

I juli 2001 anordnade University of Gent, Renard Centre of Marine Geology, med finansiellt stöd av det Belgiska miljödepartementet en internationell Workshop om dumpade kemiska stridsmedel i kustnära miljöer. Forskare och andra intressenter från Belgien, Sverige, Tyskland, Ryssland, England, Norge, USA och Nederländerna var inbjudna. Sverige representerades av Mats Ahlberg och Annica Waleij, FOI. Syftet med Workshopen var att utbyta information och erfarenheter rörande problematiken med dumpade kemiska stridsmedel. Utanför Belgiens kust, vid Zeebrygge, har det uppdagats att det inom ett 3 km² stort område dumpats ansevärd mängden kemiska stridsmedel med ursprung från första världskriget. Området, "the Paardenmarkt" ligger nära en strandremsa som är mycket populär hos turister och badgäster (*Missiaen 2001*). Under workshopen kunde det tydligt konstateras att det finns många frågor kvar att besvara.

8. REFERENSER

Aftenposten, (010224)

Andersson G., FOA 97-H798 (1997) "*Rapport från NATO/CCMS meeting on chemical weapons dumped in the Baltic Sea and Skagerrakk, 15 oktober 1997, Oslo, Norway*"

Borisov T., (1999) "*Russia Weekly*" (990903)

Conversion for the Environment Foundation (CFE) <http://cfe.iip.net/>
<http://cfe.iip.net/conferences.html>

Dagens Nyheter, (010225, 010405)

Expressen, (010405, 010406)

Federal Maritime and Hydrographic Agency (1993) "*Chemical munitions in the southern and western Baltic Sea, Compilation, Assessment and Recommendations*" Report by a Federal/ Länder Government Working Group.

Fedorov L. A., (1996) "*Pre-Convention Liquidation of Soviet Chemical Weapons*" in Kaffka A.V. (ed.), "*Sea-Dumped Chemical Weapons: Aspects, Problems and Solutions*" NATO ASI Series, 1. Disarmament Technologies- Vol 7

Fonnum F., (1997) "*Investigation of the ships filled with chemical munitions which were sunk off the Norwegian coast after World War II*" in Stock T., Lohs K. (ed.) "*The Challenge of Old Chemical munitions and Toxic Armament Wastes*" Stockholm International Peace Research Institute

Glasby G. P., (1997) "*Disposal of chemical weapons in the Baltic Sea*" *The science of the Total Environment* 206 (1997) 267-273

Granbom P-O., FOA 4/94/172 (1994) "*Ett faktahäfte om dumpad C-ammunition i Skagerrak och Östersjön*"

Heintze H-J., (1997) "*Legal problems related to old chemical munitions dumped in the Baltic Sea*" in Stock T., Lohs K. (ed.) "*The Challenge of Old Chemical munitions and Toxic Armament Wastes*" Stockholm International Peace Research Institute

HELCOM, (1992) "*Baltic Sea Environment proceedings No.52*"

HELCOM, (1994) "*The Report on Chemical Munitions Dumped in the Baltic Sea submitted to the Baltic Sea Environment proceedings No.55*"

HELCOM, (1995) "*Final report on the ad hoc working group on dumped chemical munition, submitted to the Baltic Sea Environment proceedings No.60*"

HELCOM, (1999) "*Overview on activities Helsinki Commission 1999*"

Henriksson J., (1996) "*The toxicity of Organoarseric-Based Warfare Agents: In vitro and In Vivi studies*", Arch.Environ.Contam.Toxicol. 30, 213-219

Kaffka A.V. (ed.), (1996) "*Sea-Dumped Chemical Weapons: Aspects, Problems and Solutions*", s. 17-27, 67-70, 121-127. NATO ASI Series, 1. Disarmament Technologies-Vol 7

Kustbevakningen och Naturvårdsverket, (1994) "*Senapsgas till sjöss*", Faktahäfte

Laurin F., (1997) "*The Baltic and North Sea dumping of chemical weapons: still a threat?*" in Stock T., Lohs K. (ed.) "The Challenge of Old Chemical Munitions and Toxic Armament Wastes" Stockholm International Peace Research Institute

Lisichkin G. V., (1996) "*Chemical weapons on the seabed*" in Kaffka A.V. (ed.), "Sea-Dumped Chemical Weapons: Aspects, Problems and Solutions" NATO ASI Series, 1. Disarmament Technologies- Vol 7

Looström B., Kustbevakningen (1999) "*Fiskebåtsincidenter med dumpad krigsgasammunition som rapporterats till svenska Kustbevakningen sedan 1980*"

Miljödepartementet (010307) Svar på fråga 2000/01:807 , Dnr M2001/979/MK

Miljøsturelsens Havforureningslaboratorium, Levnadsmiddelstyrelsen and Civilforsvarets Analytisk-Kemiske Laboratorium (1986) "*Rapport om forsøg over opptagelse af giftgas i fisk*"

Miljö- och naturresursdepartementet (1995-04-05) PM

Missiaen T., (2001) "*Chemical munitions off the Belgian coast: an evaluation study*" Abstract submitted to the International Workshop on Chemical Munition Dump Sites in Coastal Environments, University of Gent 5-6 July, 2001

Muribi M., (1997) "*Toxicity of mustard gas and two arsenik based warfare agents on Daphnia Magnia*", FOA-R—97-00430-222--SE

Muribi M. & Eriksson J., (1997) "*Adsorption and toxicity of Clark 1, Clark 2 and their metabolite tetraphenyldiarsine oxide*", FOA-R—97-00527-222--SE

Naturvårdsverket (1995) "*Kemiska stridsmedel i Östersjön och Skagerrak*" Naturvårdsverket, Temafakta

OPCW <http://www.opcw.org>

Paetzel M., (2001) "*Deep Norwegian coastal dump sites: Something to care about?*" Abstract submitted to the International Workshop on Chemical Munition Dump Sites in Coastal Environments, University of Gent 5-6 July, 2001

Reynolds F., (2001) Muntligt föredrag vid the International Workshop on Chemical Munition Dump Sites in Coastal Environments, University of Gent 5-6 July, 2001

Russian Federation, Ministry of Protection of the Environment and Natural Resources, (1995) *"Results of r/v "Akad. Shuleikin" voyage to the areas of dumped chemical munitions in the Baltic Sea," Association Ocean technology"*

Räddningstjänsten Västra Blekinge (2001) *"Extern utvärdering av senapsgasolyckan i Nordersund den 4-6 april 2001"*

Sjöfartsverket (1992) *"Rapport om kartläggning av förekomsten av dumpade kemiska stridsmedel på den svenska delen av kontinentalsockeln"*

Spiridonov M. A. & Zhamoida V.A., (1999) *"Preliminary report of the results of MEP-98 cruise investigations of environmental conditions within the dumping area of the German chemical weapons in the southern Skagerack (Swedish zone)"*, all-Russia Geological Institute and Atlantic branch of Institute of oceanology, Russian Academy of Science, Moscow

Surikov B. T., (1996) *"How to save the Baltic from ecological disaster"* in Kaffka A.V. (ed.), *"Sea-Dumped Chemical Weapons: Aspects, Problems and Solutions"* NATO ASI Series, 1. Disarmament Technologies- Vol 7

Surikov B.T. & de Vries J. G., (1999) *"Dumped Chemical Weapons in the Sea-Options"* Dr A. H. Heiniken foundation for the Environment

Tørnes J. A. & Opstad A.M., (1996) *"Research Report on Verification of the Chemical Weapons Convention-Part XIII- Evaluation of Recommended Operating Procedures for sampling and analysis"* Forsvarets Forskningsinstitut, Norge

Muntliga uppgifter

Maj. Tommy Bolme, Totalförsvarets Skyddscentrum (2001-08-14)

Åke Granmo, Kristinebergs Marinbiologiska Forskningsstation, (2001-02-26).

Kjell Jakobssen, Havskontoret, Miljøstyrelsen Danmark, (2001-03-07).

Mats Johansson, Kustbevakningen Karlskoga, (2001-09-04).

Björn Looström, Kustbevakningen Karlskoga, (2001-02-01).

BILAGA 1. Typer och mängder av dumpade C-stridsmedel

De mängder och typer av C-stridsmedel som producerades i Tyskland under åren 1935-45 visas i tabell 1. Uppgifterna är hämtade från tyska arkiv i Koblenz och allierades militärarkiv.

Tabell 1. Typer och mängder kemiska stridsmedel tillverkade i Tyskland 1935-45 (*HELCOM 1994*).

C-stridsmedel	Mängd (ton)
Kloracetofenon	7 100
Clark I (difenylklorarsin)	1 500
Clark II (difenylcyanarsin)	100
Adamsit (fenarsazinklorid)	3 900
Arsinoljja ¹	7 500
Fosgen	5 900
Senapsgas	25 000
Kvävesenapsgas	2 000
Tabun	12 000
Totalt	ca 65 000

De tyska C-stridsmedlen var till största delen fyllda i bomber, artillerigranater och minor. En mindre del förvarades i olika typer av behållare, exempelvis trälådor. Den totala bruttovikten hos C-ammunitionen inklusive metallvikt i de tyska lagren uppgick till ca 296 000 ton, se tabell 2.

Tabell 2. Mängd av kemisk ammunition (inklusive stridsmedel) som påträffades på tyskt territorium vid andra världskrigets slut (*HELCOM 1994*).

	Mängd (ton)
I den amerikanska ockupationszonen	93 995
I den brittiska ockupationszonen	122 508
I den franska ockupationszonen	9 100
I den sovjetiska ockupationszonen	70 500
Totalt	296 103

Det saknas detaljerade uppgifter om hur stora andelar som förstörts, deponerats på land eller dumpats till havs. Det är heller inte möjligt att ur bruttovikten på kemiska vapen ange säkra nettovikter på enbart C-stridsmedel. Orsakerna till detta är följande:

- Kvantiteten C-stridsmedel varierar för de olika typerna av ammunition. Den avgörande faktorn är om ammunitionen består av artillerigranater eller bomber och andra behållare med tunna väggar, som rymmer en större mängd C-stridsmedel. Man brukar uppskatta viktsandelen C-stridsmedel i en artillerigranat till 10 % och i en bomb till 60 %.
- De dumpade lasterna bestod både av fylld och ofylld ammunition.
- Uppgifterna om sammansättningen hos de olika dumpade ammunitionslasterna är mycket ofullständiga (*HELCOM 1994*).

¹Blandning av Clark I och fenyldiklorarsin samt mindre mängder trifenyarsin och arseniktriklorid. Förekommer i blandning med senapsgas för att sänka dess fryspunkt.

BILAGA 2. Dumpningsplatser

Skagerrak

- Den s.k. Norske Rennan söder om Arendal, är en djupgrav med ett djup av ca 700 m. Här sänktes i brittisk och amerikansk regi över 30 fartyg (antalet 42 har nämnts) lastade med ca 150 000 ton C-ammunition.
- Utanför fyren Måseskär på den svenska västkusten är djupet ca 200 m. I området ligger ett stort antal vrak. Av dessa bedömdes dock endast två stycken innehålla last av C-ammunition.

Östersjön

- I södra utloppet till Lilla Bält är djupet endast 30 m. Här utförde tyskarna själva dumpningar i krigets slutskede. Avsikten var att gömma C-ammunition för de allierade, bl.a. tabungranater, som det antogs att de allierade inte kände till. Omkring 5 000 ton C-ammunition sänktes i pråmar. I mitten av 60-talet plockades tabungranaterna upp, göts in i betong och dumpades på nytt i Biscaya.
- Öster om Bornholm finns det mest utnyttjade dumpningsområdet i Östersjön. Vattendjupet är 75-110 m. Cirka 33 000 ton C-ammunition finns här utspridd över ett stort område. Enligt ryska uppgifter motsvarar det ca 11 000 ton C-stridsmedel, främst senapsgas och arsenikföreningar.
- Sydost om Gotland har enligt uppgift dumpats omkring 2 000 ton C-ammunition utspridd över en större yta än den vid Bornholm. Vattendjupet är 110-120 m. Enligt ryska uppgifter innehåller ammunitionen ca 1 000 ton C-stridsmedel, främst senapsgas.
- Längs transportvägarna från ilastningshamnen i Wolgast till dumpningsområdena i Östersjön finns C-ammunition utströdd. Vittnen uppger att dumpning av laster påbörjades redan innan dumpningsplatserna uppnåts. Ammunitionen ligger därför spridd över stora arealer.

Uppskattad mängd dumpad C-ammunition redovisas i tabell 3. Enligt uppgifter som inte bekräftats skulle ytterligare ca 15 000 ton ha dumpats i ett område sydväst om Bornholm och ytterligare 8 000 ton öster om Bornholm på order från den brittiska militäradministrationen i Tyskland. England förnekar dock dumpning i Östersjön (*Granbom 1994*).

Tabell 3. Sammanställning av kvantiteter kemisk ammunition respektive typ och kvantiteter kemiska stridsmedel dumpade i Skagerrak och Östersjön (*Granbom 1994*).

Område	Approximativa kvantiteter ammunition (ton)	Approximativa kvantiteter C-stridsmedel (ton)	Typ av C-stridsmedel
SÖ Arendal ("Norske Rennan"), V Måseskär	150 000	oklart	senapsgas (andra typer ej bekräftade)
S Lilla Bält	5 000	750	tabun, fosgen
Ö Bornholm	32 000	11 000	senapsgas, Clark I och II, adamsit, kloracetofenon (ev fosgen, tabun, kvävesenapsgas)
SÖ Gotland	2 000	1 000	senapsgas, adamsit, kloracetofenon

BILAGA 3. C-stridsmedels beteende i marin miljö

De flesta C-stridsmedlen är vätskor eller fasta ämnen vid + 20°C. Endast fosgen uppträder i gasform över + 8°C. C-stridsmedlets densitet avgör om ämnet sjunker till botten eller flyter upp och blir liggande på vattenytan. Östersjövatten har densiteten 1,08 g/cm³. Med undantag för tabun (densitet 1,07 g/m³) har de dumpade C-stridsmedlen högre densitet och har därför ingen tendens att flyta upp till ytan.

När ammunitionen korroderar så att C-stridsmedlet exponeras för havsvattnet kommer upplösnings-, hydrolys- och andra nedbrytningsprocesser att starta. Hastigheten i dessa förlopp varierar för de olika C-stridsmedlen beroende på deras kemiska och fysikaliska egenskaper. Omgivningsfaktorer såsom temperatur, salthalt, pH och, inte minst, strömningshastigheten i vattnet (turbulensen) är också betydelsefulla. pH-värdet kommer dock inte att variera mycket. Östersjövatten är svagt alkaliskt (pH 8). Både löslighet och reaktionshastighet påverkas av temperaturen. En ökning av temperaturen med 10°C fördubblar vanligen reaktionshastigheten. Vattentemperaturen i Östersjön varierar mellan 0 och 20 °C, vilket betyder att reaktionshastigheten är ungefärligen fyra gånger högre vid 20 °C än vid 0 °C. Variationerna i vattentemperatur ovanför havsbotten i Östersjön ligger mellan 2 och 12 °C.

Det avgörande steget i C-stridsmedlets nedbrytning är dess löslighet i vatten. Har ämnet väl löst sig i vattnet går själva nedbrytningsprocessen förhållandevis fort. På grund av den obegränsade tillgången på vatten kommer även en liten löslighet hos C-stridsmedlet att vara av betydelse för dess nedbrytning. Alla C-stridsmedel kommer därför att reagera med havsvatten, men reaktionshastigheten kan variera kraftigt. Arsenikföreningarna (adamsit, Clark I och II) och förtjockad senapsgas förblir synnerligen beständiga. Genom reaktionen med vatten (hydrolys) bildas nya föreningar vars egenskaper skiljer sig från det ursprungliga C-stridsmedlet.

Undersökningar över C-stridsmedlens beteende under de betingelser, som råder i Östersjövatten, har endast utförts för ett fåtal ämnen (senapsgas, Clark I, Clark II). En brist med undersökningarna är att de fysikaliska och kemiska förhållandena för Östersjön har simulerats i testakvarium med kontrollerade försöksbetingelser (t. ex. tryck, temperatur). Man kan inte med säkerhet säga ifall samma reaktioner inträffar på havsbotten. Därför kan C-stridsmedlens reaktionsförlopp ofta endast beskrivas kvalitativt. Detaljer beträffande hastigheterna hos processerna saknas i regel. De individuella C-stridsmedlens beteende i havsvatten är följande:

Fosgen är en mycket reaktiv förening, som snabbt löser sig och bryts ner till koldioxid och saltsyra i vatten. Saltsyran neutraliseras i det svagt alkaliska havsvattnet. Reaktionen går snabbt även vid låg temperatur. Vid 0 °C har en 1 %-ig fosgenlösning i vatten helt sönderdelats redan efter 20 sekunder.

Kloracetofenon är svårlöslig i vatten. Ämnet hydrolyseras mycket långsamt genom att kloratomen avlägsnas. En giftig biologiskt nedbrytbar produkt bildas.

Clark I är svårlöslig och reagerar mycket långsamt i vatten under bildning av tetrafenyldiarsinoxid och saltsyra. Medan den senare neutraliseras av havsvattnet är mycket litet känt om nedbrytningen av tetrafenyldiarsinoxid. Denna produkt har fortfarande kvar utgångsämnets slemhinneirriterande egenskaper och hydrolyseras i sin

tur mycket långsamt. Även om ämnet bryts ner helt, kvarstår en oorganisk arsenikförening som fortfarande är giftig. En sådan förening har dock inte längre egenskaper som gör den brukbar som C-stridsmedel.

Clark II liknar Clark I i de flesta avseenden. Den är svårlöslig och reagerar långsamt med vatten. I ett första steg bildas tetrafenyldiarsinioxid (jfr. Clark I) och cyanväte. Fastän det senare är giftigt, bryts det ner relativt snabbt i havsvatten och bildar ogiftig myrsyra och dess natriumsalt. De fysikaliskt kemiska egenskaperna hos Clark I och II ger anledning att tro att dessa ämnen och deras reaktionsprodukter kan bevaras lång tid på havsbotten samt eventuellt ackumuleras i organismen (bioackumulering).

Adamsit löser sig endast i ytterst små mängder i vatten. Den hydrolyseras mycket långsamt och bildar fenarsazinioxid och saltsyra. Eftersom adamsit innehåller arsenik kan samma anmärkningar anföras som för Clark I och II.

Senapsgas är obetydligt löslig i vatten. Det som löser sig hydrolyseras dock snabbt till ogiftig tiodiglykol och saltsyra, som neutraliseras i havsvattnet. Medan den lösta senapsgasen endast har en halveringstid på minuter i rent vatten, förlöper hydrolysen i havsvatten mycket långsammare, särskilt vid låg temperatur. Halveringstiden kan då räknas i timmar. Detta är dock tillräckligt snabbt för att hindra uppkomst av farliga koncentrationer av senapsgas i havsvattnet. En koncentrationshöjning bromsas dessutom av den synnerligen långsamma upplösningen av senapsgasen i vatten p.g.a. dess ringa löslighet. I verkligheten är upplösningsssteget helt avgörande för den hastighet med vilken senapsgasen kommer att förstöras. Beroende på temperatur och vattenomsättning kommer förstörelsen att ta veckor eller år.

Förtjockad senapsgas (eng. viscous mustard) är benämningen på senapsgas som blandats med någon polymer såsom polystyren eller klorkautschuk. Även andra ämnen, t.ex. montanvax, kan ingå. Produkten blir viskös och klibbig. Inblandningen har en avgörande inverkan på senapsgasens nedbrytningshastighet. Eftersom tillsatserna är olösliga i vatten faller de ut och bildar ett hölje efterhand som senapsgasen diffunderar ut i vattnet. Detta hölje tillväxer i tjocklek och hindrar vidare diffusion av återstående senapsgas. Förtjockad senapsgas som på detta sätt är innesluten i elastiska klumpar av utfällda tillsatsämnen kan således bevaras i många år och utgör en stor fara för fiskare, som får upp dem i sina nät. Senapsgas i denna form kräver en mycket lång tid för att brytas ner till ofarliga ämnen.

Kvävesenapsgas är mer svårlöslig och hydrolyseras långsammare i vatten än vanlig senapsgas. Hydrolysen av kloratomerna går i tre steg. Halveringstiden för det första steget är ca 9 timmar. I rent vatten tar den fullständiga nedbrytningen ca 3 veckor. Data saknas över nedbrytningen i havsvatten. Olika hydrolysisprodukter bildas, bl.a. etanolaminer, som är vattenlösliga och har ringa toxicitet.

Tabun är löslig och hydrolyseras snabbt i vatten. Vid temperaturen 7°C har en halveringstid på ca 5 timmar uppmätts. Vid hydrolysen bildas ogiftiga fosforsyrastrar och cyanväte. Det senare är giftigt men omvandlas relativt lätt till ogiftig myrsyra eller dess natriumsalt.

Zyklon B som ingick i en del av strandfynden under åren 1945-47, består av cyanidsalter som är lösliga och relativt lätt omvandlas till ogiftig myrsyra eller dess natriumsalt.

Sammanfattningsvis bryts nästan alla C-stridsmedel ner med varierande hastighet till mindre giftiga vattenlösliga substanser. De torde inte utgöra något större hot mot den marina miljön eftersom inga högre koncentrationer kan uppstå i havsvattnet. I ett par fall måste man dock räkna med synnerligen långa kvarliggningstider och fortsatt kontaktrisk:

1. **Förtjockad senapsgas** kan bli kvar som stora elastiska klumpar lång tid efter det att den frilagts från ammunitionen. Sådana klumpar utgör fortfarande en risk för fiskare, som får upp dem i sina nät.
2. **Föreningar som innehåller arsenik**, såsom Clark I, II och adamsit, kommer p.g.a. deras stabilitet och extremt låga löslighet att bevaras länge och lokalt uppträda i höga koncentrationer i sedimenten. Det finns brister i kunskapen om hur dessa ämnen bryts ner och hur de påverkar bottenmiljön (*Federal Maritime and Hydrographic Agency, 1993*)

BILAGA 4. Effekter på den marina miljön

Det finns fortfarande luckor i kunskaperna om de toxiska effekterna av C-stridsmedel på marina biologiska system. De flesta ekotoxikologiska undersökningar som utförts på olika typer av marina organismer har gällt senapsgas. Vid undersökningarna har de fysikaliska och kemiska förhållandena i Östersjön simulerats i testakvarium. Organismer har sedan exponerats för senapsgas, som tillsatts antingen direkt i vattnet eller via klumpar av förtjockad senapsgas i botten på akvariet. Problem med att bibehålla koncentrationen av senapsgas under försöken har konstaterats p.g.a. snabb hydrolys.

Olika organismer är olika känsliga vid exponering för senapsgas och den akuta toxiciteten varierar i stort sett mellan 1-10 mg/ml för marina organismer. För vissa alger ligger de akut toxiska koncentrationerna på ca 1 mg/ml, för lägre kräftdjur (Crustaceans) ca 10 mg/ml, för Zebra Danio ca 3 mg/ml och för ålar och plattfisk över 10 mg/ml (*Federal Maritime and Hydrographic Agency, 1993*).

Exponeringsförsök gjorda i Danmark på flundra visade på en biokoncentrationsfaktor (BCF) på 0,3, vilket tyder på att någon bioackumulering av senapsgas i fisk inte äger rum (*Miljøstyrelsens Havforureningslaboratorium et al., 1986*).

För C-stridsmedel innehållande arsenik kan det p.g.a. deras kemiska och fysikaliska egenskaper inte uteslutas att bioackumulering kan ske. Detta har aldrig undersökts. Arsenik finns kvar i form av oorganiska arsenikföreningar även efter det att C-stridsmedlet brutits ner fullständigt. Sådana arsenikföreningar är mindre akuttoxiska än C-stridsmedlet och har inte kvar de ursprungliga egenskaperna hos ett C-stridsmedel. Arsenik är dock cancerogent för människor (*Federal Maritime and Hydrographic Agency, 1993*).

Under 1996 gjordes en undersökning vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala av fyra arsenikinnehållande C-stridsmedel; Clark 1, Clark 2, Adamsit och Lewisit. Toxicitetstester utfördes på humana leuokocyter och juvenila Sticklebacks (fisk). Slutsatserna var att stridsmedlens toxicitet var större än vad som enbart kan förklaras med oorganisk arseniks toxicitet med avseende på cellproliferering (celldelning). Detta kan vara en indikation att andra faktorer kan påverka toxiciteten. Försöken på fisk indikerade ingen signifikant toxisk effekt, men höga halter Clark 1 ökade lipidackumuleringen i lever (*Henriksson, 1996*).

Under 1997 gjorde FOA en undersökning av toxiciteten av senapsgas, Clark 1 och Clark 2 på kräftdjuret *Daphnia magna*. Slutsatserna var att senapsgas, i de koncentrationer som användes (0,5 mg/ml) förmodligen inte utgör något akuttoxiskt hot mot organismer i vattenmassan men att kroniska och subletala effekter inte kan uteslutas. Clark-substanser kan däremot utgöra en potentiell risk. Vid en kortare exponering (upp till 72 h) berodde EC50-värdet, d.v.s. den koncentration som ger effekt hos 50% av individerna i försökspopulationen, av temperaturen (vid lägre temperaturer ökade EC50 väsentligt och vice versa). Efter sex dagar närmade sig EC50-värdena varandra, vilket tyder på att exponeringstiden är den viktigaste parametern för det slutliga EC50-värdet. Ett sedimentförsök med Clark 1, som indikerade att Clark 1 troligen adsorberas av sediment, utfördes också. Ökad kunskap om Clark-substansernas beteende såsom sediment-vatten kvot och

hydrolys bör inhämtas så att en bättre bedömning av de ekotoxikogiska riskerna kan göras (Muribi, 1997).

Ytterligare en undersökning gjordes sedan där adsorptionen av Clark 1 och Clark 2 studerades i skakförsök. Två försöksserier sattes upp. I den ena användes sediment, bräckt vatten och Clark 1 eller Clark 2 och i den andra endast bräckt vatten och Clark 1/2. Analysen av vattenfaserna visade att koncentrationen av Clark föreningarna var högre i de bägare som inte innehöll sediment. Detta indikerar att adsorption till sedimenten äger rum.

Vattenfasernas toxicitet testades sedan på *Daphnia magna* och visade att toxiciteten blev lägre med tiden i vätskefasen i de bägare som innehållit sediment medan den var lika hög hela tiden där sediment inte varit närvarande. Toxicitetsförsök med sedimenten utfördes på den sedimentlevande organismen *Nitocra spinipes* (Harpactoid). Försöket visade att sedimentet var toxiskt även fast ingen av Clark-föreningarna kunde detekteras vid den kemiska analysen (Muribi & Eriksson, 1997).

Indikationer finns även på att senapsgas (Tørnes & Opstad, 1996) och förtjockad senapsgas (Glasby, 1997) kan adsorbera till sediment. På havsbotten kan den viskösa senapsgasen inkorporera sand och lerpartiklar som bildar en fastare massa och hindrar vidare utsöndring av senapsgasen.

Sammanfattningsvis kan konstateras att ekotoxikologiska data för de flesta C-stridsmedel är otillräckliga. Hittills har inga alarmerande rapporter publicerats, men mera forskning inom området behövs. Särskilt bör ytterligare undersökningar utföras med speciell inriktning på förtjockad senapsgas och föreningar innehållande arsenik.

BILAGA 5. Erfarenheter från en incident med en upptrålad senapsgasbehållare på Blekingekusten, våren 2001.

Händelseförloppet i korthet

Den 4 april trålar en fiskebåt utanför Blekingekusten upp ett objekt som senare misstänks vara en senapsgasbomb från andra världskriget. Bomben transporteras sent på kvällen in till hamnen i Nordersund, där den placeras på kajkanten. Kustbevakningen meddelas, som i sin tur larmar SOS Alarm. Därifrån skickas ärendet vidare till Räddningstjänsten. Larmet lyder: läckage av senapsgas, en person skadad.

Två styrkor inom Räddningstjänsten larmas, deltidstyrkan i Mjällby för livräddning, och heltidstyrkan i Karlshamn för eventuell sanering. Polis och ambulans larmas också. När räddningstjänsten anlant lokaliseras bomben och hamnområdet spärras av. Det visar sig då också att den fiskare som anmälts som skadad befinner sig oskadd i hemmet.

En omfattande informationssökning påbörjas av räddningstjänst och polis för att få reda på hur bomben bäst bör tas om hand. Kontakt tas med bl a vakthavande befäl inom militären och Kustbevakningen samt med jourhavande tjänsteman på Statens Räddningsverk, SRV, för att finna en militär sprängämnesexpert. SRV vänder sig till Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI, i Umeå som i sin tur kontakter Totalförsvarets Skyddscentrum. Under natten behåller Räddningstjänsten en förstärkt larmcentral för att kunna bistå räddningsledningen och larmoperatören med hjälp om så skulle erfordras.

På torsdag morgon samlas personal från räddningstjänsten, polis, ambulans, kustbevakning, Marinens insatsstyrka och Polisens tekniska rotel (bombgruppen) från Malmö. En okulär besiktning av bomben görs. Beslut tas att bomben ska röntgas för att klarlägga om det finns sprängämne och detonator i bomben. Detta pågår under hela förmiddagen och under tiden arbetar Räddningstjänsten tillsammans med Sölvesborgs kommun med att förbereda för en eventuell evakuering av de boende i Nordersund om detta skulle bli nödvändigt. Under bombgruppens arbete hålls ett riskområde på 300 m, som skulle utökas till 900 meter om det skulle visa sig finnas sprängämne i bomben. En kort presskonferens hålls på platsen.

Vid 13-tiden är röntgenundersökningen avslutad. Man bedömer att detonator med 99 % sannolikhet saknas i bomben och evakuering behöver därför inte genomföras. Pressen informeras om läget. I detta skede påbörjas diskussioner om hur destruering av senapsgasen ska ske. Klorkalk anses vara det bästa alternativet. Enligt försvaret går klorkalk dock inte att frambringa snabbt, då förråden i närheten är tomma. Det beslutas att natriumhypoklorit från simhallen i Karlshamn ska användas i stället. Bomben ska delas i småbitar, blandas med natriumhypoklorit och sedan dumpas över kajkanten. Tillstånd för detta ges av Miljöförvaltningen i Sölvesborgs kommun.

När bomben delas finner man en detonator och färgskiftningar i bomben som tyder på att sprängämne finns. Räddningsområdet utvidgas därför och bombgruppens

personal förbereder sin robot för att avlägsna detonatorn från bomben för att därefter kunna spränga den. Med hänsyn till rådande vindriktning beslutas att evakuering inom en radie av 300 meter ska ske. Ett 50-tal bostäder med 94 personer utryms, vilket tar ca en timme. De evakuerade registreras på bygdegården.

En improviserad sprängplats inrättas dit den avlägsnade detonatorn förs och sprängs. Bombgruppens arbete tar ca två timmar och därefter avbryts evakueringen och de boende får återvända till sina bostäder. Räddningsområdet minskas ner till 100 meter, d v s hamnplanen.

Räddningstjänsten påbörjar neutraliseringen av senapsgasen med hjälp av klorkalk som man nu, via F17, lyckats frambringa. Vid halvåttatiden den 6e april avslutas räddningsarbetet.

Utvärdering av insatsen

Räddningstjänsten upplevde att man inte fick den information man behövde av militären. Vakthavande befäl på marinbas Syd i Karlskrona saknade tillräckliga kunskaper för att kunna hänvisa till den expertis som efterfrågades. Dessutom saknades uppdatering av det materiel som ska finnas att tillgå inom försvaret för ändamål av den här typen. Exempelvis gavs besked att alla förråd med klorkalk var tömda trots att det senare visade sig att klorkalk ändå fanns tillgängligt. Anledningen till dessa brister kommer att utredas internt inom Marinbas Syd.

Räddningstjänsten upplevde också att man fick motstridig information av tillkallade experter när det gällde riskbedömningen. Kustbevakningen klassade närvaro av sprängämne och detonator som den största risken medan Totalförsvarets Skyddscentrum bedömde senapsgasen som den största risken. Detta försvårade för Räddningstjänsten att planera sin insats.

Efter okulärbesiktning och röntgen av bomben ansåg bombgruppen att det med 99 % sannolikhet inte fanns någon detonator i bomben och heller ingen risk för sprängverkan. Detta visade sig senare inte stämma. Förklaringen till hur polisen kunde missa detta konstaterades bero på att Bombgruppen saknar erfarenhet av föremål som detta. Ingen röntgen har tidigare gjorts på senapsgasbomber, endast föremål med liknande konsistens. Utrustningen för röntgen täckte heller inte hela bomben, och röntgen kunde därför inte göras längs med bomben. Hela bomben röntgades inte heller och relativt få (20 st) bilder togs totalt. Denna begränsning i möjligheterna att korrekt bedöma en eventuell närvaro av detonator framkom aldrig till räddningsledningen. Polismyndigheten i Skåne kommer att göra en intern utredning för att kunna förbättra framtida insatser.

Evakueringen av de boende sköttes förhållandevis snabbt och effektivt.

Informationen till press och allmänhet fungerade bra, liksom samverkan mellan berörda parter under insatsen.

Ett återstående problem är ansvarsfrågan. Detta berördes redan under den första natten, men då inget givet svar fanns så bestämdes att detta måste lösas i efterhand.

Att säkerställa området och lösa uppgiften bedömdes som viktigare i den situation som då rådde, men frågan måste utredas för att undvika misstag i framtiden vid insatser av den här typen (*Räddningstjänsten Västra Blekinge 2001*).