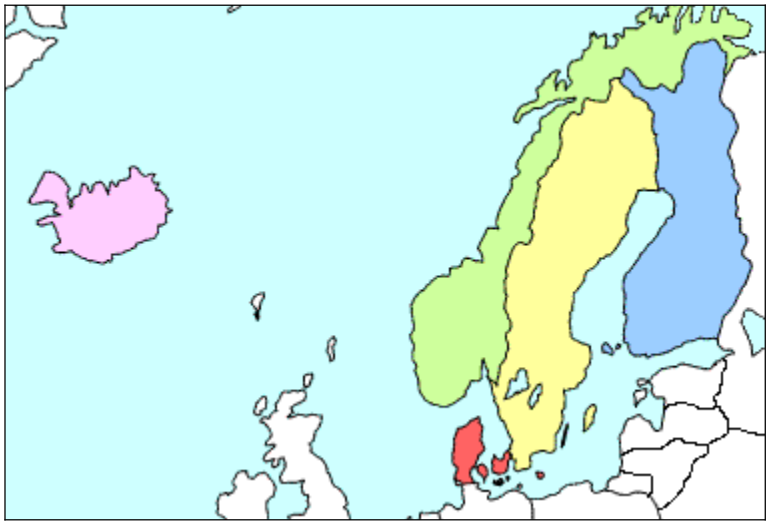
Åtgärder mot kemikalieolyckor

i sjöar, vattendrag och kustvattenområden

En nordisk handbok



Utarbetad på uppdrag av
Nordiska kontaktgruppen för kemikalieolyckor

Björn Looström

2006

Innehållsförteckning

►Förord

►Allmän del

Kapitel 1 Inledning

1.1 Syfte med översikten
1.2 Övergripande strategi
1.3 Allmänna inledande åtgärder
1.4 Kemikaliers och farligt gods beteende i vatten
1.5 Val av åtgärder mot löskomna kemikalier med hänsyn till utsläppens beteende i vatten
1.6 Logistik
1.7 Hotbilder och riskzoner

Kapitel 2 Spridningsprognoser

2.1 Allmänt
2.2 Gasmoln
2.3 Utsläpp som flyter på vattenytan
2.4 Utsläpp som upplöses i vattenmassan
2.5 Sjunkande utsläpp

Kapitel 3 Mätinstrument och personskydd

3.1 Allmänt
3.2 Gasmätning med portabla instrument
3.3 Mätning av utsläpp som flyter på vattenytan
3.4 Mätning i vattenmassan
3.5 Mätning av sjunkna ämnen
3.6 Övrig mätning
3.7 Personskyddsnivåer vid kemikalieolyckor

Kapitel 4 Provtagning

4.1 Allmänt
4.2 Syften med provtagning
4.3 Ansvarsförhållanden vid provtagning
4.4 Provtagningssamordnarens uppgifter
4.5 Redovisning av analysresultat
4.6 Provtagningsmetoder

Kapitel 5 Åtgärder mot löskomna kemikalier

5.1 Gaser och ämnen som avdunstar hastigt
5.2 Ämnen som flyter på vattenytan
5.3 Ämnen som upplöses i vattnet
5.4 Ämnen som sjunker till botten
5.5 Ämnen som reagerar med vatten
5.6 Kvittblivningsmetoder
5.6 EPA:s referensmanual

Kapitel 6 Åtgärder mot löskommet förpackat farligt gods

6.1 Klassificering av förpackat farligt gods
6.2 Säkerhetsåtgärder
6.3 Förpackningars beteende i vatten
6.4 Bärgning av flytande förpackningar
6.5 Lokalisering och bärgning av sjunkna förpackningar
6.6 Bärgning av last från sjunkna fartyg
6.7 Alternativ till bärgning
6.8 Ilandflutet gods

►Metodbeskrivningar

38 metoder för åtgärder mot löskomna fria kemikalier
12 metoder för åtgärder mot löskommet förpackat farligt gods

►Redogörelser för inträffade olyckor

38 st olyckor numrerade från 01 till 38

►Bilagor

1 Första åtgärder vid olycka

2 Materials beständighet mot kemikalier

3 Klassificering av kemikalier med hänsyn till deras beteende i vatten

4 Personlig skyddsutrustning

5 Internationell märkning av farligt gods

6 Omvandling av måttenheter

7 Mudderverk

8 Risker för insatspersonal vid olyckor med farligt gods i emballage och container

9 Olika typer av emballage för kemikalier och farligt gods

10 Undervattensteknik

11 Kemiska stridsmedel

12 Referenser

Förord

Representanter för olika miljöräddningsmyndigheter inom Norden deltog åren 1985-1997 i ett samarbete i "Styrgruppen för Nordiskt Forsknings- och Utvecklingsarbete för Bekämpning av Kemikalieolyckor". Arbetet bedrevs i form av gemensamma nordiska projekt (Ref. 137) som delfinansierades av Nordiska ministerrådet. Bakgrunden till styrgruppens tillkomst var de mycket allvarliga kemikalieolyckor (bl.a. Olycka nr 9) som hade inträffat i världen och där det konstaterades att förmågan att bekämpa svåra kemikalieolyckor är begränsad.

Gruppen utarbetade en gemensam nordisk strategi (Ref. 140) för åtgärder mot kemikalieolyckor där huvudpunkterna bl.a. är fysisk planläggning, riskanalyser, vägvalsstyrning, olycksstatistik, olycksrapportering, landstäckande beredskap, bekämpningsteknik, särskilda beredskapsstyrkor, resurssamordning, informationsgivning, utbildning, övningar, saneringsteknik.

Bland de projektområden som gruppen behandlat kan nämnas metoder för räddningstjänst, saneringsmetoder, miljökonsekvenser, spridning i luft, spridning i vatten, spridning i mark, indikeringsutrustning, testanläggningar, sambandsutrustning, absorberingsmedel och samlagring av kemikalier.

Styrgruppens projektverksamhet upphörde 1996 men arbetet fortsatte fram till 2005 som en "Nordisk kontaktgrupp för kemikalieolyckor" med samma inriktning som tidigare att behandla olyckor både till lands och till sjöss.

Inom ramen för styrgruppens arbete fick Björn Looström (då vid svenska Kustbevakningen) i uppdrag att skriva en teknisk översikt (handbok) för kommuner i Norden om praktiska metoder för åtgärder mot kemikalieutsläpp i vatten. Detta arbete resulterade 1996 i ett kompendium med titeln "Åtgärder mot kemikalieolyckor i sjöar och vattendrag" som distribuerades till de nordiska länderna. Björn Looström färdigställde en andra reviderad upplaga 1999 som gjordes tillgänglig som en nerladdningsbar pdf-fil på Internet.

Den Nordiska kontaktgruppen beslöt 2002 att handboken skulle vidareutvecklas och få den nya titeln "Åtgärder mot kemikalieolyckor i sjöar, vattendrag och kustvattenområden". Därmed skulle handboken även inkludera åtgärder mot fartygsrelaterade kemikalieolyckor. Efter en grundlig omarbetning och väsentlig utökning är härmed denna nya upplaga av handboken färdigställd.

En grundläggande tankegång i den nordiska handboken är att skapa en struktur i responsmetodiken. Denna struktur grundas på det fysikaliska beteendet hos fria kemikalier och emballerat gods vid utsläpp i vatten. Fria kemikalier är gasformiga, avdunstar snabbt, flyter, upplöses eller sjunker till botten och emballerat gods flyter, sjunker eller svävar omkring i vattenmassan. Beteendet kan också, av olika orsaker, förändras efter en tid i vattnet. Handboken följer ett ofta använt system med 12 st beteendeklasser för fria kemikalier och tre klasser för emballerat gods (se Bilaga 3).

Den nya handboken skiljer sig också från tidigare upplagor genom att den nu även finns som en webbplats samtidigt som alla delar går att skriva ut (som pdf-filer) och använda som en vanlig handbok. Webbversionen gör att det genom hyperlänkning är lätt att hitta till hänvisade platser med ytterligare information. De två delarna kompletterar varandra.

En annan viktig skillnad från äldre upplagor är de två nytillkomna avsnitten ”Metoder” och ”Olyckor”. Alla metodbeskrivningar har förts till avsnittet Metoder och alla redogörelser för inträffade olyckor har samlats i avsnittet Olyckor. Detta har gjort handboken mer överskådlig.

Metodbeskrivningarna är i allmänhet ganska kortfattade och måste ofta kompletteras med detaljinformation från andra källor (referenser ges vanligen). Dessutom krävs omfattande praktiska övningar innan en metod kan anses operativ.

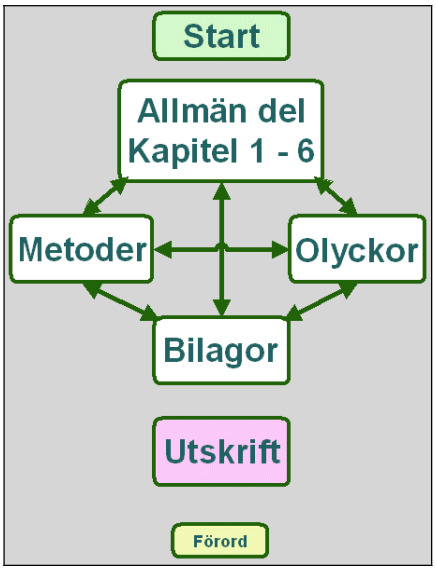
Redogörelser för inträffade olyckor spelar en central roll i handboken. Det är emellertid mycket svårt att få tag i ett så stort bakgrundsmaterial om olyckor som behövs för att kunna utforma bra sammandrag om dem. Här har dock tillräckligt utförlig dokumentation kunnat erhållas från 38 olyckor.

I handbokens pappersversion finns en två-sidig innehållsförteckning (kan tas fram som pdf-fil). I webbversionen kan allt innehåll nås genom hyperlänkning från den miniatyriserade klickbara navigationsrutan som motsvaras av blockschemat nedan. Navigationsrutan finns på 40 st förstasidor i webbversionen.

Nedanstående block-schema visar handbokens struktur.
Sidorna **Start**, **Utskrift** och **Sök** finns endast i webbversionen.

Samtliga avsnitt är sammanlänkade med varandra. I både pappers- och webbversionen sker detta genom ömsesidiga hänvisningar till respektive avsnitt. I webbversionen sker det även med hyperlänkar. Webbversionen är därmed överlägset smidigast och snabbast att använda (men förutsätter dator).

De fyra rutorna med dubbelriktade pilar visar den egentliga informationsbärande kärnan i handboken. **Allmän del** består av sex kapitel där kapitel 5 och 6 översiktligt behandlar åtgärder mot olyckor med kemikalier och farligt gods. Viktig detaljinformation finns i delarna **Metoder, Olyckor** och **Bilagor**.



Start ger en kort introduktion till handboken. Under **Utskrift** kan handbokens samtliga delar hämtas som pdf-filer och skrivas ut. Det totala antalet sidor är ungefär 280. Med funktionen **Sök** (under den egentliga navigationsrutan) kan hela webbplatsen genomsökas med valfria ord.

Den Nordiska Kontaktgruppen har beslutat att handboken inte skall behandla åtgärder mot olyckor med radioaktiva ämnen. Försiktighetsåtgärder beträffande vissa vanliga radioaktiva ämnen är dock mycket kortfattat behandlade i avsnitt B8.16 i Bilaga 8.

Kapitel 3 innehåller en översiktlig beskrivning av allmänna principer för portabla mätinstrument. Det finns så oerhört många typer och fabrikat av sådana mätinstrument på världsmarknaden varför det inte syns vara meningsfullt att beskriva några speciella instrument, särskilt som utvecklingen på området är mycket snabb.

Personlig skyddsutrustning är mycket kortfattat diskuterad i Bilaga 4 och inriktad på skyddsdräkter där några bildexempel ges. Olika länder och olika räddningstjänster har skilda traditioner på området varför det är svårt att utarbeta en mer detaljerad översikt. Referenser görs till den senaste europeiska standarden för skyddsdräkter som också är översiktligt beskriven.

Bilaga 12 Referenser består till största delen av traditionella litteraturhänvisningar. Men där har också många webblänkar tagits med, när de ansetts särskilt viktiga för sammanhanget, trots att de kan betraktas som färskvaror. När länkarna försvinner torde det ofta vara lätt att på grundval av sammanhanget leta fram nya jämförbara länkar på webben.

1 december 2006

Björn Looström
Snäckgärdsvägen 64
SE-621 41 Visby, Sverige

1 Inledning

1.1 Syfte med översikten

International Maritime Organization IMO bedömer att mer än hälften av allt som transporteras till sjöss i förpackningar, containers, tankar och tankfartyg kan betraktas som hälso- eller miljöfarligt. Den ökande trenden med sjötransporter av kemikalier och farligt gods resulterar också i ett stigande antal olyckor. Utvecklingen ställer höga krav på den personal som är ansvarig för åtgärder mot sådana olyckor för att skydda människa och miljö från skada.

Denna version av handboken är utvidgad till kustvattenområden och behandlar både navigerbara och icke navigerbara vattenområden. Syftet med handboken är att tillhandahålla så bred information som möjligt som kan tjäna som underlag till de beslut som skall tas vid ”Åtgärder mot kemikalieolyckor i sjöar, vattendrag och kustvattenområden”.

Det är aldrig möjligt att tillhandahålla nyckelfärdiga lösningar som direkt kan tillämpas på en olycksplats eftersom ingen kemikalieolycka är den andra lik. Men det har visat sig att många erfarenheter från tidigare inträffade olyckor ofta kan tillämpas vid bekämpning av nya olyckor. Innehållet i handboken bör gås igenom på förhand. Stora delar av handboken är ganska allmängiltiga medan en del avsnitt i första hand är avsedda för personal som redan har kunskaper på området.

1.2 Övergripande strategi

När det gäller allmän beredskapsplanering mot kemikalieolyckor råder det stor enighet om att resurser och ansträngningar i första hand skall inriktas mot förebyggande åtgärder. Regelverk och rutiner måste utformas så att missöden och olyckor förhindras så långt det är möjligt (Ref. 11). Detta är en allmän tankegång vid all planering på området och det är en policy som aldrig ifrågasätts.

Vid inträffade incidenter eller olyckor med kemikalier eller farligt gods bör den övergripande målsättningen alltid vara att i största möjliga utsträckning hindra eller minska skador på människa, miljö och egendom. Kraftfulla och snabba insatser på ett tidigt stadium är nästan alltid, utifrån ett kostnad/nytta-perspektiv, många gånger mer värda än alla senare åtgärder.

Efter de egentliga skadeavvärjande och -begränsande åtgärderna skall eventuella kvarstående skador avhjälpas så långt det är möjligt och rimligt. Det sker i miljön genom sanering. Påverkade naturområden restaureras eller återställs så nära sitt ursprungliga skick som det bedöms vara möjligt med en rimlig insats av resurser. När det gäller populationsminskningar av växter och djur vid större olyckor, finns ofta inget annat att göra än att låta naturen på sikt återhämta sig själv.

1.3 Allmänna inledande åtgärder

Nedanstående punkter ger en kortfattad uppställning av allmänna rutiner som nästan alltid bör vidtas vid alla slag av incidenter och olyckor med kemikalier och farligt gods

oavsett typ och omfattning. Vid mindre incidenter kan man bortse från vissa av åtgärderna eller begränsa deras omfattning. Vid större olyckor, eller olyckor med mycket farliga ämnen, måste åtgärderna tillämpas i full utsträckning. I Bilaga 1 finns exempel på check- och minneslistor m.m. för första åtgärder.

- Snabb, allmän överblick över det inträffade där behoven av de mest brådskande åtgärderna bedöms, t.ex. omhändertagande av skadade, avspärrning, utrymning, läckagetätning, etc.

- Varning av förbipasserande, sjöfarande, befolkning m.fl. Information ges till berörda myndigheter och nyhetsmedia.

- Identifiering av inblandade kemikalier och bedömning av risken för brand, explosion, läckage och hälsofara samt effekter på närliggande områden.

- Upprättande av riskzon och vakthållning vid zonen.

- Se till att lämpliga åtgärder (t.ex. nyttjandeförbud, avstängning m.m.) vidtas beträffande badplatser, fiskeområden, vattenintag för färskvatten, etc.

- Mätning med instrument avseende brand- och explosionsrisker samt hälsofara. Dessa mätningar fortsätts kontinuerligt.

- Bedömning av källstyrkor, kvantiteter, egenskaper och reaktionsbenägenhet.

- Initial bedömning av förväntad spridning (riktning, avstånd, mängder) och efterföljande beräkning med hjälp av spridningsmodeller samt upprättande av prognoskartor.

- Fortlöpande mätning av kemikaliernas eventuella spridning i luft, mark, sediment och vatten samt upprättande av spridningskartor.

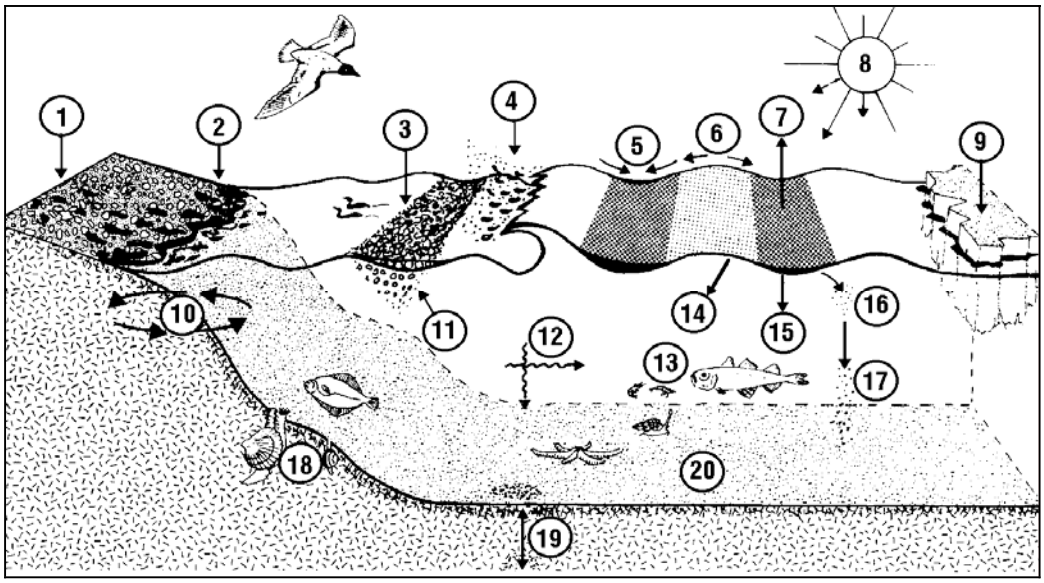
- Fortlöpande bedömning av riskbilden och ständig anpassning av alla skyddsåtgärder efter denna bedömning.

- Vidta skadebegränsande åtgärder.

1.4 Kemikaliers och farligt gods beteende i vatten

Det primära för räddningstjänsten vid kemikalieolyckor brukar nästan alltid vara att skydda människor från skada. Miljön får komma i andra hand. Detta hindrar inte att en stor del av insatserna och arbetet vid både olje- och kemikalieolyckor ägnas just åt miljöskydd. Ibland går miljöskyddsinsatserna hand i hand med åtgärder att skydda människor och det är svårt att dra gränser mellan de olika typerna av åtgärder.

Figur 5-5 (i Kapitel 5) visar hur komplicerat en sjunkande kemikalie kan bete sig i miljön. Detta beteendemönster ger en bild av hur en kemikalie kan spridas vidare i miljön och kan därvid också ge en uppfattning om hur lätt olika typer av organismer kan nås och påverkas av kemikalien. Nedanstående Figur 1-1 härrör ursprungligen från en beskrivning av hur olja sprids i miljön och påverkar olika organismer. Bilden är naturligtvis också relevant för hur många kemikalieutsläpp beter sig.



Courtesy of Ministère de l'Environnement, France

Figur 1-1 *Processer som äger rum efter utsläpp av en kemikalie som flyter på vattenytan*

Här nedan följer förklaringar till siffrorna i Figur 1-1:

1. Vädring (weathering) på stranden
2. Påslag på stränder
3. Uppkomst av emulsioner
4. Aerosolbildning
5. Sammanträngning av kemikalieskikt på vattenytan
6. Uttunning av skikt till ytfilmer
7. Avdunstning
8. Foto-oxidation genom solstrålningens inverkan
9. Interaktion med is
10. Inträngning i strand, vandring och återutsköljning
11. Uppkomst av droppar (stora, små, mikroskopiska)
12. Vertikal och horisontell diffusion
13. Upptagning av och utsöndring från organismer
14. Upplösning från dispergerad kemikalie
15. Upplösning från ytliggande kemikalie
16. Absorption på suspenderade partiklar
17. Nedfällning på botten
18. Upptagning och nedbrytning av organismer
19. Upptagning av och utlösning från sediment
20. Bionedbrytning

Som antytts ovan är det ibland svårt att skilja mellan hälsoskydd och miljöskydd. Hälsofarliga kemikalier är ofta miljöfarliga och vice versa. Det kan också vara svårt att över huvud taget avgöra eller beskriva hur miljöfarlig en kemikalie är. Det faktum som gör frågan än svårare är att olika typer av ekosystem är olika känsliga för påverkan av kemikalier.

Som Figur 1-1 visar kan många kemiska ämnen inte bara spridas och finfördelas i naturen utan även brytas ner genom inverkan av luftens syre, solens strålar samt av vatten och olika organismer. Den sistnämnda biologiska nedbrytningen är den vanligaste processen

för all nedbrytning i naturen. Den sker genom inverkan av främst mikroorganismer (bakterier och svampar) och benämns vanligen bionedbrytning eller biodegradering som ofta sker under förbrukning av syre. Organiska kemikalier undergår bionedbrytning med olika hastighet - en del bryts ner ytterst långsamt.

1.5 Val av åtgärder mot löskomna kemikalier med hänsyn till utsläppens beteende i vatten

Åtgärder mot löskomna fria kemikalier i vattenmiljön måste anpassas till kemikaliernas beteende i vattnet.

Tabell 1-2 visar 12 beteendegrupper (kemikalieklasser) vilka ingår i ett klassificeringssystem som beskrivs närmare i Bilaga 3.

Klassbeteckningar:	
G	gas
GD	gas/dissolver
E	evaporator
ED	evaporator/dissolver
FE	floater/evaporator
FED	floater/evaporator/dissolver
F	floater
FD	floater/dissolver
DE	dissolver/evaporator
D	dissolver
SD	sinker/dissolver
S	sinker

Tabell 1-2

Nedanstående Tabell 1-3 ger en schematisk sammanställning över hur utsläpp av ämnen i de olika kemikalieklasserna (Tabell 1-2) är möjliga att behandla med skilda typer av responsåtgärder. I tabellen är dessa åtgärder inordnade i metodgrupper. Varje grupp har fått en beteckning där P står för Prognos, M för Mätning, S för provtagning (sampling) och B för bekämpning. Kryss i tabellen anger för vilka kemikalieklasser som respons enligt respektive metodgrupp är tillämpbar. Bilaga 3 ger en mer ingående beskrivning av kemikalieklasserna i klassificeringssystemet. Metodbeskrivningar för responsåtgärder finns i avsnittet Metoder.

Tabellen avser endast löskomna fria kemikalier								Fast ämne			Fast ämne		
								F	FD		D	SD	S
		GAS		VÄTSKA									
KLASS / METODGRUPP		G	GD	E	ED	FE	FED	F	FD	DE	D	SD	S
P1	Prognos för spridning i luften	X	X	X	X	X	X			X			
P2	Prognos för spridning på vattenytan					X	X	X	X				
P3	Prognos för spridning i vattenmassan										X		
M1	Mätning av spridning i luften	X	X	X	X	X	X			X			
M2	Mätning av spridning på vattenytan							X					
M3	Mätning av spridning i vattenmassan		X		X		X		X	X	X	X	1)
M4	Mätning av bottenliggande ämnen											X	X
S1	Provtagning i luften	X	X	X	X	X	X			X			
S2	Provtagning på vattenytan							X					
S3	Provtagning i vattenmassan		X		X		X		X	X	X	X	
S4	Provtagning på botten											X	X
B1	Bekämpning av gasmoln	X	X										
B2	Bekämpning av kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan							X					
B3	Bekämpning av kemikalieutsläpp som är lösliga i vatten		X		X		X		X	X	X	X	
B4	Bekämpning av kemikalieutsläpp som sjunker till botten											X	X

1) *Det kan också bli aktuellt att mäta spridningen av sjunkande ämnen i bottenvattenskiktet*

Tabell 1-3

1.6 Logistik

Vid de flesta olyckor med kemikalier och farligt gods ställs krav beträffande organisation av transporter och materiel samt etablering av uppehållsplatser för dessa flöden. Kraven kan bli särskilt stora när något skall tas upp eller bärgas från miljön. Emballerat gods kan ge problem som kan vara betingade av skador på emballagematerialet. Godset kanske måste omförpackas eller förses med särskilda ytterbehållare innan de kan föras vidare. Det har t.o.m. hänt olyckor där myndigheterna inte ens tillåtit insatspersonalen att föra iland det omhändertagna godset och transportera det vidare (Olycka nr 19).

Olyckor där fria kemikalier tas upp från miljön kan ge mycket stora materialmängder att hantera eftersom kemikalierna kanske måste bärgas (inlänsas, pumpas, muddras, etc.) blandade med vatten eller sediment. En förnuftig planering kan underlätta arbetet avsevärt. En separation av kemikalier från övrigt material kan kanske utföras på platsen omedelbart efter upptagningen. Ibland upprättas system med flera pråmar där den uppumpade vattenblandningen hanteras i flera steg och renas undan för undan. Reningen kan kanske drivas så långt att allt vatten till slut kan återföras till miljön (Olycka nr 06).

Olika storlekar av behållare måste finnas tillgängliga för de mest skiftande typer av olyckor. På grunda vattenområden krävs containersystem (Ref. 65) som är lätta att transportera. Pråmar kan vara lämpliga för större volymer men det finns även stora containrar av mjukt konstruktionsmaterial som kan bogseras flytande på vattnet. Ibland är det lämpligt att härbärgera omhändertagna substansmängder i mellanlagringssystem (buffertlager) för senare bortfraktning med pråmar eller fartyg. Skadade fat eller småförpackningar kan

placeras i bärgningsförpackningar eller s.k. "salvage drums" (se Bilaga 9 avsnitt B9.5) innan de transporteras vidare. Sådana salvage drums bör finnas gripbara i stort antal och de måste vara typgodkända för transport av farligt gods.

1.7 Hotbilder och riskzoner

1.7.1 Allmänt

Vid en olycka till sjöss finns risker av olika slag som är viktiga för räddningspersonalen att känna till. Dessa risker bildar en hotbild, som räddningspersonalen måste försöka skaffa sig en uppfattning om. Vid en räddningsoperation är det utomordentligt viktigt att noga granska och värdera redan inträffade skador samt bedöma kvarstående risker.

1.7.2 Riskanalyser

Ett viktigt grundmaterial vid utarbetande av riskanalyser är statistik över transporter med kemikalier och farligt gods (Ref. 16, Ref. 20, Ref. 23 och Ref. 24) samt uppgifter om inträffade olyckor (Ref. 25). Baserat på sådant material är det möjligt att statistiskt beskriva vilka typer av transporter och fartyg som är mest olycksdrabbade samt vilka typer av olyckor och skador som är mest frekventa.

Utgående från sådana riskanalyser kan räddningstjänsten dimensioneras och anpassas så att resurserna främst satsas på de vanligaste olyckstyperna. För en räddningsledare är det emellertid nödvändigt att vara förberedd på varje tänkbar typ av olycka oavsett om risken statistiskt sett är mycket liten.

1.7.3 Hotbilder och riskbedömning

Exempel på olyckor som kan inträffa till sjöss:

◆ kollision och grundstötning ◆ lastförskjutning ◆ brand och explosion	◆ skada vid lastning och lossning ◆ totalförlisning

Följande allmänna typfall för hotbilder kan ställas upp:

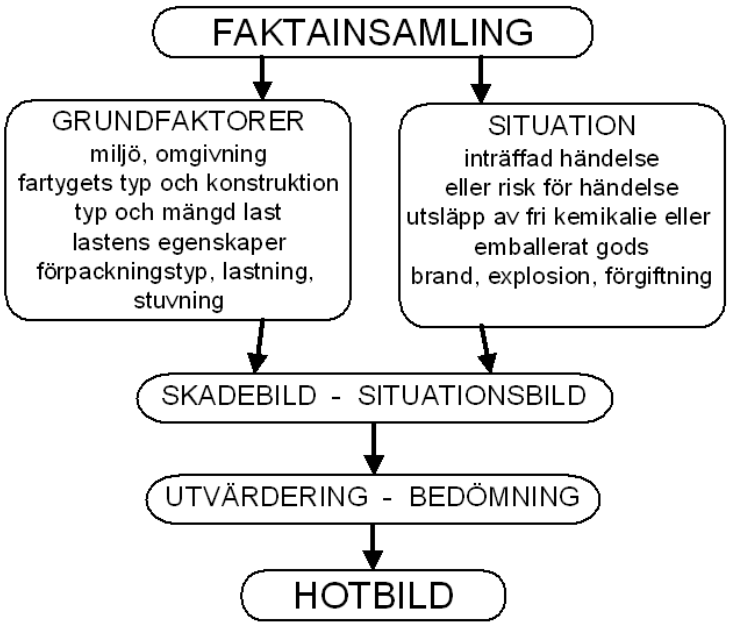
A. På eller nära ett fartyg		
På ett fartyg	**I närheten av ett fartyg**	**Sjunket fartyg**
risk för utflöde, brand, explosion	utflöde till omgivningen av fria kemikalier eller emballerat gods	utflöde till omgivningen av fria kemikalier eller emballerat gods
inträffat utflöde	brand där omgivningen påverkas	
brand som är begränsad till fartyget	explosion där omgivningen påverkas	
explosion vars konsekvenser är begränsade till fartyget		

Tabell 1-4

B. Löskommen last	
Fria oljor eller kemikalier	**Emballerat farligt gods**
gaser ämnen som flyter på vattenytan ämnen som upplöses i vattnet ämnen som sjunker	gods som flyter på vattenytan gods som sjunker gods som driver iland

Tabell 1-5

Tillvägagångssätt vid riskbedömning
Det är svårt att ge generella riktlinjer för en heltäckande riskbedömning eftersom ett haveri inte liknar något annat. Grunden för all riskanalys och hotbildsbedömning är dock en noggrann faktainsamling enligt Figur 1-6.



Figur 1-6

Tre viktiga steg I, II och III för riskbedömning:

Steg	Åtgärd	Hjälpmedel	Exempel
I	Sammanfatta de viktigaste punkterna beträffande olyckan och ge en kort beskrivning av den rådande situationen	Checklistor (Bilaga 1)	Skador på lasten Utflöde från fartyg Utflöde från anläggning iland Läckage från emballage, container etc Gasmoln Brand
II	Samla uppgifter om lastade ämnens egenskaper	Litteratur om farligt gods Datablad Databaser Info-centraler Tillverkare Särskild expertis	Ingående ämnens kemiska, fysikaliska och biologiska data samt egenskaper beträffande brand, explosion, korrosivitet m.m.
III	Bedöma risker och förväntade eller förmodade konsekvenser	- " -	Brand/explosionsfara Hälsofara Miljöfara

Tabell 1-7

Rutinerna enligt Steg I kan vara svåra att utforma som generella riktlinjer eller checklistor eftersom det inte finns några typiska kemikalieolyckor eller, som det också brukar formuleras, ”det finns inte två kemikalieolyckor som är lika”. Vissa generella råd kan dock ges inför en akut uppkommande olycka med kemikalier eller farligt gods (se vidstående ruta).

Man bör vid en komplicerad kemikalieolycka tillämpa en "defensiv responsstrategi", dvs aldrig förhasta sig utan ta det lugnt och bedöma situationen noggrant utifrån den information som kan erhållas.

I Steg II tas grunddata fram om inblandade kemikalier och farligt gods och i Steg III utvärderas informationen till en riskbild.

I både Steg II och Steg III utnyttjas olika typer av informationskällor där det allra viktigaste i inledningsskedet är få fram tillförlitlig information som underlag till de fortsatta åtgärderna (Ref. 51). Som informationskällor finns många kända uppslagsverk, databladsamlingar och handböcker med lösbladssystem (Exempel: Ref.1, Ref. 3, Ref. 4, Ref. 5, Ref. 6, Ref. 10, Ref. 13, Ref. 49, och Ref. 61).

Fysikaliska, kemiska och biologiska data om kemikalier finns numera i databaser som ibland finns öppet tillgängliga på Internet. En del av systemen innehåller även viss information om konkreta räddningstjänståtgärder. Exempel på tillgängliga Internetbaserade system (2006) är följande:

ChemFinder	http://chemfinder.cambridgesoft.com
Chemdex	www.chemdex.org
CHRIS	www.chrismanual.com/findform.htm
ERG	http://hazmat.dot.gov/pubs/erg/psnsort.htm
ICSC	www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/index.htm
IPCS INCHEM	www.inchem.org/pages/icsc.html
TOXNET	http://toxnet.nlm.nih.gov

Brand- och explosionsrisker kan bedömas i Steg III med hjälp av nämnda informationskällor samt genom mätning med explosimeter (Kapitel 3).

Akut hälsofara kan också bedömas i Steg III med hjälp av en del av dessa system samt genom mätning med gasspårningsinstrument (Kapitel 3).

Att bedöma miljöfara i Steg III kan vara mycket svårt och bör om möjligt göras av särskild expertis. Hjälp kan dock erhållas från en del källor (ex. Ref. 2 och Ref. 50) samt IMDG-koden (Ref. 1) där den senare anger vissa ämnen som "Marine Pollutants" eller "Severe Marine Pollutants".

1.7.4 Utformning av riskzoner vid olyckor med mycket stora kemikaliemängder

Vid olyckor eller hotande situationer där **mycket stora kemikaliemängder** är inblandade och som kan medför mycket stora hälsorisker är det ytterst angeläget att avgränsa tillräckligt stora områden för att skydda räddningspersonal, sjöfarande och befolkning i land. Riskområdena bör därvid anges på kartor eller sjökort och bevakas.

Tillfällen då det är särskilt viktigt att upprätta riskområden	- när stora mängder kemikalier är inblandade - när särskilt farliga ämnen eller produkter är inblandade

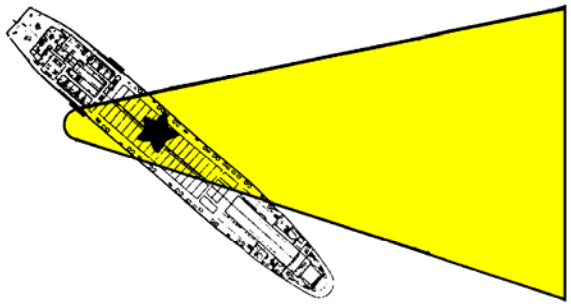
Syften med riskområden	- ange områden som ska utrymmas - ange områden där särskilda åtgärder måste vidtas vid vistelse - ange områden där tillträde ska förhindras

Risker för insatspersonal vid olyckor med farligt gods i **emballage och containrar** behandlas i Bilaga 8.

Vid en olycka som allvarligt påverkar eller hotar tättbefolkade områden blir det bedömda riskområdet avgörande för hur stor evakuering som skall genomföras. Olika beräkningar har utförts för riskområdets storlek vid explosionsrisker (Ref. 88) eller vid moln av luftburna farliga substanser (Ref. 58 och Ref. 59). Vid inträffade olyckor finns dock ofta inga användbara beräknings- eller prognosmodeller till hands, som är direkt tillämpbara på den aktuella situationen, utan räddningstjänsten får basera insatserna på erfarenhet och enkla tumregler.

När hälsofarliga gaser bildas och driver med vinden skall först "höftas" ett preliminärt triangelformat riskområde med 30° spetsvinkel enligt Figur 1-8.

Efter den första ansatsen till riskområde för gasmoln enligt figuren skall **om möjligt** en ny ansats göras genom att riskområdet mäts in med gasspårningsinstrument (jfr Metod 31). Mätningen görs utifrån och inåt. Gränsen för riskområdet är den sammanbindningslinje där minsta tydliga utslag erhålls med gasspårningsinstrument.

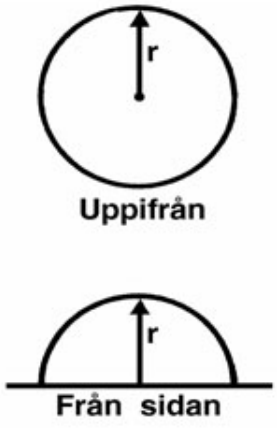
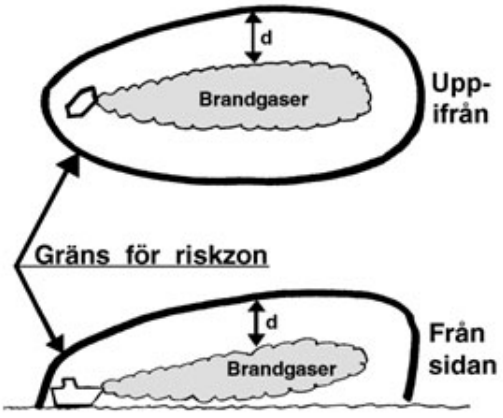


Figur 1-8
Triangelformat riskområde i vindriktningen (30° spetsvinkel)

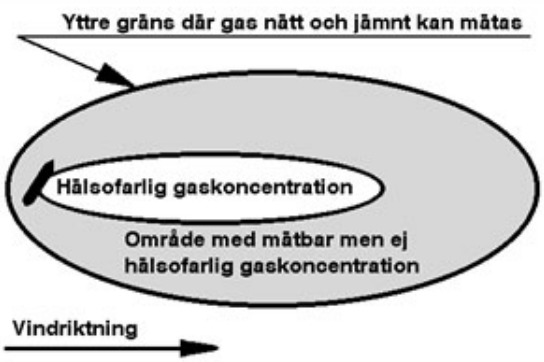
Tabellerna 1-9 och 1-10 anger riktlinjer för utformning av riskområden vid stora olyckor. Det är viktigt att inte uppfatta dessa riskområden som säkra områden. Syftet med tabellerna är endast att ge mycket grova vägledningar för riskområdenas storlek.

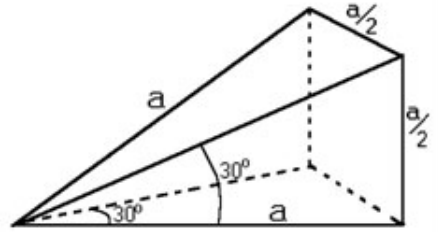
Vid en allvarlig hotsituation eller större olycka skall snarast ett riskområde bestämmas enligt Tabellerna 1-9 och 1-10. Endast insatspersonal med helskydd får vistas inom riskområde. Meddelanden med information om riskområdet skall sändas ut till allmänheten, sjöfarten och luftfarten.

Tabeller med vägledning för grov uppskattning av riskområdens storlek vid stora olyckor

Hotsituation eller inträffad händelse	Exempel på ämnen	Beskrivning av riskområdet	Grafisk bild av riskområdet
Risk för häftig brand	aceton akrylonitril bensin cyklohexan hexan metylalkohol metyletylketon vinylacetat	Halvsfär med 100 m radie	
Risk för explosion	LPG (propan, butan) etylen (eten) propylen (propen) butadien explosivämnen blandningar av syreavgivande och brännbara ämnen	Halvsfär med 1000 m radie	
Inträffad brand med normala brandgaser	aceton akrylonitril bensin cyklohexan hexan metylalkohol metyletylketon vinylacetat	Ett område runt och över de synliga delarna av brandgaserna och 100 m från dessa	
Inträffad brand med särskilt hälsofarliga brandgaser	klorerade kolväten t.ex. diklorpropan etylklorid etylendiklorid klorbensen vinylklorid etanolamin vissa plaster	Ett område runt och över de synliga delarna av brandgaserna och 500 m från dessa	

Tabell 1-9

<table>
<tr><th>Hotsituation eller inträffad händelse</th><th>Exempel på ämnen</th><th colspan="4">Beskrivning av riskområdet</th><th>Grafisk bild av riskområdet</th></tr>
<tr><td>Inträffat utflöde av ämne som avger särskilt hälsofarligt gasmoln</td><td>bensen
bensenolja
lätt råolja
bensen/
toluen/
/xylen-
blandning
(pyrolys-
bensin)</td><td colspan="4">Ett område i vars ytterkanter tydliga utslag erhålls med gasspårnings-instrument</td><td> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Inträffat utflöde av kondenserad gas från container eller gastankfartyg</td><td rowspan="4">GRUPP I
ammoniak
vinylklorid

GRUPP II
LPG (propan, butan)
etylen (eten)
propylen (propen)
butadien</td><td></td><td colspan="2">Hälso-risk-område</td><td>Brand-/explosions-risk-område</td><td rowspan="4"> 

Vindriktning →</td></tr>
<tr><td>UT-FLÖDE</td><td>I</td><td>II</td><td>I och II</td></tr>
<tr><td>ton</td><td>a
km</td><td>a
km</td><td>a
km</td></tr>
<tr><td>0,1
1
10
100
1000</td><td>1
2
5
10
20</td><td>0,2
0,4
1
2
4</td><td>0,2
0,4
1
2
4</td></tr>
</table>

Tabell 1-10

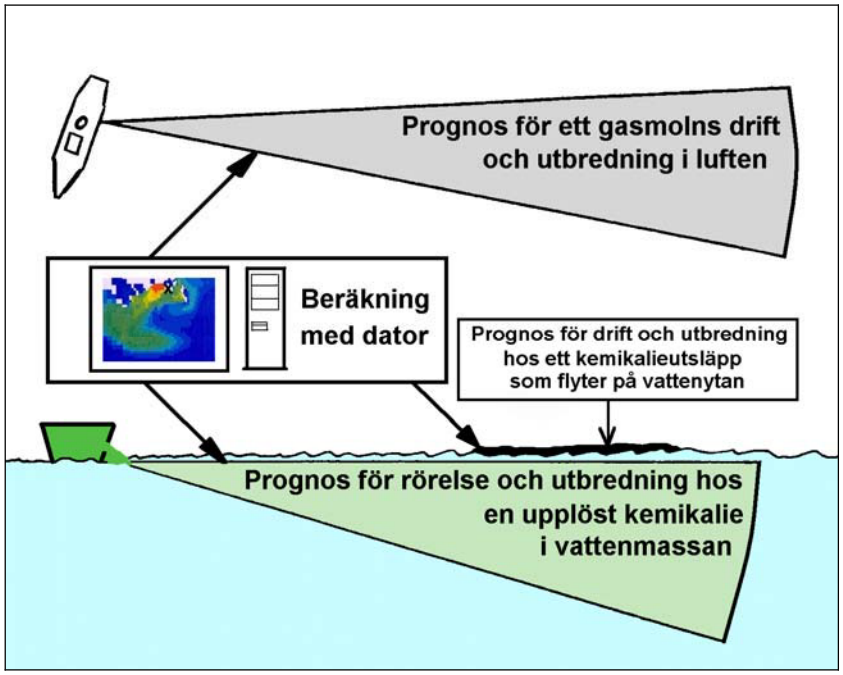
2 Spridningsprognoser

2.1 Inledning

Om ett kemikalieutsläpp inträffar i den akvatiska miljön är det viktigt att så snart som möjligt försöka bedöma eller beräkna (prognosticera) dess drift och utbredning för att erhålla ett underlag till en riskanalys. En enkel grov uppskattning eller manuell beräkning är bättre än ingenting. Prognosen bör, så långt det är möjligt, baseras på utsläppets fysikaliska egenskaper samt omgivningsfaktorer som t.ex. temperatur, vind, vattenström, topografi.

Det finns på marknaden flera olika datorbaserade spridningsmodeller för kemikalieutsläpp. En modells tillförlitlighet beror på 1) modellens konstruktion och tillämplighet för det aktuella utsläppet, 2) hur korrekt alla data matas in, och 3) hur professionellt modellen används. I avsnittet Metoder finns några exempel på olika datorbaserade spridningsmodeller för kemikalieutsläpp. Syftet har inte varit att peka på det ”bästa” systemet, inte heller att utvärdera eller rangordna systemen.

Figur 2-1 åskådliggör spridningsmodellers tillämpningsområden. Vissa modeller är endast avsedda för gaser och vissa modeller är endast avsedda för ämnen som flyter på vattenytan. Endast ett fåtal modeller är integrerade för flera spridningstyper där också tredimensionell spridning i vattenmassan ingår.



Figur 2-1

Det är ovanligt att spridningsmodeller underkastats en ordentlig validering, dvs att tillförlitligheten bekräftats mot inträffade utsläpp under många olika verkliga förhållanden.

Många datorbaserade spridningsmodeller har uppseendeväckande begränsningar. Det är vanligt att gasspridningsmodeller inte kan korrigera beräkningen med hänsyn till terrängens struktur under gasmolnet (t.ex. platt mark, skog, lugn vattenyta, grov sjö). En del gasmodeller kan inte ta hänsyn till topografin (t.ex. berg och stora byggnader).

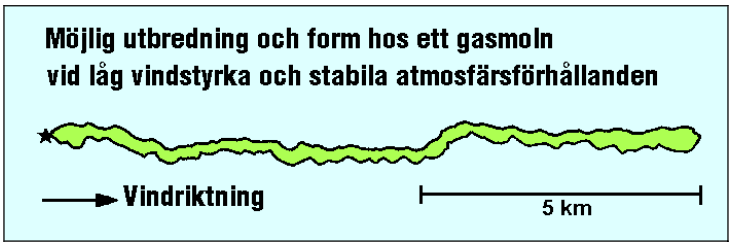
Det är svårt att konstruera spridningsmodeller för kemikalier i vattenmassan som på ett tillförlitligt sätt använder kemikaliens fysikaliska data (t.ex. omvandlar kemikaliens löslighet i vatten till en upplösningshastighet i vattenmassan). Därför är det viktigt med utförlig validering av modellen mot verkliga utsläpp.

2.2 Gasmoln

I akuta skeden där stora momentana gasmoln bildas är det ofta omöjligt att hinna med att utföra någon beräkning av molnets drift och spridning. När räddningstjänsten kommer till platsen för att göra en första bedömning kan molnet redan ha drivit iväg och i värsta fall vållat stor skada. Under utsläpp som är kontinuerliga under visst tidsintervall finns större möjligheter att beräkna koncentrationsnivåerna i vindriktningen och därmed bedöma hälso- och brandrisker i olika riktningar och på olika avstånd.

Under vissa atmosfäriska förhållanden kan det vara mycket svårt eller omöjligt att bedöma eller beräkna riskområdets utsträckning och form även med hjälp av de mest sofistikerade modellsystem. Figur 2-2 visar exempel på detta vid stark kyla och stabila vindförhållanden och mycket låg vindstyrka. Utsläpp av gasmoln under motsatta vindförhållanden med mycket kraftig turbulent vind är också mycket svåra att prognosticera.

Figur 2-2 visar ungefärligt utseende hos ett 10-15 km långt och smalt moln som rapporterades från ett utsläpp av endast 10 kg klorgas vid -30°C lufttemperatur, stabila vindförhållanden och mycket låg vindstyrka.



Figur 2-2

Metod 21 visar en mycket grov manuell beräkningsmodell för gasmoln.

Metod 24 (ALOHA) är en välkänd datorbaserad modell som sedan många år används världen över.

Metod 25 beskriver ett datorbaserat modelleringssystem för gasmoln från läckande rörledningar och tankar.

Metod 27 är ett integrerat modelleringssystem som bl.a. används för beräkning av avdunstningshastighet från kemikalieutsläpp på vattenytan

2.3 Utsläpp som flyter på vattenytan

Det kan vara mycket svårt att modellera ett kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan beroende på att det påverkas av flera samverkande processer:

a) Vind och vattenström
b) Avdunstning till atmosfären
c) Upplösning i vattenmassan
d) Kemiska reaktioner och andra förändringsprocesser

Många laboratoriemodeller har utvecklats (jfr Ref. 26), men mycket få har validerats mot verkliga utsläpp under naturliga förhållanden i miljön.

Metod 22 använder en driftmodell för ”oljeliknande” kemikalier som i likhet med olja flyter på vattenytan och endast i liten utsträckning avdunstar och/eller upplöses i vatten-

massan.

Både Metod 26 och Metod 27 använder integrerade modeller som förutom prognos för ämnen som flyter på vattenytan även kan ge prognos för dels utsläpp som upplöses i vattnet, dels sjunker till botten.

2.4 Utsläpp som upplöses i vattenmassan

Många kemikalier som transporteras i stora mängder (t.ex. svavelsyra och natriumhydroxidlösning) upplöses helt vid utsläpp i vatten. Det är viktigt att kunna prognosticera sådana utsläpps spridning och utbredning i vattenmassan för att kunna bedöma risker för miljön, fiske, rekreationsområden, färskvattenintag m.m. Det är också viktigt att på rätt sätt kunna bekämpa sådana utsläpp med t.ex. netralisationsmedel.

Metod 22 beskriver en mycket grov manuell beräkningsmodell för utsläpp som upplöses.

Både Metod 26 och Metod 27 använder integrerad modeller som förutom prognos för ämnen som upplöses i vattnet även kan ge prognos för dels flyter på vattenytan, dels sjunker till botten.

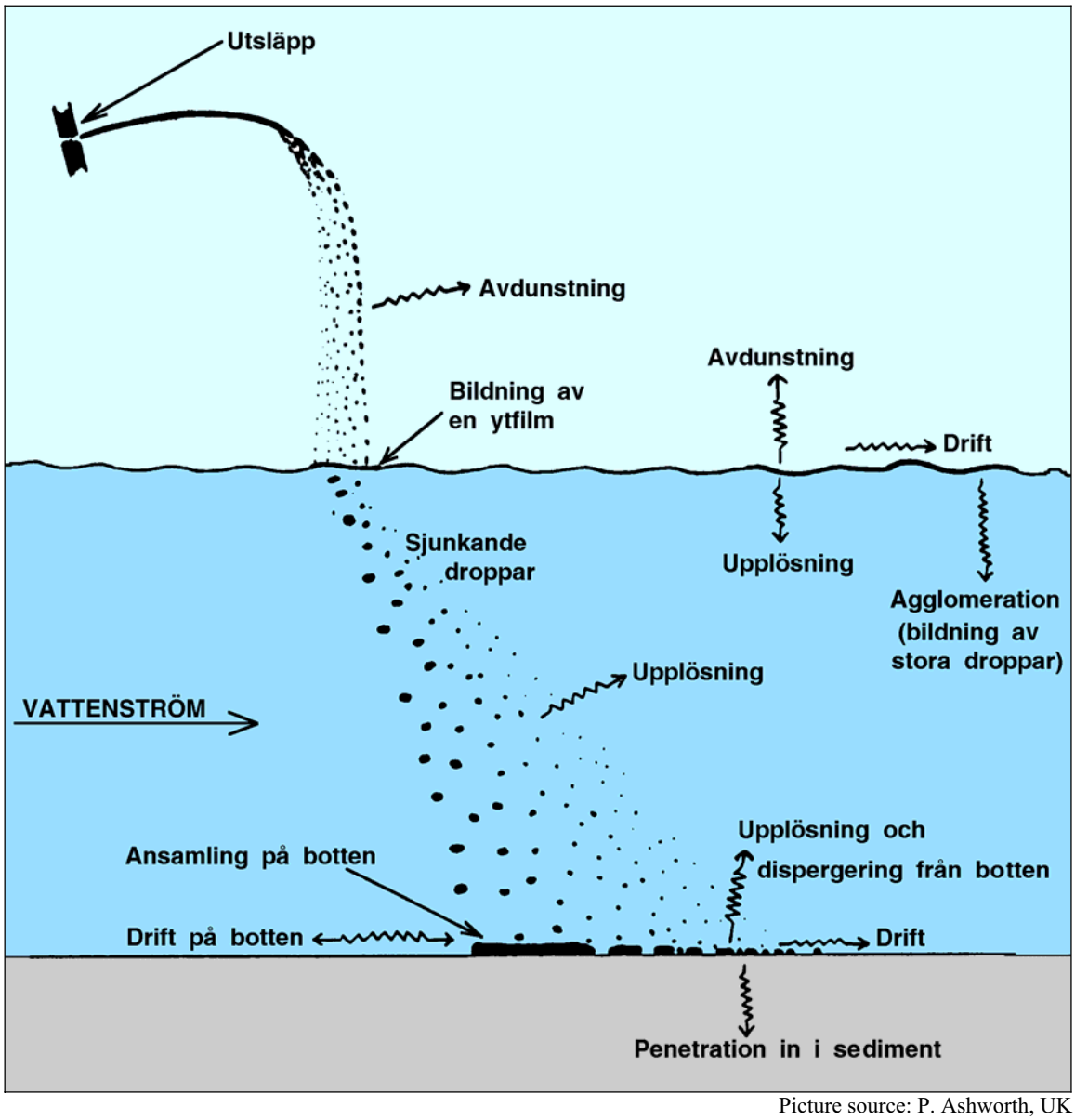
Beräkningsmodulerna i ovanstående metoder är normalt endast tillämpbara på relativt lättlösliga ämnen. De kan dessutom inte användas för stillastående, eller nära stillastående, vatten (jfr Kapitel 5 avsnitt 5.3) eller vid kraftig virvelbildning.

2.5 Sjunkande utsläpp

Figur 2-3 visa hur komplicerat beteendemönstret kan vara för en sjunkande svårlöslig kemikalie i vatten. Bilden antyder därmed också hur svårt det kan vara att ge en prognos för spridningen i vattenmassan för en sådan kemikalie även med en mycket sofistikerad datormodell. Orsaken är det stora antal parametrar som påverkar kemikaliens rörelse och spridning.

Kemikaliens densitet påverkar den hastighet varmed utsläppet sjunker till botten. Dess ytspänning och löslighet (även om den är mycket låg) inverkar på beteendet vid den första kontakten med vattenytan och ämnets fördelning och spridning i vattenmassan under färden mot botten. Vattenström, vattendjup och densitet är faktorer som avgör hur lång väg ämnet kommer att röra sig i strömmens riktning innan kontakt med botten.

Ämnets varaktighet på botten beror bl.a. på dess löslighet i vatten. Om lösligheten är t.ex. 1 % eller 0,001 % bör detta ha en avgörande effekt på utsläppets livslängd på botten. Förekomsten av bottenströmmar inverkar också. Ämnet kan även penetrera in i bottensedimentet. Denna penetreringshastighet beror på sedimentets egenskaper och struktur.



Picture source: P. Ashworth, UK

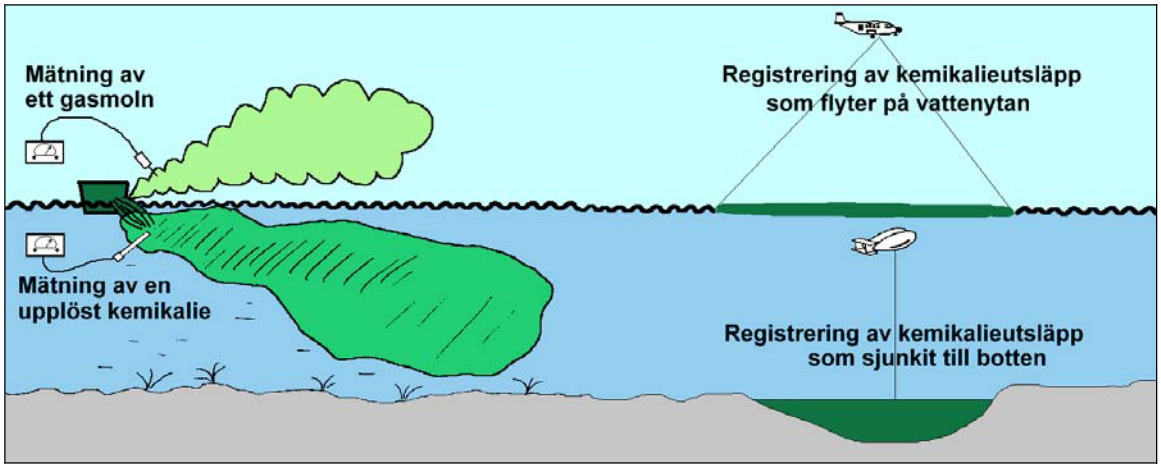
Figur 2-3 *En sjunkande svårlöslig kemikalie och dess beteende i vattenmassan (Ref. 66)*

3 Mätinstrument och personskydd

3.1 Allmänt

Syfte med mätning

Vid incidenter eller olyckor med utflöden av kemikalier är det viktigt att registrera utsläppen och mäta deras utbredning och koncentrationer (se Figur 3-1).



Figur 3-1

Syften med sådana mätningar kan vara följande:

- Identifiera ämne(n) i ett utsläpp.
- Fastställa och avgränsa det riskområde med hälsofarlig atmosfär där oskyddade personer inte får vistas.
- Bedöma brand- och explosionsrisk.
- Bedöma erforderlig personskyddsnivå (se 3.6 nedan).
- Kontrollera ett riskområde vars utformning redan är uppskattad eller beräknad enligt någon metod.
- Fastställa storleken av påverkade områden i miljön så att adekvata miljöskyddsinsatser kan sättas in.
- Samla information så att en allsidig beskrivning kan ges av olyckans omfattning för att tillgodose de informationskrav som ställs från allmänhet, nyhetsmedia, samverkande myndigheter och medverkande expertis av olika slag

Den svåraste uppgiften kan vara att så snabbt som möjligt identifiera ämnen i utsläpp. Om detta måste göras genom mätningar krävs ofta sofistikerade instrument och ibland särskild expertis. Även vid användning av vanliga mätinstrument krävs ofta kunskap om ämnets identitet för att fastställa koncentrationer och risker. Lyckligtvis finns ofta denna kunskap på ett tidigt stadium vid räddningsinsatser mot kemikalieutsläpp.

I ett inledningsskede av en olycka, innan mätningar hunnits utföras, måste ett riskområde

med mycket stor marginal upprättas kring olycksplatsen till dess annan information kan ge underlag för en ändrad bedömning av situationen.

3.2 Gasmätning med portabla instrument

3.2.1 Vanliga instrumenttyper

Se M1 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
På världsmarknaden finns hundratals tillverkare som saluför sammanlagt tusentals olika modeller av portabla gasmätningsinstrument som kan användas under kemikalieolyckor. Det är en snabbt växande marknad och det är svårt att ge dagsaktuella beskrivningar och rekommendationer av lämpliga instrument. Därför begränsas detta kapitel till en kortfattad översiktlig genomgång.

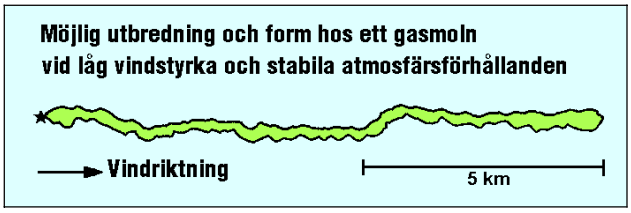
Företaget International Sensor Technology i Californien, USA, har gett ut en bred översikt av principer för mätning av farliga gaser (en 272-sidig bok, Ref. 121). Publikationen kan även användas som en allmän vägledning vid val av instrumenttyper.

Följande tabell ger en kortfattad sammanställning över tre typer av gasmätning som räddningstjänsten måste kunna utföra vid kemikalieolyckor.

Typ av mätning	Syfte	Exempel på portabla mätinstrument
1. Gasspårning (oftast krävs att ämnet, som mätningen avser, har identifierats)	Att bestämma yttre gränsen för ett gaskontaminerat område(några ppm för t.ex. toluen). Innanför denna gräns kan atmosfären vara hälsofarlig för oskyddad personal (se Metod 31).	Reagensrör med pump Halvledarinstrument Fotojonisationsinstrument IR-instrument Små gaskromatografer Mobila masspektrometrar
2. Bestämning av brand/explosionsrisk	Att bestämma yttre gränsen för ett brandfarligt gasmoln (10 % av undre brännbarhetsgränsen, dvs ca. 1000 ppm för toluen). Innanför denna gräns finns risk att gasen kan antändas.	Explosimetrar
3. Bestämning av syrgaskoncentration	Att bestämma yttre gränsen för ett syrgasfattigt område (syrgaskoncentration ca 19,5 %). Innanför denna gräns finns risk att inandningsluften är alltför syrgasfattig för oskyddad personal.	Syrgasmätare

Metod 31 visar hur hälsoriskområdet lämpligen kan bestämmas med gasspårningsinstrument. Metoden ger dock otillförlitliga resultat vid såväl svag som mycket kraftig vind då gasmolnen kan få mycket oregelbundna former (se Figur 3-2).

Vid vissa väderförhållanden kan utsläpp av gaser bilda mycket långsträckta moln. Figur 3-2 visar ungefärligt utseende för ett 10-15 km långt moln av ett utsläpp av 10 kg klorgas vid -30°C och mycket lugnt och stabilt vindförhållande.



Figur 3-2

3.2.2 Mätning av brännbar atmosfär

Mätning av brännbara luftblandningar får inte förväxlas med gasspårning. Koncentrationen av ett ämne i luften när blandningen är brännbar är ofta hundratals eller tusentals gånger större än samma ämnes koncentrationsgräns för hälsofara. För t.ex. toluen är 1000 ppm (en tiondel av undre brännbarhetsgränsen) en säker gräns när det gäller brännbarhetsrisk medan endast ett par ppm är säker gräns för hälsorisk vid räddningstjänstinsatser.

Personal som använder instrument för mätning av flambar atmosfär måste vara fullt införstådda med de begrepp som omnämns i Figur 3-3.

Detektering eller mätning av flambar atmosfär kan ske med handhållna explosimetrar som finns på marknaden i många olika utföranden. Moderna explosimetrar är digitaliserade och försedda med displayer. Äldre instrument har visare med skalor som ofta använder någon av nedanstående förkortningar.

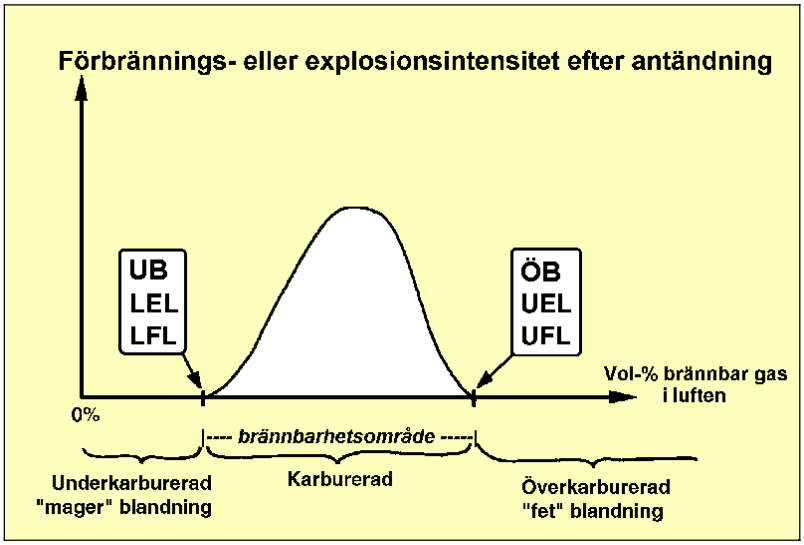
Betydelsen av de förkortningar som används i Figur 3-3 anges i tabellen till höger. I modern svensk terminologi används följande begrepp:
Brännbarhetsområde
ÖB övre brännbarhetsgräns
UB undre brännbarhetsgräns.

ÖB	Övre brännbarhetsgräns
UEL	Upper Explosive Limit
UFL	Upper Flammable Limit
UB	Undre brännbarhetsgräns
LEL	Lower Explosive Limit
LFL	Lower Flammable Limit

Brännbarhetsområdet anger inom vilka koncentrationsgränser i volymprocent som ångor från ett ämne är brännbara i luft. Övre brännbarhetsgränsen (ÖB) anger den högsta koncentration en gas blandad i luft kan ha för att kunna antändas. Undre brännbarhetsgränsen (UB) anger den lägsta koncentration en gas blandad i luft måste ha för att kunna antändas.

Över den övre brännbarhetsgränsen är det för hög koncentration av ångor i luftinblandningen för att de ska kunna antändas. Under den undre brännbarhetsgränsen är det för låg koncentration av ångor i luftinblandningen för att ämnet ska kunna antändas.

Förkortningarna UEL, UFL, LEL och LFL används vanligen på mätinstrument eftersom de ofta är tillverkade för en internationell marknad.



Figur 3-3

3.2.3 Mätning av syrefattig atmosfär

I begränsade utrymmen, t.ex. tankar eller lastrum, kan syrehalten minska på grund av t.ex. svetsnings- eller skärbränningsarbeten. Minskningen kan även förorsakas av syreförbrukande reaktioner som t.ex. rostning eller andra oxidationer, eller mikrobiella processer (jäsning, fermentering).

Ibland kan syrgasen försvinna genom att den trängs undan av en annan gas t.ex. inertgas, koldioxid, kväve eller kolvätegaser. Om en sådan gas börjar fylla utrymmet måste oskyddad personal snabbt evakueras.

Med "syrefattig atmosfär" menas att luften inte innehåller så hög syrekoncentration som behövs för normal andning. Normal frisk luft innehåller 20,8 volymprocent syre.

Den amerikanska arbetarskyddsmyndigheten OSHA (Occupational Safety & Health Administration) definierar området mellan 19,5 och 22,0 volymprocent syre som säkert för inandningsluft. Därmed är 19,5 volymprocent en säkerhetsgräns för syrefattig atmosfär.

En syrehalt av 10 procent i inandningsluften leder snabbt till medvetslöshet och mindre än 8 procent leder normalt snabbt till döden.

Syftet med bestämning av syrgaskoncentration med syrgasmätare är normalt att bestämma yttre gränsen kring ett syrgasfattigt område (19,5 volymprocent syre). Innanför denna gräns finns risk att inandningsluften är alltför syrefattig för oskyddad personal och detta område får inte beträdas utan godkänd andningsutrustning (SCBA - self-contained breathing apparatus).

3.3 Mätning av utsläpp som flyter på vattenytan

Se M2 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Det är välkänt att oljeutsläpp på vattenytan kan detekteras och registreras med olika typer av flygburna fjärranalysinstrument. Oljeutsläpp är ofta ganska viskösa och bildar relativt tjocka filmer (> 1 mm) som ändrar vattenytans fysikaliska egenskaper och gör dem lätta att registrera med fjärranalys. Men även mycket tunna oljefilmer (< 0.1 mm) kan registreras med vissa instrumenttyper och därmed även filmbildande kemikalier vars filmer på vattenytan oftast är mycket tunna (se Metod 32).

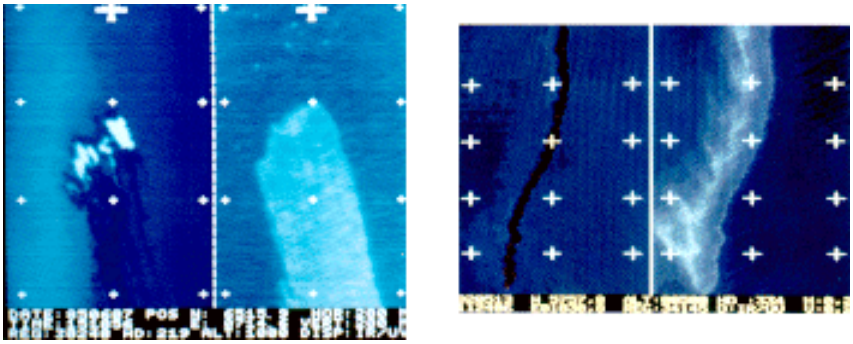
Såväl tjocka som mycket tunna filmer på vattenytan dämpar de centimeterstora s.k. kapillärvågorna på vattenytan. Kapillärvågor bildas redan vid mycket låga vindstyrkor och finns nästan alltid utom vid stiltje (bleke). Vid kraftig vind och höga vågor ligger kapillärvågorna överlagrade på de större vågorna.

Kapillärvågor ger upphov till ett ljust s.k. ”clutter” (backscatter) på radarbilder. Sidspanande radar (SLAR, Side-Looking Airborne Radar), som används för spaning efter oljeutsläpp, är konstruerade så att detta clutter förstärks. Där oljan dämpar kapillärvågorna uppträder utsläppen som mörka partier på radarbilden (Figur 3-4). Tekniken fungerar sålunda även vid ytterst tunna filmer på vattenytan.

Figur 3-4
SLAR-bild som visar ett oljeutsläpp

Tunna ytfilmer på vattenytan förändrar både vattenytans reflexion av UV-ljus och emission av IR-ljus. Sådana filmer kan därmed registreras med IR/UV-scanner (Figur 3-5) och FLIR (Forward-Looking Infrared Imager). Ett exempel på användning av det sistnämnda instrumentet för registrering av en kemikalie på vattenytan finns i Olycka nr 08.

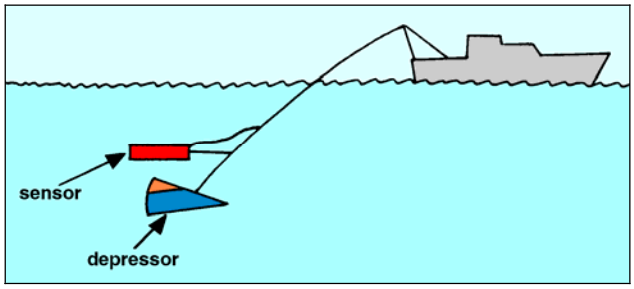
Figur 3-5 *Registreringar av två olika oljeutsläpp med IR/UV-scanner (med IR-kanalen till vänster och UV-kanalen till höger på båda bilderna)*



3.4 Mätning i vattenmassan

Se M3 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Vissa löskomna kemikalier i vattenmiljön upplöses mer eller mindre snabbt och ger koncentrationer i vattnet som är skadliga för miljön. För att bedöma miljöeffekterna måste spridningen av sådana kemikalier följas genom att med jämna intervall mäta deras koncentrationer i berörda vattenområden och pricka in erhållna värden på kartor eller sjökort. Särskild miljöexpertis anlitas för samråd beträffande kemikaliernas spridning i vattnet och ev åtgärder för uppföljning, dokumentation, motåtgärder och skadeinventering. Mätning av upplösta kemikalier i vattenmassan kan utföras med Metod 33.

Mätning av kemikaliers spridning i vattenmassan utförs ofta genom att vattenprover tas upp till ytan och analyseras med en portabel fältanalysutrustning. Ibland måste proverna föras till stationära laboratorier. I en del länder finns mobila laboratorier som kan placeras nära olycksplatsen (Ref. 56 och Ref. 82).



Figur 3-6
Mätning i vattenmassan med bogserad sond

I vissa system sker mätningen med sonder som innehåller analysutrustningen och kan utföra analysen mer eller mindre automatiskt. Sonderna sänks ned manuellt eller bogseras (Figur 3-6). Val av mätprincip och utrustning sker beroende på typ av utsläpp i vattenområdet. Principen kan grunda sig på bl.a. pH, ljusabsorption, konduktivitet (elektrisk ledningsförmåga) eller turbiditet (grumlighet).

Här nedan förtecknas, i tre olika grupper, exempel på sådana kemikalier som ofta transporteras på vattenvägar och som vid utsläpp i vatten kan ge stor miljöskada.

Exempel på syror och baser som är lättlösliga i vatten och som kan mätas med portabel pH-meter eller pH-papper i samråd med särskild expertis:
Ammoniak, ammoniumhydroxidlösning, fluorkiselsyra, fosforsyra, myrsyra, natriumhydroxidlösning, salpetersyra, svavelsyra, ättiksyra

Exempel på övriga kemikalier med större löslighet i vatten än 0,1 % som måste mätas i samarbete med särskild expertis:
Acetoncyanohydrin, akrylonitril, aminoetyletanolamin, anilin, bensen, butylacetat, butylakrylat, butyraldehyd, dietanolamin, dietylenglykol, diklormetan, 1,1-dikloretan, 1,2-dikloretan (etylendiklorid), dipenten, etylacetat, etylakrylat, etylendiamin, etylenglykol, etylenglykolacetat, etylenglykolmonoetyleter, etylenglykolmonoetyleteracetat, etylenglykolmonometyleter, etylhexanol, etylhexansyra, etylhexylakrylat, fenol, isobutanol, isopropanol, koldisulfid, metyl-t-butyleter, metylakrylat, metylisobutylketon (MIBK), metylmetakrylat, monoetylamin, propylenglykol, propylenoxid, vinylacetat

Exempel på kemikalier med lägre löslighet i vatten än 0,1 % som sjunker till botten och som måste mätas i samarbete med särskild expertis:
Bensylbutylftalat, ftalsyraanhydrid, klorbensen, kreosot, stenkolstjära, tetraetylbly (TEL), tetrametylbly (TML), trikloretylen

Låga halter i vattnet av många organiska ämnen (ex. kolväten och halogenkolväten) kan vara svåra att mäta med portabel fältutrustning. På senare tid har dock utvecklats portabel utrustning för fältmässig mätning av sådana ämnen, baserad på enzymteknik (Ref. 55). Många av dessa typer av mätningar måste utföras i samarbete med särskild expertis..

3.5 Mätning av sjunkna ämnen

Ett kemikalieutsläpp som sjunker till botten kommer beroende på vattenström, turbulens och sjunkhastighet att sprida sig mer eller mindre på botten. Sådana utspridda utsläpp på botten kan vara mycket svåra att kartera. En sådan kartering kan dock vara oundgänglig för räddningstjänsten, särskilt om miljön hotas.

En bottenliggande kemikalie har alltid en viss löslighet i vatten även om den ibland är ytterst liten. Lösligheten måste kontrolleras och kemikaliekoncentrationerna i det omgivande vattnet måste mätas för att kunna bedöma risker för miljön, fiske, rekreationsområden, färskvattenintag m.m. Bottenliggande ämnen som upplöses i vattnet kan mätas med Metod 33. Detta kan ofta ske även om lösligheten är mycket liten.

En kemikalie som sjunker till botten sprider, i större eller mindre utsträckning, ut sig över ett bottenområde. Det är därför viktigt att kartlägga utsläppet för att få ett beslutsunderlag för responsarbetet.

Bottenliggande utsläpp som bildar pölar kan registreras med ekolod (se Metod 34). An-

nan typ av registrering och noggrannare kartläggning kan göras med undervattensfarkoster och/eller dykare.

Efter bärgning av det sjunkna utsläppet krävs noggrann planering för det fortsatta saneringsarbetet. Ett omfattande system kan behöva byggas upp för att ta hand om och rena kontaminerade sedimentmassor

3.6 Övrig mätning

Det är ofta nödvändigt för räddningstjänsten att samarbeta med särskild expertis vid olika typer av provtagningar och mätningar efter kemikalieutsläpp som påverkar eller hotar att skada miljön. Exempel är undersökning av vattenlevande organismer och bottensediment.

Vid sällsynta tillfällen kan olika specialister behöva engageras för mätningar av ovanliga ämnen, t.ex. radioaktiva ämnen, smittämnen, kemiska och biologiska stridsmedel etc.

Det är välkänt att hundar har ett otroligt känsligt luktsinne och används därför för en mängd olika ändamål där det gäller att spåra lukten efter t.ex. ätbar svamp, bomber, rötskador och människolik. Principen kallas internationellt ”canine olfaction". Olika projekt har genomförts för att undersöka möjligheten att använda hundar för att spåra kemikalier efter utsläpp (Ref. 47, 48 och 54). Att försöken betraktas som seriösa framgår av att den amerikanska miljövårdsmyndigheten US Environmental Protection Agency (EPA) har slutfört ett projekt (Ref. 48) där det konstaterades att hundars förmåga att upptäcka luftburna kemiska ämnen var bättre än de gasspårningsinstrument som användes för jämförelse.

3.7 Personskyddsnivåer vid kemikalieolyckor

Mätinstrument måste användas för att bedöma behovet av adekvat personskyddsutrustning vid insatser mot kemikalieolyckor. Även om instrumenten inte visar på hälsofarliga nivåer måste personskyddsutrustningen anpassas till risknivån. Utrustningens syfte är att förhindra/minska farliga ämnens kontakt med hud, ögon, slemhinnor och lungor.

Enligt europeisk standard indelas personskyddsutrustning i sex klasser (se Bilaga 4) där Typ 1 innebär högsta skyddsnivån. Dräkter av Typ 1 är helt gastäta och ger högsta skydd mot genomträngning av kemiska och biologiska ämnen samt mot vätske- och gasformiga industrikemikalier. De är dessutom mycket tåliga mot mekaniska påfrestningar.

Skyddsdräkter av Typ 1 bör alltid användas om den luftburna substansen inte är identifierad. Risksituationen och skyddsnivån skall fortlöpande bedömas under räddningstjänstoperationen och omvärderas när ny relevant information erhålls.

4 Provtagning

4.1 Allmänt

Vid räddningstjänstinsatser eller undersökningar i samband med kemikalieolyckor behöver ofta prov tas av utsläpp i miljön och/eller av innehåll i förpackningar eller behållare av olika slag. Efterföljande analys av proverna kan besvara frågor om identiteten av ifrågavarande kemikalier, deras egenskaper, effekter, ursprung m.m.

Vissa undersökningar kan medföra kontakter och samarbete med andra länder rörande provtagning och analys. Ibland måste kontakter etableras med utländsk myndighet varvid prover, analysresultat, undersökningsrapporter m.m. utväxlas mellan länderna.

Den nedanstående listan beskriver åtta olika syften med provtagning i samband med kemikalieolyckor.

4.2 Syften med provtagning

1. **Arbetarskydd**
   Ett okänt ämne måste identifieras för att bl.a. fastställa eventuella hälso- och miljörisker. Ämnet kan dels vara brännbart och medföra brand och/eller explosion, dels vara toxiskt och medföra miljöfara eller hälsofara vid inandning eller hudkontakt.

2. **Straffrättsansvar**
   Om olycksvållaren har identifierats med full säkerhet genom iakttagelser och bilddokumentation behöver prover inte tas av straffrättsliga skäl. I annat fall måste prover tas för att tillsammans med övrig dokumentation påvisa brott.

3. **Skadevållarens ekonomiska ansvar**
   Resultaten av provtagning används ofta som underlag vid skadeståndsanspråk mot skadevållaren. Dessa anspråk kan avse kostnader i samband med räddningstjänstinsatser eller skador på egendom, fiske, rekreationsområden etc.

4. **Åtgärdsplanering**
   I vissa fall kan särskilda analyser ge viktig information för planering av arbetet beträffande bekämpning och sanering. Ämnets fysikaliska egenskaper har stor betydelse för den utrustning och de metoder som skall väljas.

5. **Kortsiktigt miljöskydd**
   Ämnets akuta skadeverkningar på miljön kan skifta väsentligt beroende på ämnets egenskaper. Vissa ämnen har t.ex. stor benägenhet att smeta ner stränder samt växter och djur. Andra ämnen medför mindre risk för nedsmetning, men löser ut större mängder farliga ämnen till vattenmassan. Analyser kan behöva göras av prover från olja, vatten, sediment, organismer m.m.

6. **Långsiktigt miljöskydd**
   Vissa ämnen kan ge långsiktiga skadeverkningar på miljön där vissa arter av organismer slås ut eller miljön förorenas för lång tid framåt. Bedömningar måste göras av hur restaureringen av miljön skall bedrivas. Analyser kan behöva göras av såväl prover från ämnet självt som vatten, sediment, organismer m.m.

7. **Information**
   Särskilt vid större eller farliga utsläpp ställs många och ibland svårbesvarade frågor om ämnets egenskaper och effekter. Det är då viktigt med en snabb och saklig information för att minska oron hos allmänheten och förhindra ryktesspridning. Provtagning och analys kan därvid ge underlag för utformning och inriktning av den information som ges och även för val av informationskanaler. Vid information till allmänheten och till dem som är direkt berörda av utsläppet är det viktigt att bl.a. redovisa:
   - utsläppets ursprung och omfattning
   - ämnets egenskaper och spridning i miljön
   - hälso- och miljöeffekter
   - konsekvenser för olika intressenter
   - pågående arbete med bekämpning, sanering och kvittblivning

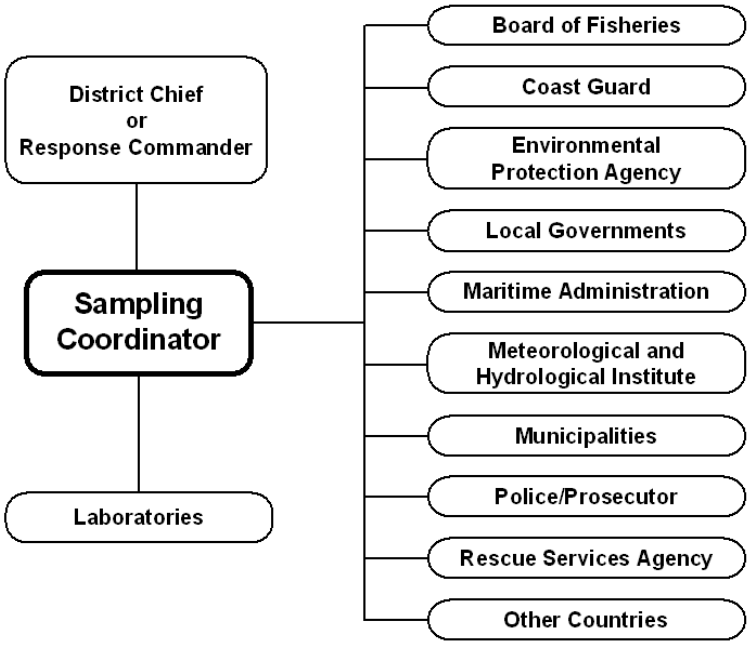
8. **Kvittblivning**
   Den efterföljande kvittblivningen är beroende av ämnets mängd och egenskaper. Vissa anläggningar kan t.ex. inte ta emot ämnen med för stor halt av skräp eller för hög vattenhalt. Vissa ämnen kan innehålla särskilt toxiska föroreningar som kan ställa stora krav på kvittblivningen. Här behövs undersökningar som ger en karakteristik av ämnets föroreningar som är särskilt anpassad för kvittblivningen.

4.3 Ansvarsförhållanden vid provtagning

Kemikalieolyckor inträffar dagligen såväl på land som i vattenmiljön. Även om de flesta av dessa olyckor är mycket små så krävs ofta provtagning och analys för att fastställa faran för människa och miljö samt ofta för att utröna om brott föreligger. Ibland kan det röra sig om omfattande aktiviteter med många inblandade provtagningsaktörer som ibland är ovetande om varandras aktiviteter. I sådana fall finns risk att viktiga prover missas samtidigt som andra prover dubbleras helt i onödan. Det har därför visat sig att det bör finnas en provtagningssamordnare (Sampling Coordinator) inom insatsorganisationen som koordinerar hela provtagningsverksamheten (Ref. 9).

Provtagningssamordnaren bör vara underställd miljöräddningsorganisationens regionchef (District Chief) eller miljöinsatsens räddningstjänstchef (Response Commander). Under räddningsinsatsens dagliga arbete har provtagningssamordnaren övergripande noggrann kontroll över all provtagning som sker till lands och till sjöss och ser till att all erforderlig provtagning utförs. När räddningstjänstfasen avslutas och en mer långsiktig miljöinsats inleds skall ansvaret normalt överlämnas till den lokala myndigheten (Kommunen). Det är emellertid praktiskt att räddningstjänstens provtagningssamordnare fortsätter sitt arbete tills ansvaret för olyckan regleras ekonomiskt och straffrättsligt.

Kontaktnätet för samordnaren och övriga inblandade framgår av följande Figur 4-1.



Figur 4-1

4.4 Provtagningssamordnarens uppgifter

1. Upprätta plan för dokumentation över provtagningen.

2. Ombesörja lämplig provtagning om hälsofara kan föreligga för personalen.

3. Kontrollera att nödvändig provtagning sker, avseende omfattning och noggrannhet.

4. Bedöma om särskilda undersökningar behövs för att underlätta räddningstjänståtgärder.

5. Bedöma om kort- och/eller långsiktiga miljöeffekter kan förväntas och i så fall kontakta berörda myndigheter.

6. Bedöma vilka särskilda undersökningar och analyser som behövs för att tillgodose de allmänna och speciella informationsbehov som föreligger.

7. Ombesörja att tagna prover sänds till anvisade laboratorier samt att efterfrågade analyser utförs och att analysresultat sänds till alla frågeställare.

8. Kontakta ansvariga för borttransport och kvittblivning av uppsamlade spill och utsläpp.

4.5 Redovisning av analysresultat

En hel kedja av aktiviteter leder fram till den information som skall presenteras om utsläppet. Kedjan består i huvudsak av:

- Provtagning
- Förvaring och transport av prov
- Identifiering, märkning, dokumentation
- Kemisk, fysikalisk och biologisk analys
- Bedömning av analysresultat
- Redovisning av analysresultat

Varje moment måste genomföras på ett korrekt och noggrant sätt. Detta är en förutsättning för att informationen om utsläppet skall kunna bli så bra som omständigheterna tillåter. Bristfällig provtagning kan leda till att hela den fortsatta proceduren bli meningslös. Bl.a. måste följande beaktas vid insamling och efterföljande hantering av prov:

- Provtagning från ett utsläpp eller ur en förpackning, behållare eller tank med okänt innehåll skall alltid utföras av välutbildad personal klädd i helskyddsutrustning. Arbetsteamet skall bestå av minst två samarbetande kemdykare.

  Insatsarbetets försiktighetsåtgärder bör utformas efter det engelska uttrycket ”worst possible case basis”. Alla mått och steg vidtas med största möjliga försiktighet, d.v.s. man utgår från att det kan vara fråga om ett mycket farligt ämne.

- Flera prov måste tas från utsläpp som har stor utsträckning eller ligger på flera ställen.

- Provtagning från misstänkt källa måste utföras på ett så omsorgsfullt sätt att den misstänkta utsläppskällan med säkerhet kan bindas till eller frias från utsläppet.

- Tagna prov måste märkas så att de, på ett otvetydigt sätt, kan härröras till respektive provtagningspunkt.

- Provflaskor måste märkas, förslutas och förvaras på ett sådant sätt att varje misstanke om förväxling eller förfalskning kan uteslutas.

- All dokumentation (anteckningar, foton, video) om proven och andra bevis måste vara tillgängliga vid undersökningen, men måste också skyddas från att förloras, förväxlas eller förfalskas.

- Fortlöpande anteckningar måste föras om all överföring av prov, annat bevismaterial och dokumentation som sker från en ansvarig tjänsteman till en annan.

Redovisning av hälsorisker

Informationen om utsläppet måste på ett entydigt sätt klargöra vilka hälsoeffekter som är förknippade med ämnet ifråga. Vidare måste tydliga anvisningar ges om vilken personlig skyddsutrustning som skall användas.

Många kemikalier som transporteras är farliga både att andas in och vid hudkontakt. Det är därför viktigt att informera om typ av kemikalie och vilka hälsoeffekter som kan uppstå på oskyddad personal. Ibland måste information även ges till sjöfarande samt befolkning i land. Ovanliga ämnen kan ställa särskilda krav på informationsgivningen, t.ex. be-

kämpningsmedel, dioxiner, smittämnen, radioaktiva ämnen eller kemiska stridsmedel.

Redovisning av miljörisker
Det har visat sig vara svårt att redovisa resultat från miljöeffektundersökningar på ett lättillgängligt sätt. Det är icke desto mindre viktigt att denna information förs fram på ett väl avvägt sätt för beslutsfattare, massmedia och allmänhet. Vid informationsgivningen bör utnyttjas ekologisk expertis.

Områden som kan beröras av provtagning kan vara såväl landområden som vattendrag, sjöar, stränder, skärgård och öppet hav.

Proverna kan härröra från mark, vattenmassa, sediment eller organismer. Organismer som utsätts för provtagning kan vara däggdjur, fåglar plankton, bottenlevande organismer, fisk och fiskyngel.

Bedömningen av analysresultaten kräver särskild expertis som skall sammanställa olika delresultat till en samlad bild, bedöma graden av miljöskador och sammanställa eventuella ersättningsanspråk. Vidare skall en prognos uppställas för regionens framtida ekologi och slutligen skall bedömningen klargöras på ett rättvisande sätt för informationsmottagaren.

4.6 Provtagningsmetoder

Metod 41 Provtagning på vattenytan av skikt som är tjockare än 1 mm
Metod 42 Provtagning på vattenytan av skikt som är tunnare än 1 mm
Metod 43 Provtagning i vattenmassan
Metod 44 Provtagning på botten
Metod 45 Provtagning i förpackningar och behållare
Metod 46 Provtagning i fristående tankar, tankcontainrar och fartygstankar
Metod 47 Emballering av prover

5 Åtgärder mot löskomna kemikalier

5.1 Gaser och ämnen som avdunstar hastigt

Exempel: Ammoniak, vinylklorid, klor, metan, propan, butan, gasol (LPG)

5.1.1 Allmänna åtgärder

Brådskande och allmänna åtgärder skall vidtas enligt Kapitel 1, avsnitt 1.3. För att utföra dessa och andra åtgärder är det nödvändigt att ha kunskaper om olika gasers egenskaper och hur de förvaras samt hur de kan strömma ut från behållare och tankar. Det är också viktigt att kunna bedöma eller beräkna gasers spridning i atmosfären och längs mark- och vattenytor (Ref. 22, Ref. 52 och Ref. 139).

5.1.2 Spridda vattenstrålar

Besprutning med fina, spridda vattenstrålar (vattendimma) kan ibland användas för att:

- Tvätta ned vattenlösliga gasmoln (Metod 51)
- Mota, styra eller skingra moln med gaser som är svårlösliga eller olösliga i vatten. (Metod 52).
- Minska brand- och explosionsrisken hos moln med gaser som är brandfarliga genom att kyla ned heta ytor eller släcka gnistor och dämpa flambildning.

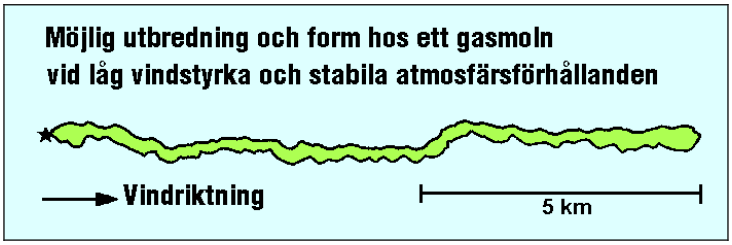
5.1.3 Impaktering (återkondensering)

Impaktering eller återkondensering (Metod 53) kan ibland användas mot begränsade aerosolhaltiga utsläpp av ammoniak, svaveldioxid och klor. Vid läckage från behållare bildar dessa ämnen aerosolhaltiga moln som kan vara ytterst farliga för människa och miljö. Metoden grundar sig på att de små aerosoldropparna i molnet, under vissa betingelser, kan slås ihop (impaktera) till vätska.

5.1.4 Särskilda beteendemönster hos gasmoln

Ett gasmoln sprider sig normalt som en plym i vindriktningen men kan under vissa atmosfäriska förhållanden få ett helt annat utseende. Figur 5-1 visar exempel på detta vid stark kyla och stabila vindförhållanden och mycket låg vindstyrka.

Figur 5-1 visar ungefärligt utseende hos ett 10-15 km långt och smalt moln som rapporterades från ett utsläpp av endast 10 kg klorgas vid -30°C lufttemperatur, stabila vindförhållanden och mycket låg vindstyrka.



Figur 5-1

Spridning av ett gasmoln under motsatta vindförhållanden, med mycket kraftig turbulent vind, kan också ge ett mycket oregelbundet utseende som kraftig avviker från normala plymen.

5.1.5 Särskilt beteendemönster hos ammoniak

Ammoniak som förvaras och transporteras i stora mängder ger stora mycket hälsofarliga gasmoln vid utsläpp. Ammoniaks speciella beteende och toxicitet vid kontakt med vatten förtjänar särskild uppmärksamhet.

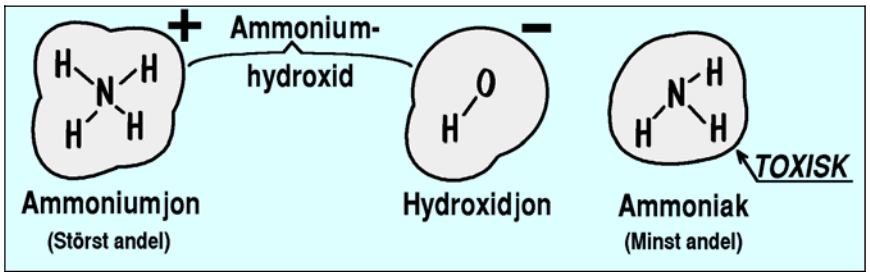
Ammoniak förvaras i behållare och tankar under tryck i kondenserad form som en vätska. Flera större undersökningar har utförts beträffande kondenserad ammoniaks beteende vid utsläpp i vatten (Ref. 81, Ref. 89, Ref. 96 och Ref. 98).

Ammoniak undergår en mycket snabb, "explosionsartad" kokning vid kontakt med vattenytan, men är också lättlöslig i vatten. Hur mycket som upplöses vid ett utsläpp beror på 1) mängd ammoniak, 2) miljöförhållanden och 3) hur utsläppet sker - momentant eller kontinuerligt, på vattenytan eller under. Sammanfattningsvis gäller att ungefär 60 % upplöses vid utsläpp på vattenytan och över 90 % vid utsläpp under vattenytan.

Den ammoniakgas som bildas går lätt upp i luften och rör sig i vindriktningen som en tät vit dimma (jfr Olycka nr 12). Den upplösta ammoniaken bildar till största delen en lösning av ammoniumhydroxid i ytvattenskiktet där den sprider ut sig radiellt innan den långsamt blandas ner i vattenmassorna. Både kondenserad och gasformig ammoniak, samt även ammoniumhydroxid, har frätande samt hälso- och miljöfarliga effekter.

Största delen av den upplösta ammoniaken i vatten bildar ammoniumjoner NH_4^+ och hydroxidjoner OH^- (se Figur 5-2). En mindre del förekommer som neutrala ammoniakmolekyler NH_3. Det är i huvudsak dessa NH_3 -molekyler som ansvarar för de toxiska effekterna på organismer i vattnet (jfr Olycka nr 1).

Figur 5-2 visar hur ammoniumhydroxid i vatten är spjälkad i ammonium- och hydroxidjoner.



Figur 5-2 *Upplöst ammoniak i vatten*

Andelen neutral toxisk NH_3 av den upplösta ammoniakmängden ökar med stigande temperatur och pH, från t.ex. 0,2 % vid 10°C och pH 7,0 till 15 % vid 25°C och pH 8,5. Vid de sistnämnda betingelserna (som uppstår vid inblandning av 1 g ammoniak i ett ton 25-gradigt vatten) dör vissa fiskar vid kort tids exponering.

5.1.6 Åtgärder mot ammoniak

Gasmoln av ammoniak är vattenlösliga och kan tvättas ned med fina vattenstrålar (vattendimma) enligt Metod 51 (jfr Olycka nr 12).

Upplöst ammoniak i vatten bildar ammoniumhydroxid som är en bas (alkaliskt ämne) som kan behandlas med neutralisationsmedel enligt Metod 71.

5.1.7 Sjunkna gasbehållare

Sjunkna gasbehållare kan under vissa omständigheter sprängas enligt Metod Z3.

Sjunkna behållare kan bärgas. Se Metod Y2 och Metod Y3.

5.2 Ämnen som flyter på vattenytan

Exempel: Amylacetat, butylacetat, butanol, butylakrylat, cyklohexanon, dibutylftalat, dioktylftalat, dipenten, fiskolja, heptan, hexanol, isodekanol, olivolja, rapsolja, tallolja, toluen, terpentin, xylen

5.2.1 Allmänna åtgärder

Brådskande och allmänna åtgärder skall vidtas enligt Kapitel 1, avsnitt 1.3.

Under allt sådant bekämpningsarbete måste särskild uppmärksamhet ägnas åt hälso-, brand- och explosionsrisker. All hantering av omhändertagna kemikalier måste ske med största försiktighet. Bortforsling av avfallet skall ske i samråd med berörda myndigheter.

Ett kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan är vanligen vätskeformigt. Det breder snabbt ut sig och bildar en stor kontaktyta mot luften. Även om ämnen i denna grupp normalt har lågt ångtryck så kommer många ändå ge hälsofarliga och kanske även brandfarliga gaskoncentrationer i luften. Under bekämpningsoperationer är det därför mycket viktigt att fortlöpande utföra mätningar med gasmätningsinstrument och anpassa arbete och säkerhetsåtgärder efter mätresultaten.

När det gäller utsläpp av ämnen som flyter på vattenytan är bekämpning oftast bara effektiv för klass F. Ämnen i klass F avdunstar och/eller upplöses relativt långsamt och ligger kvar på vattenytan tillräckligt länge för att bekämpning kanske kan hinna påbörjas om inte kemikaliens utbredning på vattenytan hinner ske till alltför tunna skikt.

De övriga klasserna ämnen som flyter på vattenytan är FE, FED och FD (se Bilaga 3). Utsläpp av dessa kan vara svåra att hinna bekämpa (med t.ex. upptagning och behandling

med absorberingsmedel) eftersom de relativt snabbt försvinner från vattenytan genom avdunstning och/eller upplösning.

Inom klass F är det endast ett fåtal ämnen som transporteras i stora mängder till sjöss i t.ex. tankfartyg, fristående fartygstankar och tankcontainrar. Många av ämnena i klass F är feta oljor (fatty oils), dvs vegetabiliska och animaliska oljor. Tidigare betraktades utsläpp av dessa oljor som nästan ofarliga för miljön. Men det har visat sig att sådana utsläpp ibland ger nästan lika stora miljöskador som mineraloljor (Ref. 133).

5.2.2 Skum

Behandling kan ske med skum för att minska avdunstning (ångbildning) och därmed reducera risken för brand och explosion (Metod 61).

5.2.3 Absorberingsmedel

Användning av absorberingsmedel på kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan kan ibland minska deras utbredning (och uttunning) och därmed underlätta inlänsning och upptagning. Vissa vanliga konventionella oljeabsorberingsmedel kan ibland användas med viss framgång (Ref. 8).

Metod nr 64 visar att bland de typer av absorberingsmedel som är avsedda för oljeutsläpp är vissa också mycket lämpade för uppsugning av kemikalieutsläpp på vattenytan (Ref. 39 och Ref. 62).

Metod 65 visar användning på vattenytan av ett absorberingsmedel som är specialtillverkat för uppsugning av kemikalier (Ref. 119).

Vissa absorberingsmedel, i form av småbitar av skumplast, kan ingå i hela system med särskild spridarutrustning, upptagningsanordning och valssystem för avpressning av upptagen kemikalie och återvinning av absorberingsmedlet för utspridning på nytt. Sådan utrustning har med viss framgång testats i halvskaleförsök mot kemikalieutsläpp på vattenytan (Ref. 67 och Ref. 85).

5.2.4 Gelbildningsmedel

Bland andra typer av behandlingsmedel för kemikalieutsläpp omnämns ofta gelbildningsmedel som är en sorts förtjockningsmedel. Exempel på gelbildningsmedel är sådana som blandas i bensin vid tillredning av napalm. Mot kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan krävs dock speciella gelbildningsmedel. En del sådana medel har provats experimentellt men ännu (år 2006) finns på marknaden inget färdigutvecklat, operativt användbart, gelbildningsmedel för varken olje- eller kemikalieutsläpp på vattenytan.

5.2.5 Inlänsning

Metod 62 visar inlänsning med sofistikerade mekaniska speciallänsor.
Metod 63 visar användning av pneumatiska länsor (luftbubbellänsor).
Metod 67 visar användning av konventionella oljelänsor i kombination med annan oljebekämpningsutrustning.

5.2.6 Mekanisk upptagning

Utsläpp i vatten av kemikalier tillhörande klass F och i undantagsfall FE, FED och FD (se Bilaga 3) kan tas upp med oljetråll (Metod 66) och med konventionell oljebekämpningsutrustning (Metod 67).

Ett fall finns dokumenterat där styren (klass FE) kunde tas upp med bandupptagare och sugpumpar (se Olycka nr 08).

5.3 Ämnen som upplöses i vattnet

Exempel: Aceton, etanol, fosforsyra, glykoler, isopropylalkohol, metanol, metyletylketon, monoetylamin, natriumhydroxidlösning, propionsyra, propylenoxid, svavelsyra, ättiksyra, ammoniumhydroxid (från upplöst ammoniak)

5.3.1 Allmänna åtgärder

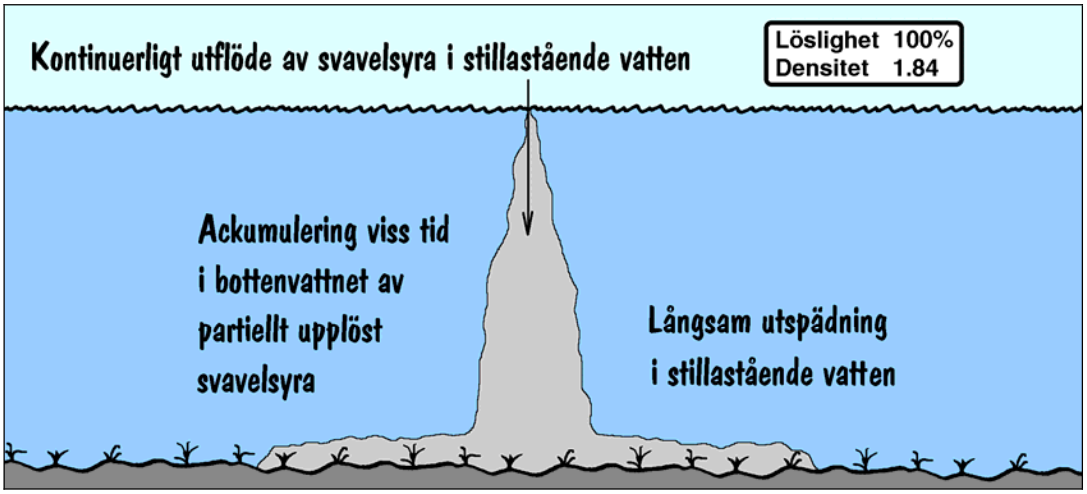
Brådskande och allmänna åtgärder skall vidtas enligt Kapitel 1, avsnitt 1.3.

En kemikalie som upplöses i vattnet bildar ett växande "moln" i vattenmassan. Det är viktigt att mäta koncentrationerna i molnet för att följa kemikaliens spridning och för att kunna bedöma risker för miljön, fiske, rekreationsområden, färskvattenintag m.m.

5.3.2 Särskilda beteendemönster - utsläpp av helt vattenlösliga vätskor i stillastående vatten

Uppblandning i vatten av en helt vattenlöslig vätska sker långsamt under vissa betingelser. Detta gäller särskilt om vätskan är mycket lättare eller mycket tyngre än vatten och om vattnet är stillastående och saknar turbulens. Figur 5-3 – 5-5 visar beteendet för metanol (Ref. 71) resp. svavelsyra (Ref. 70) vid utsläpp i stillastående vatten.

Figur 5-3 *Metanol utblandas långsamt i stillastående vatten*



Figur 5-4 *Beteende hos kontinuerligt utsläpp av svavelsyra i stillastående vatten*

Figur 5-5 *Beteende hos momentant utsläpp av svavelsyra i stillastående vatten*

5.3.3 Olika behandlingsmedel

Kemikalieutsläpp som upplöses i grunt vatten kan ibland blandas med olika behandlingsmedel för att minska skadeverkningar på människa och miljö (Ref. 69, Ref. 94 och Ref. 95). Sådan behandling kan vara verkningslös på djupare vatten eller i områden med stark ström eller hög vattenomsättning. Exempel på sådana behandlingsmedel är:

- Neutralisationsmedel (Metod 71, Metod 72)
- Aktivt kol (Metod 72)
- Flockningsmedel (Metod 72)
- Oxidationsmedel
- Reduktionsmedel (Olycka nr 27)
- Kemiska komplexbildare
- Jonbytare

Behandlingsmedel mot kemikalieutsläpp i vattenmassan kan vara verkningsfulla främst mot ämnen som upplöses helt i vattnet (tillhör Klass D) och ibland även med partiell löslighet, dvs övriga klasser med bokstaven D (GD, ED, FED, FD and SD).

Ett reduktionsmedel, ferrosulfat, användes vid ett tillfälle (se Olycka nr 27, Ref. 100) vid behandling av utläckande kromföreningar. Behandlingen utfördes genom att säckar med

11 ton ferrosulfat tömdes från ett ytliggande fartyg så att ämnet sjönk och spreds över vraket som låg på 17 m djup. Ferrosulfat reducerar 6-värda kromföreningar till 3-värda som är mindre farliga för miljön.

Vissa behandlingsmedel (t.ex. aktivt kol och flockningsmedel) som appliceras på utsläppet absorberar den utsläppta substansen och för den till botten. Vid användning av ett sådana medel måste samråd först inhämtas med ansvarig myndighet eller expertis.

Ibland används behandlingsmedel ombord i pråmar eller tankar/bassänger i land, dit förorenade vattenmassor pumpas från en utsläppsplats (se Olycka nr 02 och Olycka nr 06 samt Ref. 63, Ref. 87 och Ref. 97). Aktivt kol används ofta på detta sätt och är ett välkänt medel för absorption av många olika organiska ämnen. Enligt vissa undersökningar är aktivt kol ett effektivt hjälpmedel vid rening av vattendrag från olika kemikalieutsläpp (Ref. 72, Ref. 86, Ref. 90 and Ref. 102) medan andra källor menar tvärtom att aktivt kol inte är lämpligt som behandlingsmedel mot sådana kemikalieutsläpp (Ref. 74).

Metod 71 beskriver användning av neutralisationsmedel mot utsläpp av syror och baser.

Metod 72 visar en mobil reningsanläggning för mindre vattenmassor (dammar etc.) som har system för filtrering och neutralisation samt behandling med flockningsmedel och aktivt kol.

5.4 Ämnen som sjunker till botten

Exempel: Koltetraklorid, koldisulfid, etylendiklorid, etylklorid, tetrametylbly, kreosot

5.4.1 Allmänna åtgärder

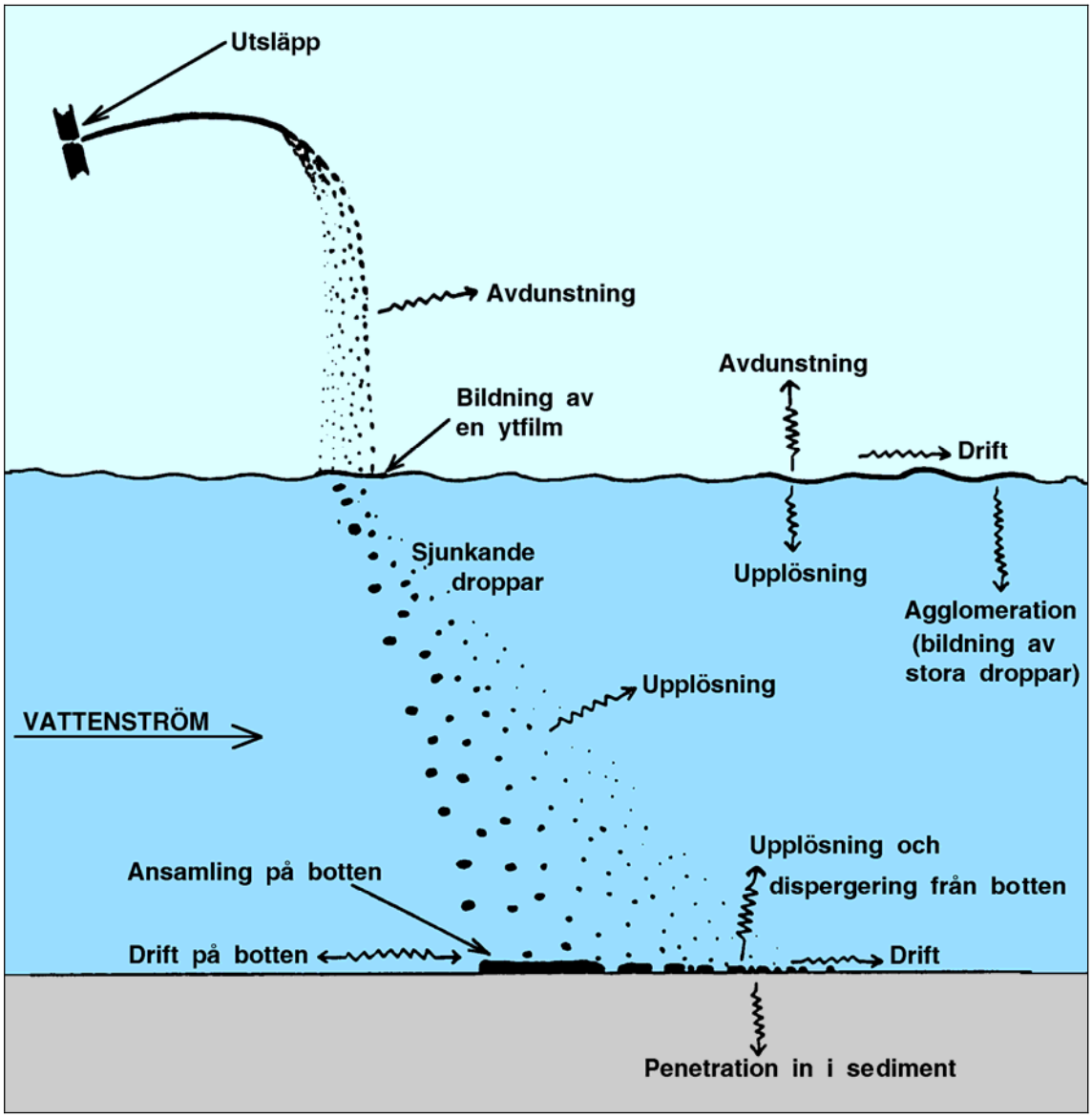
Brådskande och allmänna åtgärder skall vidtas enligt Kapitel 1, avsnitt 1.3.

En bottenliggande kemikalie har alltid en viss löslighet i vatten även om den ibland är ytterst liten. Lösligheten måste kontrolleras och kemikaliekoncentrationerna i det omgivande vattnet måste mätas för att kunna bedöma risker för miljön, fiske, rekreationsområden, färskvattenintag m.m.

Sjunkande utsläpp kan allvarligt förorena de utsatta bottensedimenten. Efter bärgning av det sjunkna utsläppet kan därför noggrann planering krävas för det fortsatta saneringsarbetet. Ett omfattande system kan behöva byggas upp för att ta hand om och rena kontaminerade sedimentmassor (se Olycka nr 06).

Nedanstående Figur 5-6 (Ref. 66) visar det komplicerade beteendet för en sjunkande svårlöslig vätska i vatten. Förloppet sker på ett sätt som beror på kemikaliens fysikaliska egenskaper (densitet, ytspänning, löslighet, ångtryck, aggregationstillstånd m.m.) samt vattenströmmens styrka och utseende.

Ämnets ytspänning och löslighet (om än mycket liten) påverkar dess initiala beteende på vattenytan samt dess dispergering och spridning i vattenmassan under färden mot botten. Ämnets löslighet (t.ex. 1 % eller t.ex. 0,001 %) påverkar naturligtvis dess varaktighet på botten. Eventuella bottenströmmar har också stor inverkan på ett bottenliggande utsläpp. Ämnets eventuella penetration in i bottensedimentet påverkas av sedimentets struktur och egenskaper i övrigt.

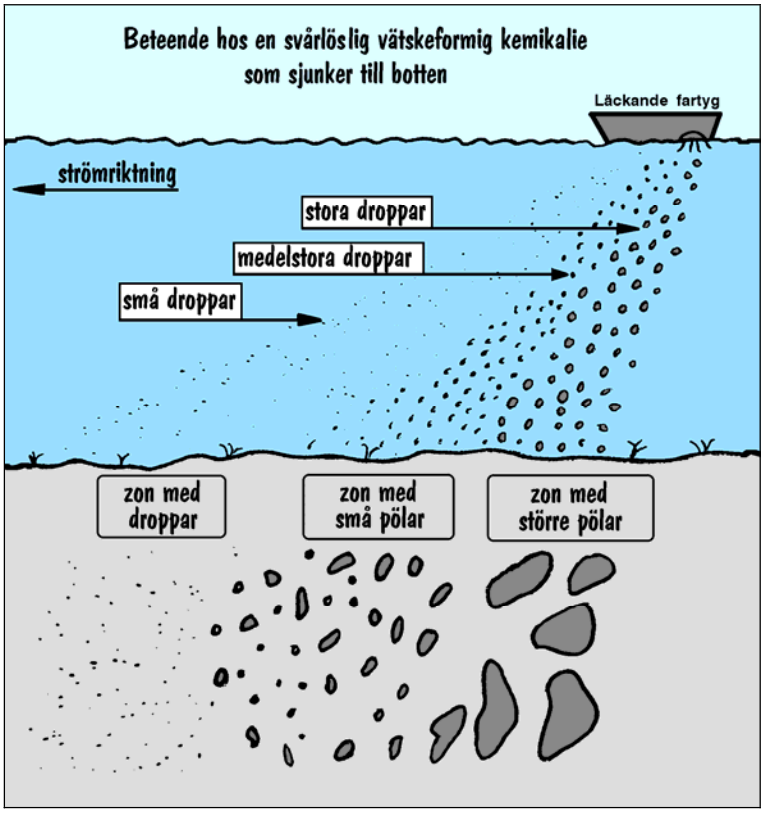


Courtesy of P. Ashworth, UK

Figur 5-6

Figur 5-7 visar hur en sjunkande svårlöslig vätska bildar droppar i vattenmassan och fördelar sig efter droppstorlek i strömmens riktning

Vattenmassans ström tillsammans med vattendjupet och ämnets densitet har en avgörande betydelse för hur långt ämnet färdas i strömmens riktning innan det når botten (Ref. 78)



Figur 5-7
Sjunkande svårlösliga vätskor bildar zoner i strömriktningen med pölar i olika storleksordning.

5.4.2 Registrering av bottenliggande kemikalier

En kemikalie som sjunker till botten sprider ut sig, i större eller mindre utsträckning, över ett bottenområde. Det är därför viktigt att kartlägga utsläppet för att få ett beslutsunderlag för responsarbetet. Bottenliggande pölar, med en plan fasgränsyta mot vattnet, kan registreras med ekolod. Metod 34 visar ekolod-registreringar av sjunkna utsläpp av etylendiklorid och kreosot.

Annan typ av registrering och noggrannare kartläggning kan göras med undervattensfarkoster och/eller dykare (se Bilaga 10).

5.4.3 Upptagning med mudderverk

Vätskor och fasta ämnen som sjunker till botten (Klass S och SD) kan tas upp med mudderverk. Olika typer av mudderverk lämpar sig mer eller mindre bra för detta ändamål. Bilaga 7 behandlar mudderverk.

Bilaga 7, Tabell B7-1 visar en översikt över de tre huvudtyper av mudderverk som finns.

Adekvata säkerhetsåtgärder skall alltid tillämpas vid muddring av sjunkna kemikalier. Dykarnas skyddsutrustning måste vara anpassad till den aktuella risksituationen. Vid arbete med särskilt farliga bottenliggande kemikalier kan det vara nödvändigt att använda skyddsdräkt utanpå dykardräkten (jfr Olycka nr 33). All personal som arbetar vid ytan på eller nära operationsplatsen måste bära personlig skyddsutrustning (jfr tillämpliga delar i Bilaga 1).

Upptagna muddermassor skall betraktas som farligt gods och skall omhändertas för professionell kvittblivning (se avsnitt 5.6). Om muddermassorna överförs till prämar är det

viktigt att täcka påmarna omsorgsfullt för att skydda människa och miljö.

Vissa muddringssystem har egna förvaringstankar. Sådana tankar får användas endast under följande förutsättningar:

- Tankarna är godkända för aktuella kemikalier (dvs samma regler som för kemikalietankfartyg).
- System med mätinstrument är installerat.
- Tankarna är ordentlig skyddade eller gastäta.
- Möjlighet finns för snabb evakuering av personalen.
- Personalen bär nödvändig personlig skyddsutrustning under operationen.

5.4.4 Mekaniska mudderverk

Den enklaste formen av mekaniska mudderverk är grip- eller grävskopor (Figur B7-2 och Figur B7-3) som kan användas på grunda vattenområden med maskinverket placerad på en pråm eller närliggande kaj eller strand. En sådan metod för muddring har tillämpats i Göteborgs hamn (Olycka nr 11) för att ta upp ett utsläpp av sjunken fenol från hamnbassängens botten.

Exempel på större mekaniska mudderverk är de traditionella s.k. paternosterverken med skovlar fastsatta på ett ändlöst band (Figur B7-4 och Figur B7-5) som successivt gräver upp material från botten. Paternosterverk är dock normalt inte lämpliga i dessa sammanhang. De åstadkommer alltför stor turbulens på botten vilket riskerar att sprida den sjunkna kemikalien över större områden.

Metod 81:
Upptagning av sjunkna utsläpp med mekanisk mudderutrustning.

5.4.5 Hydrauliska mudderverk

Vid breddning och fördjupning av farleder, hamnar m.m. används numera ofta hydrauliska mudderverk som ”suger” upp det bottenliggande materialet. Dessa är bättre lämpade, än mekaniska mudderverk, för upptagning av sjunkna kemikalier där försiktighet måste iakttas så att de inte sprids ut över större bottenområden under muddringen. Vanliga konstruktioner av hydrauliska mudderverk visas i Figur B7-6 - B7-10.

Hydrauliska mudderverk är ofta försedda med mudderhuvuden (Figur B7-11) för att effektivisera arbetet vid fördjupning av kanaler m.m. Vid upptagning av bottenliggande kemikalier bör dessa mudderhuvuden avmonteras eftersom de i likhet med skovlar på mekaniska mudderverk åstadkommer kraftig bottenturbulens som tenderar att sprida ut kemikalieutsläppet.

Det finns många mindre hydrauliska eller hydraulisk-mekaniska muddringssystem varav en del är främst avsedda för grunda vattenområden. Figur B7-12 - B7-14 visar några exempel.

Metod 82, Metod 83 och Metod 84 visar upptagning av sjunkna utsläpp med hydraulisk (eller hydraulisk-mekanisk) mudderutrustning.

5.4.6 Pneumatiska mudderverk

I pneumatiska mudderverk trycker en kompressor på ytfartyget ner luft till botten som ”lyfter upp” det bottenliggande materialet. Pneumatiska mudderverk har ingen teoretisk begränsning i djupled. Effekten blir starkare ju större djupet är. En praktiskt begränsande faktor är dock kompressorn som blir stor och kostsam vid arbete på stora djup. Dessutom blir röret svårt att hantera vid större djup då de sidriktade krafterna blir mycket stora. Riskerna för dykare blir också stora i närheten av den sugande mynningen på röret.

Figur B7-15 visar ett pneumatiskt mudderverk som arbetar med en sänkbar luftdriven pump som får luften från en kompressor på pråmen. Pumpen består av tre cylindrar som alternerande fylls med sediment av det hydrostatiska trycket och sedan pressas upp till ytan av tryckluften.

Fördelar med denna teknik, jämfört med hydrauliska mudderverk, är 1) att mudderslammet inte behöver ha vätskekonsistens utan kan hålla upp till 70 % torrhalt samt 2) att metoden inte har något teoretiskt största arbetsdjup.

Det har visat sig att mammutpump eller mammutsug (engelska ”airlift”) är en mycket användbar typ av mudderverk för upptagning av kemikalier från inte alltför stora djup. I Nordsjön har mammutpumpar använts för bland annat uppsugning av sten ned till 60 - 70 m djup. Men det är inte troligt de är praktiskt användbara på så stora djup för upptagning av kemikalieutsläpp.

Mammutpump (Figur B7-16) har visat sig vara framgångsrik i väldokumenterade olyckor (Olycka nr 06 och Olycka nr 07).

Metod 85:
Upptagning av sjunkna utsläpp med litet pneumatiskt mudderverk (mammutpump)

Metod 86:
Upptagning av sjunkna utsläpp med större pneumatiskt mudderverk

5.5 Ämnen som reagerar med vatten

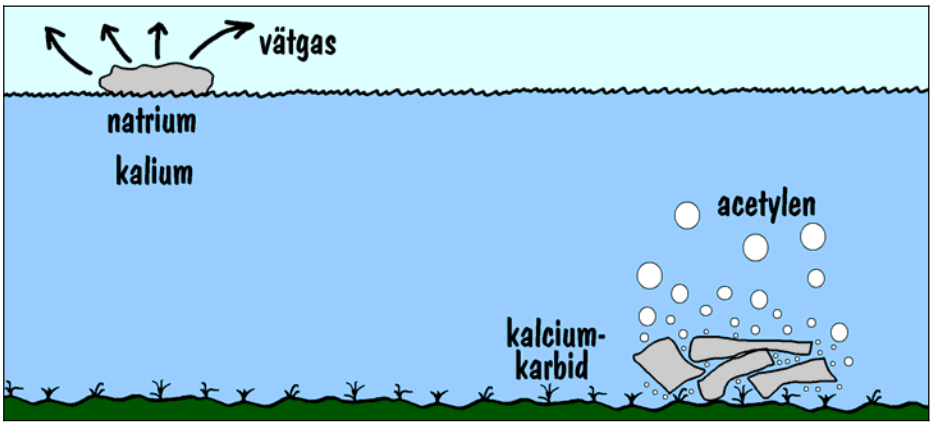
Exempel: Acetylklorid, kalciumkarbid, natrium, kalium, sulfonylklorid, toluendiisocyanat, svavelsyra, oleum

5.5.1 Allmänna åtgärder

Brådskande och allmänna åtgärder skall vidtas enligt Kapitel 1, avsnitt 1.3.

Det är svårt att hänvisa till bestämda metoder för hur åtgärder kan vidtas mot utsläpp av kemikalier som reagerar med vatten. Insatsen måste planeras från fall till fall med särskild hänsyn till ämnets reaktiva egenskaper.

Av alla ämnen som är vanliga i transportsammanhang är det endast ett fåtal som reagerar snabbt med kallt vatten (se exempel i Figur 5-9). Sådana ämnen som undergår kemiska reaktioner med vatten kan teoretiskt passas in klassificeringssystemet i Bilaga 3 med avseende på löslighet, densitet och ångtryck. Men reaktionen med vatten medför att deras beteende inte följer det mönster som flödesschemat (Figur B3-5) indikerar.



Figur 5-9 *Exempel på ämnen som reagerar med vatten*

5.5.2 Vanliga ämnen som reagerar med vatten

Här nedan beskrivs kortfattat beteendemönstret för några ämnen som reagerar med vatten. Dessa ämnen transporteras ofta i stora eller medelstora kvantiteter.

Acetylklorid
Acetylklorid är en rykande vätska som vid kontakt med vatten reagerar häftigt och sönderdelas till saltsyra och ättiksyra.

Kalciumkarbid
Kalciumkarbid är ett fast ämne (pulver och/eller klumpar) som sjunker till botten och reagerar med vatten under bildning av acetylengas som är mycket brandfarlig.

Natrium och kalium
Natrium och kalium är s.k. alkalimetaller som flyter och reagerar mycket våldsamt med vatten varvid vätgas utvecklas som är mycket brandfarlig och kan bilda explosiv knallgasblandning med luft. Reaktionsvärmen medför att vätgasen antänds (undantag för mindre natriumbitar) och ofta exploderar.

Sulfonylklorid
Sulfonylklorid är en rykande vätska som vid utsläpp i vatten reagerar häftigt och sönderdelas till svavelsyra och saltsyra.

Toluendiisocyanat
Toluendiisocyanat (TDI - en ofta använd förkortning) är en vätska som sjunker och reagerar långsamt med kallt vatten. Reaktionen ger upphov till koldioxid och en plastpolymer (polyisocyanat). Trots långsam reaktion leder koldioxidbildningen ibland till våldsamma sprängningar av metallkärl som innehåller toluendiisocyanat.

Koncentrerad svavelsyra

Koncentrerad svavelsyra reagerar inte kemiskt med vatten men ger en så häftig värmeutveckling vid kontakt med vatten att en våldsam kokning kan ske.

Oleum

Oleum eller ”rykande svavelsyra” reagerar inte kemiskt med vatten men ger en så häftig värmeutveckling vid kontakt med vatten att en våldsam kokning kan ske.

Egenskaper hos svavelsyra och oleum

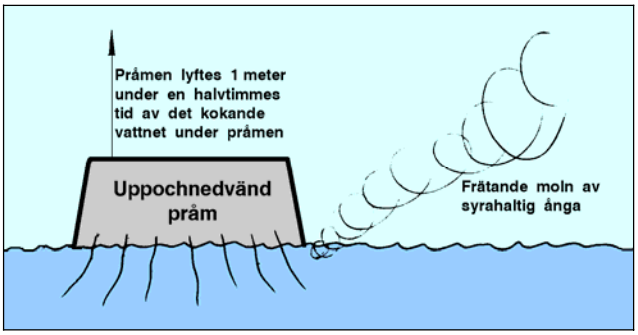
Både svavelsyra och oleum är mycket ”starka”, frätande syror. Svavelsyra bildas när vatten blandas med svaveltrioxid. Vid blandning av samma antal vatten- och svaveltrioxidmolekyler bildas 100 % svavelsyra. Tillsätts ännu mer svaveltrioxid bildas oleum eller ”rykande svavelsyra” som har lite olika densitet och smältpunkt beroende på halten svaveltrioxid.

Tabell 5-10

	Smältpunkt °C	Densitet
65 % Svavelsyra	-64	1,6
98 % Svavelsyra	+3	1,8
100 % Svavelsyra	+10	1,8
Oleum 20	-9	1,9
Oleum 30	+16	1,9
Oleum 40	+33	2,0
Oleum 65	+4	2,1
Oleum 100 (ren svaveltrioxid)	+17	1,8

Ett utsläpp av oleum

En pråm med 1000 ton oleum slog runt i Chesapeake Bay, USA. Hela lasten rann ut inom en timme. Oleum reagerar med vatten under mycket kraftig värmeutveckling. Vid kontakt med utströmmande oleum började havsvattnet att koka under pråmen som lyftes upp ca en meter under den timme som reaktionen pågick. Mängder av död fisk sågs flyta i området.



Figur 5-11

5.6 Kvittblivningsmetoder

5.6.1 Allmänt

Kvittblivningsprocedurer inkluderar metoder vid vilka kemikalierester och förorenat avfall tas om hand för kvittblivning eller destruktion. Sådana metoder tillämpas normalt efter en kemikaliebekämpningsoperation. Ett fåtal metoder kan användas direkt på operationsplatsen medan de flesta praktiseras i speciella mottagningsanläggningar dit materialet transporteras. Några viktiga kvittblivningsmetoder diskuteras kortfattat i detta avsnitt. Beskrivningarna av dem har baserats på EPA:s referensmanual (manual: Ref. 41, översikt: Ref. 53) se avsnitt 5.7.

5.6.2 Förbränning på platsen (kontrollerad bränning)

Många ämnen avge mycket giftiga rökgaser vid förbränning. Denna metod används därför endast under exceptionella omständigheter varvid tillstånd erfordras från ansvariga myndigheter. Utsläpp som flyter på vattenytan är normalt svåra att antända och kräver vanligen speciell antändningsteknik, t.ex. användning av eldkastare eller brandbomber.

5.6.3 Förbränningsugn

Högtemperaturförbränning i en speciell förbränningskammare ger fullständig oxidation om förbränningen utförs under noggrant kontrollerade betingelser. Det finns olika typer av förbränningsugnar baserade på antingen fasta eller rörliga system för förbränningsbädden. Användning av förbränningsugn är generellt en mycket effektiv teknik för kvittblivning av en lång rad olika ämnen där processen ger ett minimum av utsläpp.

5.6.4 Våtluftsoxidation

Användning av specialutrustning för våtluftsoxidation av kemikalier vid moderat temperatur och förhöjt tryck med lämplig kombination av temperatur, tryck och reaktionstid kan ge fullständig oxidation av många substanser. Processen är energibesparande vid lämpligt anpassat tillflöde av kemikalier. Oxidationsreaktionen är ofta självgående när den väl startat.

5.6.5 Pyrolys

Pyrolys är en förbränningsprocess i två steg baserad på otillräcklig lufttillförsel. Processen är lämplig för komplexa blandningar av kemikalierester som vid pyrolysen förkolnas till lätthanterlig fast produkt. De gaser som avgår vid pyrolysen förs vidare till en särskild förbränningsugn för rökgaser.

5.6.6 Avfallsdeponering

Vid avfallsdeponering av kemiskt avfall läggs materialet i grunda gravar. Avfallet skall förbehandlas enligt gällande regler för att reducera innehållet av särskilda komponenter. I många länder är det förbjudet att avfallsdeponera vissa kemikalier.

5.6.6 Djupförvaring

Djupförvaring i underjorden eller berggrunden ställer stora krav på borrning till stora djup och noggranna förundersökningar av tilltänkta förvaringsplatser. Metoden är vanligen underkastad omfattande krav på låg seismisk aktivitet, lågt naturresursvärde, noggrann geologisk undersökning och perfekt inkapslingsteknik.

5.7 EPA:s referensmanual

I ett flerårigt arbete har Environmental Protection Agency i USA på kontraktsbasis låtit utvärdera metoder för åtgärder mot kemikalieutsläpp på land och i vatten. Arbetet har resulterat i en nära 300 sidor tjock referensmanual som innehåller dels tabeller där metoderna summariskt beskrivs och utvärderas, dels en beskrivande textdel utan figurer (manual: Ref. 41, översikt: Ref. 53).

Manualen är mycket systematiskt uppställd och behandlar sammanlagt ca 670 olika kemikalier. Manualen utgår från fyra olika utsläppsscenarier med var sin Tabell (1A - 4A) och sju åtgärdstabeller (1B - 7B) enligt följande Tabell 5-12.

Tab.	4 st scenariotabeller	Tab.	7 st åtgärdstabeller	Antal ämnen
1A	Utsläpp av fast ämne eller vätska i vatten	1B	Olösliga ämnen som sjunker	650
		2B	Lösliga ämnen som sjunker	
		3B	Olösliga ämnen som flyter	
		4B	Lösliga ämnen som flyter	
2A	Utsläpp av vätska på land	5B	Vätskor på land	250
3A	Utsläpp av fast ämne på land	6B	Fasta ämnen på land	400
4A	Utsläpp av gas	7B	Gaser i luften	18

Tabell 5-12

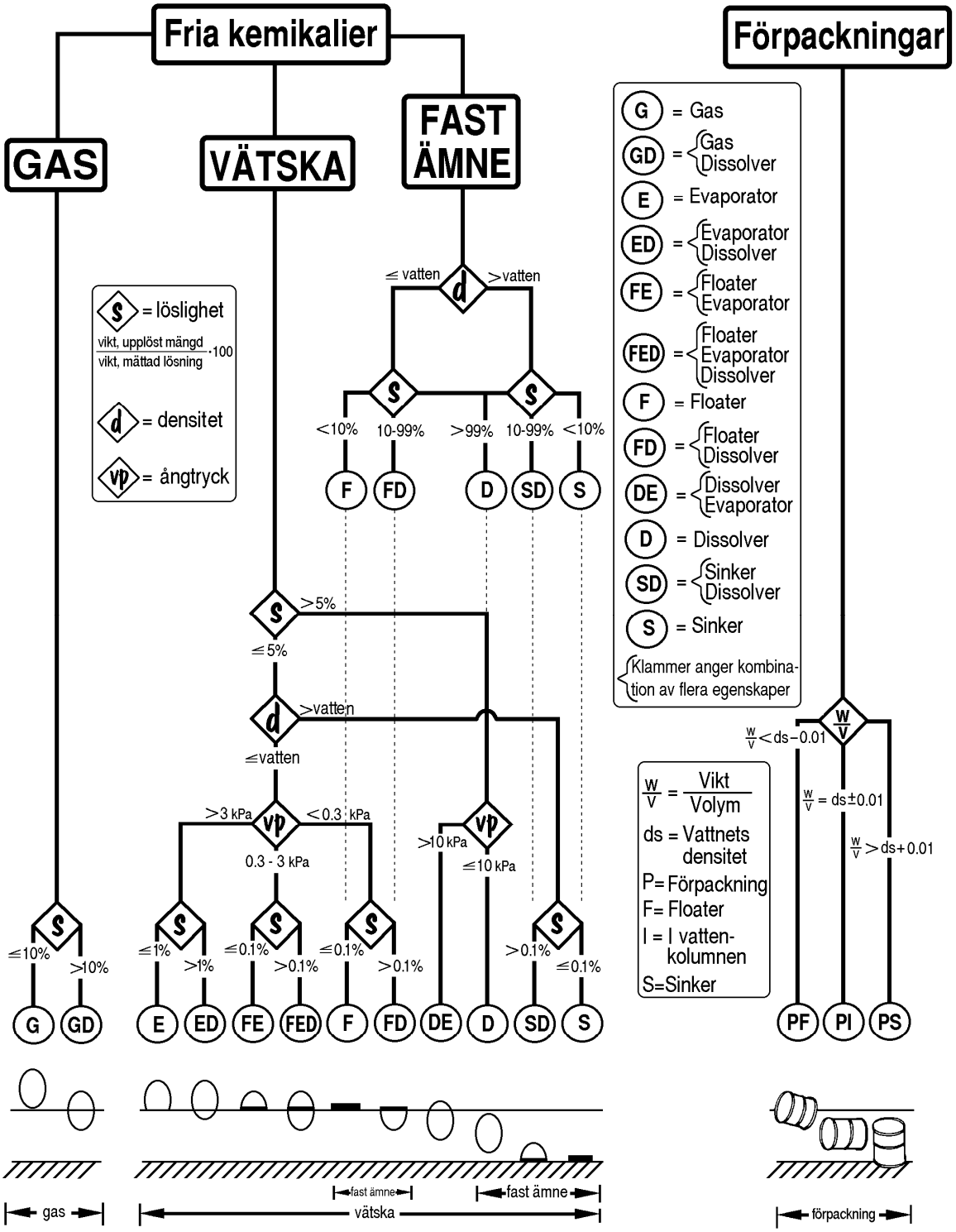
De 650 ämnena i tabell 1A återkommer i tabell 2A eller 3A (visas ej här). Kemikalierna systematiseras enligt ca 40 olika kemikalieklasser där de i matriser för vardera tabellen 1B - 7B (visas ej här) ställs mot ca 30 olika åtgärdsmetoder. En markering i matrisen anger om metoden skall användas för åtgärd mot utsläpp av kemikalieklassen ifråga. I efterföljande tabeller 1C - 7C (visas ej här) ges summariska uppgifter om metoderna avseende effektivitet, tidsåtgång, begränsningar, kostnader, krav beträffande utrustning och bemanning, m.m.

I ett avsnitt av manualen på nära 100 sidor beskrivs metoderna systematiskt under rubriker som i förkortat skick återges på svenska i nedanstående Tabell 5-13.

Mekaniska åtgärder	inneslutning	dammar, barriärer, länsor, förpackning
	övertäckning	nedgrävning, skumtäckning, vattentäckning
	avlägsnande	muddring, upptagning, pumpning, dispergering,
Fysikalisk behandling	absorbering	aktivt kol, absorberingsmedel
	nedkylning	kolsyreis, flytande kväve, is
	filtrering	
	gravimetrisk separation	flotation, sedimentering, centrifugering, cyklonseparation
	indunstning	
	magnetisk separation	
	membran-separation	omvänd osmos, ultrafiltrering
	stripping	luftning, ångstripping
	nedtvättning	
Kemisk behandling	koagulering, flockning	järnklorid, alun, polyelektrolyter
	vätske-extraktion	
	solidifiering, stabilisering	chelering, sekvestrering, cementering, gelering, kalkbehandl., polymerbehandl., silikatbehandl., termoplastbehandl.
	jonbyte	katjonbytare, anjonbytare
	hydrolys	sur hydrolys, basisk hydrolys
	neutralisering	neutralisering med syror resp. baser
	oxidation/ reduktion	oxidationsmedel, reduktionsmedel
	polymerisation	
	utfällning	
Biologisk behandling	mikrobiell, aerob avloppsvattenbehandling	
	metabolisk nedbrytning, digestering, kompostering	
	enzymbehandling	
	grundvattenbehandling	
	land farming	
	in-situ biologisk behandling	
Kvitt-blivning	öppen bränning, ugnsförbränning, våtluftsoxidation, pyrolys, nedgrävning, djupförvaring	
	förglasning (vitrifikation); saltförbränning; högtemperaturbehandling; plasmabehandling	

Tabell 5-13 *Översiktlig tabell över metodbeskrivningar i EPA:s referensmanual*

Ett flödesschema som visar den fysikaliska bakgrunden till systemet för klassificering av löskomna kemikalier i vatten



6 Åtgärder mot löskommet förpackat farligt gods

6.1 Klassificering av förpackat farligt gods

6.1.1 IMDG-kodens klassificeringssystem

Vid klassificering av förpackat farligt gods som fraktas på fartyg används ett system baserat på 9 farlighetsklasser utvecklat av Förenta Nationerna. Det tillämpas över hela världen vid transporter av farligt gods på väg, järnväg, fartyg och med flyg. För fartyg finns systemet utvecklat i IMDG-koden, International Maritime Dangerous Goods Code (Ref. 1) som är utgiven av International Maritime Organization (IMO). Syftet med systemet är att transporterna skall kunna ske på ett säkert sätt och har egentligen ingen direkt inriktning på räddningstjänst.

Tabell 6-1 är en mycket kortfattad sammanställning av IMDG-kodens klassificeringssystem för förpackat farligt gods. IMDG-koden ger liten eller ingen vägledning vid åtgärder att omhänderta eller oskadliggöra farligt gods men har ett visst värde tillsammans övrig information i koden när det gäller att visa på risker hos de många tusen ämnen som den innehåller. IMDG-koden är en viktig informationskälla vid beredskapsplanering och vid insatser mot inträffade olyckor.

Klass	Ämnen och föremål	Exempel
1	Explosiva varor	ammoniumnitrat, sprängämnen, tändhattar
2	Gaser	syre, gasol, acetylen
3	Brandfarliga vätskor	etylalkohol, fotogen
4	Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	svavel, kalciumkarbid
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	väteperoxid, natriumklorat
6	Giftiga och smittförande ämnen	fenol, TML*, TEL**, gödsel, självdöda djur
7	Radioaktiva ämnen	tritium, radium
8	Frätande ämnen	svavelsyra, natriumhydroxid
9	Övriga farliga ämnen och föremål	asbest, PCB, transformatorer med PCB

Tabell 6-1 *IMDG- kodens 9 farlighetsklasser*

*TML = tetramethyl lead, tetrametylbly **TEL = tetraethyl lead, tetraetylbly

International Maritime Organization (IMO) har behandlat frågor om åtgärder mot kemikalieolyckor i "Manual on Chemical Pollution" som omfattar två delar: Section 1 "Problem Assessment and Response Arrangement" (Ref. 42) och Section 2 "Search and Recovery of Packaged Goods Lost at Sea" (Ref. 19).

6.2 Säkerhetsåtgärder

Påträffade förpackningar med kemikalier och farligt gods skall alltid behandlas med största försiktighet under bärgningsoperationer eftersom skador på emballaget kan ge läckage till omgivningen.

Innan en bärgningsoperation startas skall allmänna åtgärder vidtas enligt Kapitel 1, avsnitt 1.3. Vid åtgärder mot förpackningar med kemikalier och farligt gods finns risker att människor och miljö kan komma till skada. Vid planeringen bör därför följande frågor ställas:

- Finns risk att något innehåll kan komma ut?
- Kommer förpackningarna att flyta eller sjunka i vattnet?
- I vilken riktning kommer flytande förpackningar att förflytta sig?
- Kommer sjunkna förpackningar att stanna på botten eller förflytta sig?

Försiktighetsåtgärder före bärgning

- Iakttag alltid stor försiktighet vid inspektion och bärgning av förpackningar som misstänks innehålla kemikalier. Även om höljet verkar vara oskadat kan mekanisk åverkan ha förorsakat stress hos materialet vilket ökar risken för läckor under bärgningen.
- Samla in alla relevanta uppgifter om ämnen och emballage.
- Om en förpacknings innehåll är okänt och läsbar information saknas måste alla mått och steg vidtas med största möjliga försiktighet, d.v.s. man utgår från att det kan vara ett mycket farligt innehåll i förpackningen till dess klarhet är nådd (”plan the work on a worst possible case basis”).
- Anpassa skyddsutrustning och säkerhetsåtgärder till förpackningarnas innehåll (om det är känt) samt deras storlek och kondition (skador, läckage).
- Se till att oskyddad personal vistas på lovartsidan om emballage med okänt innehåll eller emballage med hälsofarligt läckage.
- Iaktta största försiktighet vid lyft av gods, särskilt vid hantering av lastade fraktcontainrar.
- Förse snarast större enheter med bojar, radarreflektorer och/eller radiosändare. Det händer ibland att bärgat gods förloras under operationen och sedan aldrig återfinns (se Olycka nr 35).
- Ta prover på läckande förpackningar om det krävs för identifiering av ämne eller ursprung. Provtagning i oskadade förpackningar bör undvikas.
- Mindre förpackningar, som är ogynnsamt påverkade av vistelsen i vattnet, skall alltid, av säkerhetsskäl, nedföras i bärgningsförpackningar innan fortsatt omhändertagande och transport. Observera att dessa måste vara typgodkända för farligt gods för att få användas för detta ändamål (se Bilaga 9 avsnitt B9.5).

6.3 Förpackningars beteende i vatten

6.3.1 Allmänt

Många egenskaper hos förpackningar påverkar deras kortsiktiga och långsiktiga beteendemönster när de vid olyckor kommer ut i vattenmiljön. Sådana egenskaper är t.ex.:

- Bruttovikt, bruttovolym, flytbarhet
- Förpackningens utseende och form
  (torrlastcontainer, tankcontainer, småbulkbehållare (IBC), storförpackning (LP), fat, låda, cylinder, dunk, flaska, säck etc.)
- Kombination av ytter- och innerförpackning, t.ex.:
  - mindre förpackningar stuvade i torrlastcontainer
  - mindre förpackning i yttre skyddande emballage
  - många småförpackningar sammanhållna av yttre emballage
- Förpackningsmaterial
  (järn, rostfritt stål, aluminium, trä, plast, komposit, glas, textil, papp etc.).

Förpackningarnas egenskaper och händelseutvecklingen blir avgörande för val och utformning av responsåtgärder. Om godset flyter eller sjunker krävs olika typer av åtgärder. Förpackningarnas storlek och vikt är avgörande för val av bärgningsutrustning. Utseende och material hos förpackningarna har betydelse för hanteringen av godset. Hela operationens utformning påverkas av om förpackningarna är hela eller om de är skadade och läcker.

Förpackningsmaterialets beständighet i vatten har stor betydelse för säkerhetsåtgärderna vid insatsen, utformningen av responsmetodiken samt tidsplaneringen för åtgärderna. T.ex. papp och träfiber har ger mycket kortvarigt motstånd mot vattnet medan t.ex. järnhöljen kan hålla tätt flera år (Ref. 17 och Ref. 18) innan de perforeras av rost.

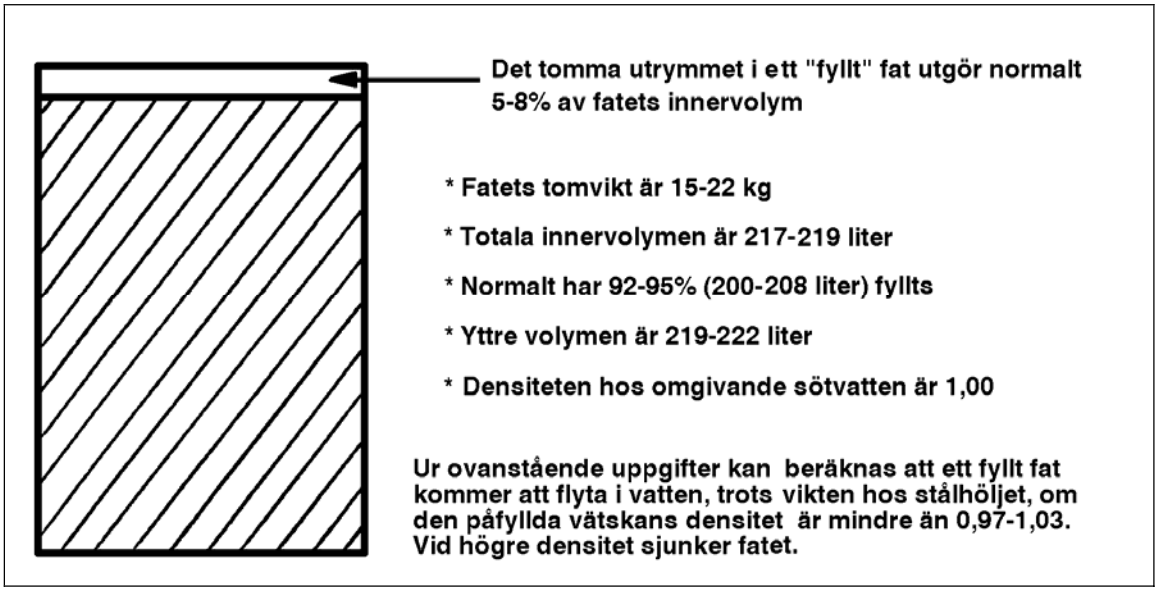
Vid en olycka med sjunkna stålcylindrar med klorgas utanför den holländska kusten 1979 var cylindrarna så korroderade när bärgningen planerades 1984 att man avstod från bärgningsförsök. I stället anbringade dykare sprängmedel vid cylindrarna som sedan sprängdes en efter en under stora försiktighetsåtgärder (Olycka nr 22).

För förpackat gods som hamnar i vatten finns egentligen bara de två möjligheterna att det antingen flyter eller sjunker under förutsättning att höljet är tätt. Om dess volymvikt ligger mycket nära vattnets kan det dock antingen ligga precis under vattenytan (i marvatten) eller mycket långsamt sjunka mot botten. I turbulent vatten (vågor eller ström) kan naturligtvis denna typ av förpackningar virvla runt i vattenmassan under längre eller kortare tid.

Klassificeringssystemet för kemikaliers beteende i vatten (Bilaga 3) klassificerar förpackningar, beroende på volymvikt, i tre grupper PF, PI och PS enligt Tabell B3-1 och Tabell B3-3.

6.3.2 Flytbarhet hos fat

Många vätskeformiga kemikalier transporteras i 200 liters stålfat. Sådana fat tjänar som beräkningsexempel för flytbarhet i sötvatten enligt Figur 6-2. Med ledning av dessa beräkningar visas i Tabell 6-3 och Tabell 6-4 vilka kemikaliegrupper som får fyllda 200 liters stålfat att flyta resp. sjunka i vatten.



Figur 6-2 *Beräkning av flytbarhet hos stålfat med vätskeformiga kemikalier*

Fyllda 200-liters stålfat med följande kemikalier flyter i vatten

Kemikalietyper	Exempel
Kolväten	hexan, bensen, toluen, xylen
Alkoholer	metanol, etanol, isopropanol
Ketoner	aceton, metyletylketon (MEK)
Etrar	dietyleter, etylbutyleter
Estrar	etylacetat, butylacetat
Aminer	dietylamin, etylendiamin
Aldehyder	formaldehyd, acetaldehyd

Tabell 6-3

Fyllda 200-liters stålfat med följande kemikalier sjunker i vatten

Kemikalietyper	Exempel
Syror	ättiksyra, myrsyra, svavelsyra
Baser	natriumhydroxidlösning, kaliumhydroxidlösning
Glykoler	etylenglykol, propylenglykol
Klorerade kolväten	koltetraklorid, trikloretylen
Organiska blyföreningar	tetrametylbly, tetraetylbly
Organiska svavelföreningar	koldisulfid, toluendiisocyanat

Tabell 6-4

Fyllda dunkar och fat med kemikalier i fast form sjunker alltid i vatten

6.3.3 Beständighet hos fat

Tabell 6-5 visar hur beständiga olika fattyper är vid olika påfrestningar inklusive väta.

	Typ av fat	Fall	Tryck	Korrosion	Väta
Stål	Fast topp	+	+	+ +	n/a
	Avtagbar topp	–	–	+ +	n/a
HD-polyetylen*	Fast topp	+ +	+ +	n/a	n/a
	Avtagbar topp	+	–	n/a	n/a
Fiber	Avtagbar topp	+	– –	n/a	–

*Plastmaterial kan förlora sin styrka vid exponering av solens UV-ljus

n/a = not applicable

+ +	mycket beständig	–	kan förstöras
+	beständig	– –	förstörs lätt

Tabell 6-5

6.3.4 Flytbarhet hos containrar

Många typer av förpackningar kan flyta i vatten beroende på inre tomrum i förpackningen eller låg densitet hos innehållet. Torrlastcontainrar, som fallit i vatten, flyter ofta och spolas iland.

Torrlastcontainrar är inte vattentäta. I en oskadad torrlastcontainer som fallit i vatten kommer det långsamt tränga in vatten, vilket kan göra att den sjunker beroende på volymvikten hos containerns last.

Picture source: CEDRE

Figur 6-6

Baserat enbart på kalkyler är det inte möjligt att förutsäga flytbarheten hos en torrlastcontainer eller dess motståndskraft mot mekaniskt och miljömässig påverkan. Dess beteende vid första anslaget mot vattenytan beror på vilken del av containern som slår i först. Hörn, kanter och golv tål anslag bra medan sidor och tak kan slitas upp varvid innehållet kommer ut och vatten strömmar in.

Tankcontainrar är vattentäta. Om de sjunker kommer ventilerna (säkerhetsventil och dekompressionsventil) att balansera det inre och yttre trycket. Tankcontainrar med stort tomrum eller last med låg densitet kan flyta i vatten.

6.4 Bärgning av flytande förpackningar

Exempel: Fat och tankcontainrar med vissa (lägre) kolväten, alkoholer, etrar, ketoner, aminer, acetater, aldehyder. Torrlastcontainrar med lättare styckegods.

Metod Y1 visar hur oljetråll kan användas för inlänsning av små förpackningar som flyter på vattenytan. Vid försiktig hantering kan möjligen storlekar upp till fat och liknande hanteras. Läckande behållare kan ibland länsas in med vanliga oljelänsor

På grunt vatten kan en större läckande behållare inlänsas för att begränsa spridningen av

den utströmmande kemikalien. Under vissa omständigheter finns risk att den läckande substansen kryper under inlänsningen om vanliga länsor används. Vid sådana tillfällen kan barriärlänsor vara ett bättre alternativ om sådana finns tillgängliga (Metod 62).

Metod Y2 använder specialtillverkade håvar och nätkorgar av kraftig konstruktion som är utmärkta hjälpmedel för bärgning av flytande fat och liknande förpackningsstorlekar. Den motordrivna nätkorgen Sealift i Metod Y2 är särskilt konstruerad för att försiktigt kunna ta upp föremål eller nödställda människor från vattenytan.

Saknas håv kan naturligtvis rep eller stålvajrar användas. Men det kan vara svårt att fästa dessa vid godset och största försiktighet måste iakttas. Se Olycka nr 10 som skedde på ett tidigt stadium då säkerhetsrutinerna ännu inte hunnit etableras.

Observera att bärgade förpackningar alltid, om så är möjligt, skall nedföras i yttre bärgningsförpackningar innan fortsatt omhändertagande och transport (se Bilaga 9 avsnitt B.9.5).

Större föremål, t.ex. fraktcontainrar som fallit överbord, måste bärgas med hjälp av arrangemang som avpassas från fall till fall med hänsyn till den bärgningsutrustning som finns tillgänglig.

För operationen krävs ett hjälpfartyg med mycket stor lyftkapacitet eftersom containerns vikt kan ha ökat avsevärt av inträngt vatten och slam. Vädret måste vara tillräckligt lugnt för att möjliggöra fästning av slingor och vinschvajer. Bärgningsproceduren måste ske med väl inövade rutiner enligt Metod Y3.

Om containerns innehåll är okänt skall inget bärgningsförsök göras utan containern bogseras till lämplig hamn (”safe haven”). Om en sådan bogsering utförs med containern släpande i rak position blir vattenmotståndet så stort att bogserlinan kan brista (jfr Olycka nr 35). Bogseringen bör i stället utföras med containern liggande asymmetriskt i vattnet och i övrigt förberedas med bestämda rutiner enligt Metod Y4.

6.5 Lokalisering och bärgning av sjunkna förpackningar

6.5.1 Allmänt

Exempel: Fat och tankcontainrar med vissa syror, baser, glykoler, klorerade kolväten, organiska blyföreningar och organiska svavelföreningar. Torrlastcontainrar med tungt eller medeltungt styckegods.

Arbetet under vatten som inriktas mot sjunket farligt gods kan avse förpackade ämnen eller fria kemikalier. Materialet kan ligga inom en begränsad yta eller ha spritts ut över stora bottenområden. Arbetet kan omfatta följande steg där specialföretag ibland måste anlitas för vissa aktiviteter:

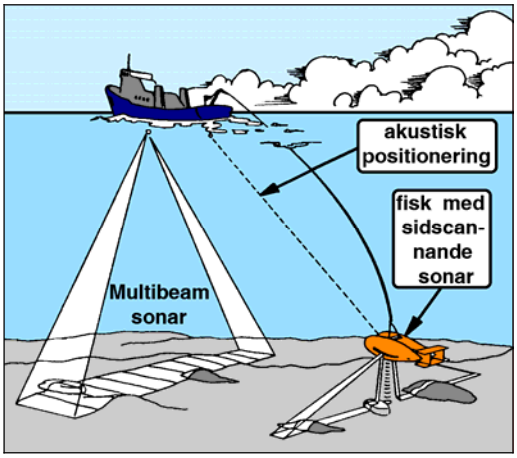
- Sökning, ibland över stora bottenområden, utförs lämpligen med sidscannande sonar.
- Lokalisering av misstänkta ekon sker genom tolkning av bildmaterial från sidscannande sonar.
- Positionsbestämning av misstänkta ekon med t ex ett system bestående av en hydro-

akustisk transmitter på ett sökfartyg och transpondrar som utplaceras på botten inom sökområdet.

- Viss utgallring av ointressanta ekon med färgbildalstrande sektorscannande sonar.
- Identifiering av återstående misstänkta ekon med undervattensfarkost för att konstatera vilka ekon som härrör från eftersökt gods.
- Inspektion av gods med undervattensfarkost eller dykare (se Bilaga 10) för att utröna dess kondition, om det läcker, hur det ska bärgas etc.
- Bärgning av gods.

6.5.2 Sökning och lokalisering av sjunkna förpackningar

Vid sökning efter sjunkna lösa kemikalier eller förpackat farligt gods kan det ofta vara fråga om stora bottenområden som måste avsökas. Högt sofistikerade system kan behöva användas, ibland med sidscannande släpsonar (Figur 6-7) eller sektorscannande utrustning av den typ som fiskare använder för att lokalisera fiskstim. Sökproceduren kan bli komplicerad även vid mindre bottenvattenområden eftersom vattnet kan vara grumlig eller humusfärgat. När sonarekon erhålls från föremål på botten måste dessa undersökas närmare för att utröna om de hör till det eftersökta godset eller ej. Många naturliga föremål på botten kan ge vilseledande ekon.



Picture source FOA, Sweden

Figur 6-7 *System med släpsonar för sökning över stora bottenområden*

Vid exakt lokalisering av bottenliggande gods på botten måste stor vikt läggas vid den position som angetts för olyckan samt eventuella uppgifter som stöder eller motsäger positionsangivelsens tillförlitlighet. Andra viktiga uppgifter som påverkar sökproceduren är förpackningarnas typ, storlek och form samt förpackningsmaterial. Oundgänglig information är uppgifter om rådande strömförhållanden, vattendjup och bottentopografi. Det är också viktigt att ha i minnet att vattenströmmar kan flytta godset från den ursprungliga positionen.

6.5.3 Positionsbestämning och identifiering

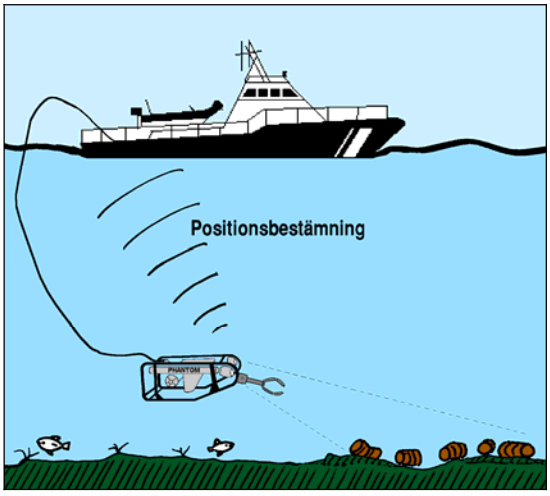
Vid vissa tillfällen är det nödvändigt att använda ett precisionsnavigeringssystem för att möjliggöra exakt manövrering av sökfarkosterna och underlätta en noggrann plotting av sökområdet. En viktig funktion med ett sådant system är också att föremålen kan positionsbestämmas exakt så att de lätt kan återfinnas, t.ex. efter avbrott i operationen, när de en gång har hittats.

Om lokaliserat gods av någon anledning inte kan positionsbestämmas exakt måste det förses med bojar, radiosändare eller akustiska sändare (”pingers”). Pingers sänder ut ultraljudspulser i vattnet som kan avlyssnas med särskilda mottagare varvid källan kan lokaliseras. Val av frekvens hos sändaren är viktig. Låg frekvens(ex. 10 kHz) hos ljudet gör att det kan uppfattas på längre avstånd men är svårare att lokalisera än högre fre-

kvens (ex. 40 kHz). Pingern bör inte sättas fast direkt på godset eftersom det skärmar av ljudet i ena riktningen. Pingern bör i stället sättas i ena änden på ett ex. 20 m långt rep som fästes i godset.

Positionsbestämning och närmare granskning kan ofta utföras med videokameraförsedd undervattensfarkost (Figur 6-8). Men ibland måste närmare identifiering göras av dykare innan något beslut kan tas beträffande fortsatta åtgärder. Med hjälp av olika metoder (avläsning av godsmärkning, provtagning etc) kan försök göras att identifiera godset.

Observera att dykare som arbetar i presumtivt farligt område måste, i likhet med annan personal, använda dräkter (ex. torrdräkter) som skyddar dem från kontakt med farliga ämnen.



Figur 6-8
Positionsbestämning och identifiering

6.5.4 Bärgning av sjunket gods från botten

Det är ofta inte lämpligt att utnyttja draggning och trålning som metoder vid bärgning av sjunket farligt gods. Dels kan sådana metoder bara utnyttjas i områden med relativt begränsad yta, dels kan de skada förpackningarna så att deras innehåll sprids på botten. Möjligen kan sådana metoder tillämpas då full kontroll råder över situationen på grund av förpackningarnas konstruktion, djupförhållanden på platsen etc. Under sådana förhållanden har trålning i vissa fall använts med framgång mot sjunket förpackat farligt gods.

En operation, där sjunkna förpackningar skall bärgas, måste planeras utifrån förpackningarnas storlek, utspridning och kondition samt egenskaper hos deras innehåll. Mindre förpackningar (upp till fatstorlek) som inte ligger i alltför djupt vatten kan tas upp med en hydrauliskt driven "bottenplockare" (Metod Z1). Den kan lämpligen vara försedd med videokamera för att underlätta infångning av bottenliggande gods. Ligger de på större djup kan de lämpligen först överföras, med hjälp av dykare, till racksystem (Metod Z2) eller större behållare (Metod Z6) som sänks ned till botten.

Större emballage måste fästas ett i sänder med lina och firas upp. Risken måste dock bedömas för att förpackningen kan skadas och att innehållet kommer ut i miljön under själva bärgningen. En möjlighet kan vara att förse sådana emballage med flytkragar som pumpas upp.

Syror och baser transporteras i stora mängder i olika typer av behållare. Om sådana behållare hamnar i vattenområden sjunker de vanligen till botten (Tabell 6-4). Om de riskerar att skadas under en bärgningsoperation finns ibland stora miljörisker för vattenområdet. Detta gäller särskilt vid operationer i vattendrag. Det har nämligen visat sig att relativt små mängder syror och baser kan ödelägga livet i åar och älvar vid momentana utsläpp (se Olycka nr 1 och Olycka nr 3). I sådana fall kan det vara skäl i att bedöma en alternativ responsmetod där innehållet i den sjunkna behållaren under kontrollerade former släpps ut långsamt i det omgivande vattnet, i stället för att riskera skador under bärgningen följt av ett plötsligt utsläpp av hela innehållet.

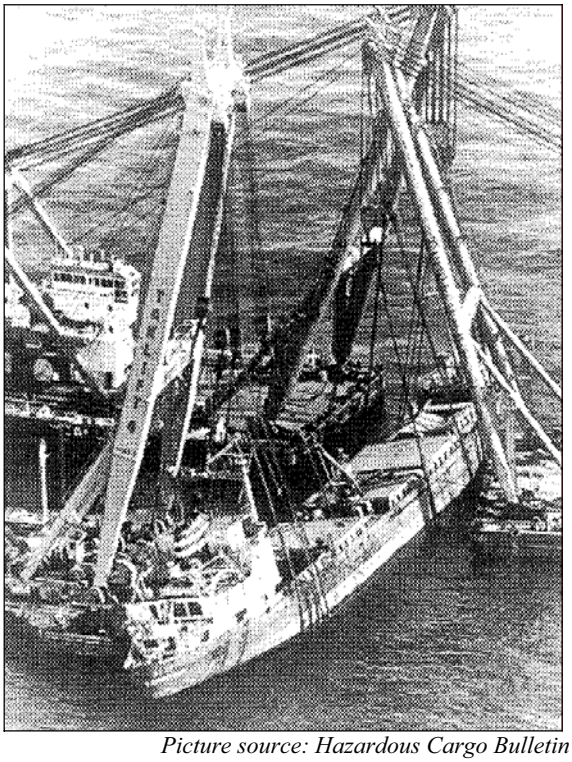
Metod Z4 beskriver ett sätt att långsamt tömma ut ett innehåll i en sjunken behållare till det omgivande vattnet. Metoden har tillämpats med framgång vid en olycka med en sjunken pråm i Mississippi (Olycka nr 7) och en liknande metod användes på ett sjunket tankfartyg i Öresund (Olycka nr 32).

6.6 Bärgning av last från sjunkna fartyg

6.6.1 Lyft av hela fartyget

Vid totalförlisning av fartyg i relativt grunt vatten händer det ibland att fartyget med sin last står eller ligger mer eller mindre intakt på botten med sin last ombord. I en sådan situation finns möjligheten att lyfta fartyget (med lasten ombord) till vattenytan med hjälp av stora pontonkranar. Fartyget kan därefter föras, liggande i marvatten, till lämplig hamn (Figur 6-9).

Olycka nr 27 beskriver hur det sjunkna västtyska fartyget Viggo Hinrichsen lastat med kromföreningar bärgades 1973 med hjälp av pontonkranar från 17 m djup, en nautisk mil norr om Grankullavik på norra Öland i Östersjön.



Picture source: Hazardous Cargo Bulletin

Figur 6-9 *Bärgning av sjunket fartyg*

6.6.2 Bärgning av last från sjunket fartyg

Ett demolerat fartyg kan svårligen bärgas med pontonkranar så att lasten följer med oskadd. Här får operationen planeras med hänsyn till lastens spridning inuti och utanför fartyget. Troligen måste dykare utnyttjas för att på lämpligt sätt, mer eller mindre manuellt, hantera godset på botten innan det kan bärgas.

Olycka nr 33 beskriver bärgning av en last bestående av tetrametylbly och tetraetylbly från det sjunkna och sönderslagna fartyget Cavtat på 94 m djup i Otrantosundet i södra Adriatiska havet. Bärgningen utfördes under ett års tid med tryckkammarsystem och mättnadsdykare enligt Metod Z6.

Andra bärgningsoperationer av last från sjunkna fartyg beskrivs kortfattat i Olycka nr 35 och olycka nr 36.

6.7 Alternativ till bärgning

6.7.1 Punktering av behållare

I olika sammanhang tillämpas skiftande metoder för att punktera kemikaliebehållare som är inblandade i olyckor. Ibland är det fråga om gasbehållare som man utsätter för gevärseld för att släppa ut innehållet och minska riskerna vid den fortsatta räddningsinsatsen.

I Olycka nr 19 punkterades mindre behållare med brandyxa för att möjliggöra dumpning i havet.

6.7.2 Sprängning av behållare

Ibland kan det vara nödvändigt att spränga behållare som är farliga att omhänderta på annat sätt. Då och då spränger man förpackningar, behållare och andra inneslutningar som innehåller explosivämnen.

Olycka nr 22 beskriver en operation där sjunkna kraftigt korroderade stålcylindrar med klor sprängdes på havsbotten utanför den holländska kusten. Räddningstjänsten bedömde att detta var den bästa metoden i stället för att försöka bärga de korroderade och ömtåliga behållarna. Operationen utfördes under mycket noggrann övervakning av det uppvällande gasmolnen.

6.7.3 Dumpning

Dumpning är numera en sällan använd metod att göra sig kvitt kemikalier och farligt gods. Men det händer i undantagsfall att räddningstjänsten sänker mindre förpackningar i havet (Olycka nr 19) och ibland t.o.m. med hela fartyg (Olycka nr 37 och Olycka nr 38) (Ref. 27).

6.7.4 Övertäckning och nedgrävning

Situationer kan förekomma där sjunkna förpackningar riskerar att gå sönder vid bärgningsförsök. Innehållet kan då spridas ut och skada miljön. I sådana fall kan övertäckning med t.ex. sand, grus eller lera av det bottenliggande godset övervägas (Ref. 80, p 133-147) under förutsättning att det, vid en allsidig bedömning, kan anses berättigat. Även friliggande kemikalieutsläpp på botten kan naturligtvis behandlas på detta sätt.

6.8 Ilandflutet gods

Löskommet förpackat gods som inte sjunker till botten kommer förr eller senare hamna i land om det inte bärgas dessförinnan. Det ilandflutna godset kan redan innan vara skadat och det kan också skadas vid anslaget mot land.

Påträffat gods (se Figur 6-10 och 6-11) på stranden måste betraktas som farligt innan annan information erhålls. Allmänheten måste hindras från att närma sig godset och rädd-

ningstjänsten skall vidta rutinmässiga försiktighetsåtgärder (jfr avsnitt 6.2).

Beredskap och ansvar för åtgärder mot ilandflutet farligt gods varierar från land till land (ibland även inom landet) avseende larmvägar, organisation, utrustning och rutiner. Ibland finns bestämda inövade rutiner beroende på den information som finns (eller saknas) om godset. Ibland finns skillnader i ansvar och rutiner beroende på fyndets lättillgänglighet eller närhet till bebyggelse eller gång- och fordonstrafik.

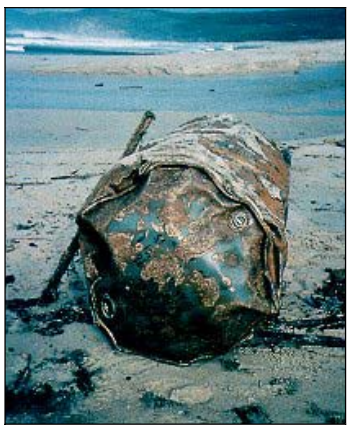
Följande punkter ger exempel på åtgärder som bör vidtas beroende på omständigheterna (jfr även avsnitt 1.3 och Bilaga 1).

- Ev utrymning av närområdet genomförs
- Riskområde och avspärrning arrangeras kring godset
- Berörd larmcentral informeras om händelsen
- En saneringsstation upprättas
- En ledningscentral organiseras
- Beslut tas om säkerhetsrutiner och skyddsutrustning för berörd personal

- Godset granskas på avstånd med kikare för att söka information om ev. utsläpp m.m.
- Ett insatsteam och ett reservteam (om vardera två kemdykare) utrustas
- Insatsteamet närmar sig försiktigt godset med vindriktningen
- Reservteamet håller sig berett på avstånd att vid behov undsätta insatsteamet
- Insatsteamet försöker upptäcka någon information om godsets innehåll
- Insatsteamet kontrollerar ev. läckage med gasmätningsinstrument
- Insatsteamet vidtar ev. erforderliga åtgärder för att begränsa utsläpp (täta läckor), begränsa brandfara etc.
- Beslut tas om användning av bärgningsförpackning eller s.k. "salvage drum" (se Bilaga 9 avsnitt B9.5)

- Grundlig sanering av kemdykarna
- Borttransportering av det inneslutna godset
- Kemisk analys av innehållet i godset

Olika scenarier kan motivera skilda tillvägagångssätt vid insatsen. Åtgärder vid en skadat och läckande gods med okänt innehåll kräver mycket högre säkerhetsåtgärder än om godset inte läcker. Provtagning i olika typer av gods kräver normalt insats av specialtränad personal med särskild utrustning (se Metod 45 och Metod 46). Vanlig räddningspersonal bör inte användas för sådan provtagning.



Picture source: IMO

Figur 6-10

Picture source: Hazardous Cargo Bulletin

Figur 6-11

Metoder mot kemikalieolyckor

Här finns beskrivningar av 50 st åtgärdsmetoder
mot kemikalieolyckor i olika vattenmiljöer.

Metoder mot löskomna fria kemikalier

Spridningsprognoser

21 Manuell beräkning av gasmolns spridning
22 Driftprognos för utsläpp som flyter på vattenytan
23 Manuell beräkning av spridning i vattenmassan av utsläpp som upplöses i vattnet
24 Prognosmodellen ALOHA för gasmoln
25 Prognosmodellen MET för gasmoln
26 Prognosmodellsystemet CHEMMAP
27 Prognosmodellsystemet ChemSIS
28 Prognosmodellsystemet 3D Transport and Water Quality Model

Mätning

31 Bestämning av hälsoriskområde med gasspårningsinstrument
32 Fjärranalys av ämnen som flyter på vattenytan
33 Mätning av upplösta ämnen i vattnet
34 Registrering av bottenliggande ämnen med ekolod

Provtagning

41 Provtagning på vattenytan av skikt som är tjockare än 1 mm
42 Provtagning på vattenytan av skikt som är tunnare än 1 mm
43 Provtagning i vattenmassan
44 Provtagning på botten
45 Provtagning i förpackningar och behållare
46 Provtagning i fristående tankar, tankcontainrar och fartygstankar
47 Emballering av prover

Gaser

51 Bekämpning av vattenlösliga gasmoln med vattendimma
52 Bekämpning av vatten**o**lösliga gasmoln genom vattenbesprutning
53 Bekämpning av gasmoln genom impaktering (återkondensering)

Utsläpp som flyter på vattenytan

61 Skumbeläggning av utsläpp på vattenytan för att dämpa avdunstningen
62 Inlänsning av utsläpp på vattenytan och i vattenmassan
med bottenförankrade speciallänsor i grunt vatten
63 Inlänsning av utsläpp på vattenytan och i vattenmassan
med luftbubbelbarriärer i grunt vatten
64 Upptagning av utsläpp på vattenytan med uppsugande polypropylenskumplattor
65 Upptagning av utsläpp på vattenytan med uppsugande täcken och kuddar
66 Upptagning av kemikalieutsläpp på vattenytan med oljetråll
67 Upptagning av kemikalieutsläpp på vattenytan med konventionell oljebekämpningsutrustning

Utsläpp som upplöses i vattnet

71 Behandling av upplösta utsläpp i vattenmassan med neutralisationsmedel
72 Användning av mobil reningsanläggning vid upplösta utsläpp i mindre vattenmassor

Utsläpp som sjunker

81 Upptagning av sjunkna utsläpp med mekanisk mudderutrustning
82 Upptagning av sjunkna utsläpp med hydraulisk mudderutrustning
83 Upptagning av sjunkna utsläpp med speciella muddersystem för grunt vatten
84 Upptagning av sjunkna utsläpp med enkelt sugpumpsystem (PIJESP)
85 Upptagning av sjunkna utsläpp med litet pneumatiskt mudderverk (mammutpump)
86 Upptagning av sjunkna utsläpp med större pneumatiskt mudderverk

Övrigt

91 Avledning av vattenflödet i åar för att underlätta upptagning av utsläpp

Metoder mot löskommet förpackat farligt gods

Tätning

Q1 Tätning av läckande behållare och tankar

Driftprognoser

X1 Driftprognosmodellen Seatrack Web

Flytande förpackningar

Y1 Inlänsning av läckande behållare med oljetrål
Y2 Bärgning av flytande fat och tunnor
Y3 Bärgning av flytande fraktcontainrar
Y4 Bogsering av flytande fraktcontainrar

Sjunkna förpackningar

Z1 Bärgning av sjunkna fat och tunnor med bottenplockare
Z2 Bärgning av sjunkna fat och tunnor med hjälp av ROV och racksystem
Z3 Tömning av sjunkna gasfyllda behållare genom sprängning
Z4 Kontrollerad tömning av vätska från sjunken behållare med mammutpump
Z5 Användning av dykarburen borrutrustning för läktring av sjunkna behållare och fartyg
Z6 Bärgning av sjunket gods på djupt vatten

21 Manuell beräkning av gasmolns spridning

Tillämpning

Se metodgrupp P1 i avsnitt 1.5.
Kemikalieklasser G, GD, E, ED, FE, FED, DE (alla klasser med G och E).

Beskrivning

Vid olyckor med momentant bildade gasmoln är det ofta svårt att hinna göra spridningsprognoser med hjälp av datorbaserade modeller även om de är lättillgängliga. Den här beskrivna ”manuella” modellen i Tabell 21a kan vara ett alternativ om man är medveten om metodens begränsningar. Ett turbulent vindområde kan dock ge en mycket ojämn spridningsbild för ett gasmoln och lugna, stabila vädersystem kan ibland ge smala och mycket långsträckta gasmoln (se avsnitt 5.1). Därför skall beräkningar enligt denna metod alltid betraktas med reservation och aldrig bli alternativ till mätningar.

För klasserna G och GD kan spridningen mycket grovt beräknas enligt nedanstående Tabell 21a där avstånden i vindriktningen för vissa exemplifierade ämnen anger deras ungefärliga största utsträckning för angiven risktyp (hälsa eller brand/explosion). Hälsorisken avser tillfällig (kortvarig) exponering. Observera att de två högra kolumnerna anger samma värden för vissa angivna kolväten. Detta betyder, för dessa ämnen, att molnets största utsträckning i vindriktningen har samma ungefärliga storleksordning för hälsorisk och brand-/explosionsrisk (Ref. 13). För uppskattning av gasmolnfrontens hastighet gäller att den är ungefär lika stor som rådande vindhastighet.

Utflöde	Hälsorisk		Brand-/explosions-risk
	ammoniak vinylklorid klor n.m. = nautiska mil	metan (LNG) propan (LPG) butan (LPG) etylen butylen-butadien	ammoniak, vinylklorid metan (LNG) propan (LPG) butan (LPG) etylen butylen-butadien
ton	meter / n.m. i vindriktningen	meter / n.m. i vindriktningen	meter / n.m. i vindriktningen
0,1	1000 / 0,62	200 / 0,12	200 / 0,12
1	2000 / 1,24	400 / 0,25	400 / 0,25
10	5000 / 3,11	1000 / 0,62	1000 / 0,62
100	10000 / 6,21	2000 / 1,24	2000 / 1,24
1000	20000 / 12,43	4000 / 2,49	4000 / 2,49

Tabell 21a

För vätskeformiga kemikalier (som är brandfarliga eller särskilt hälsofarliga) i klasserna E, ED, FE, FED och DE kan spridningen av avdunstad gas mycket grovt beräknas genom att avlästa spridningsvärden i Tabell 21a multipliceras med VP/100. VP är vätskans ångtryck uttryckt i kPa (mindre än 100) vid rådande temperatur.

Nackdelar

Metod 21 är en mycket grov beräkningsmodell som måste användas med stor reservation (särskilt för turbulenta och stabila vädersystem). Metoden får aldrig bli ett alternativ till mätningar.

22 Driftprognos för utsläpp som flyter på vattenytan

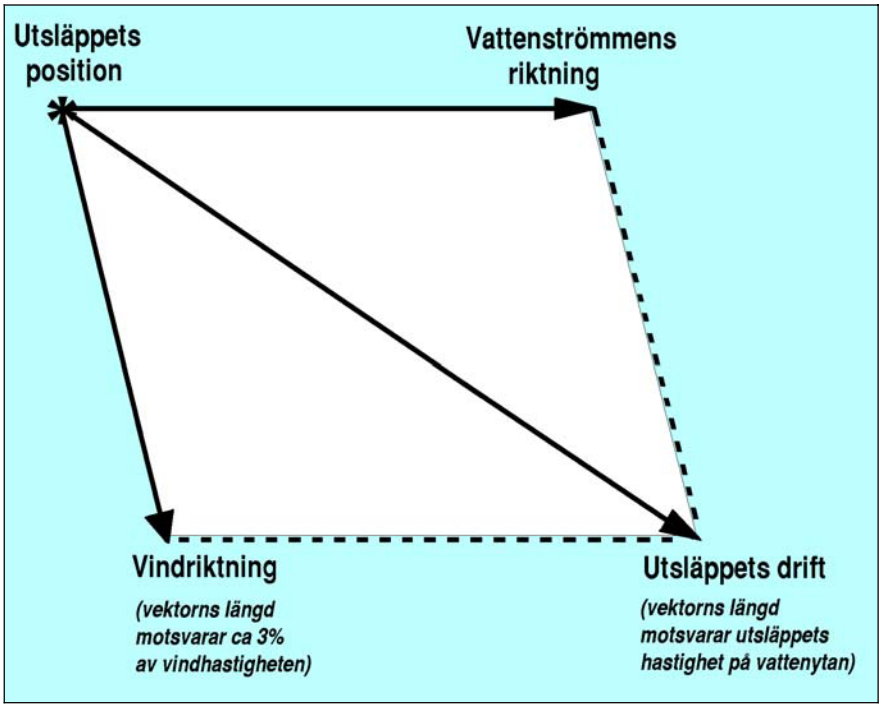
Tillämpning

Se metodgrupp P2 i avsnitt 1.5.
Kemikalieklasser FE, FED, F och FD (alla klasser med F). Dock försvinner utsläpp av kemikalier tillhörande dessa klasser, utom F, inom ett tiotal timmar, genom avdunstning och/eller upplösning.

(Användning för driftprognoser av utsläpp av förpackningar som flyter på havsytan se Metod X1)

Beskrivning

Beräkning av driften hos ytliggande utsläpp kan ske med hjälp av vidstående vektordiagram enligt samma princip som för oljeutsläpp. Metoden är användbar främst för kemikalier i klass F medan kemikalier som tillhör klasserna FE, FED, och FD vid utsläpp på vattenytan kommer att försvinna från ytan genom avdunstning och/eller upplösning.



Figur 22a

Beräkningsprincipen i Figur 22a kan användas som en **manuell metod** för ungefärlig bedömning av utsläppets drift under de närmaste timmarna efter beräkningen. Prognosen blir noggrannare om beräkningen upprepas med jämna tidsintervall där färska data används för vind och vattenström. En sådan fortlöpande beräkning kan ske automatiskt med **datoriserade modeller** som ger mycket noggrannare prognoser.

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) har utvecklat en operativt fungerande datorbaserad modell **Seatrack Web** (Ref. 124) som snabbt kan ge driftprognoser i Östersjöområdet. Modellen är i första hand utvecklad för att användas vid driftprognoser för oljeutsläpp men kan även utnyttjas för utsläpp av ”oljeliknande” kemikalier, dvs sådana kemikalier som beter sig ungefär som olja på vattenytan. Oljeliknande kemikalier är främst sådana som tillhör klassen F.

Seatrack Web kan ge prognoser upp till 36 timmar och kan dessutom göra bakåtberäkningar (s.k. back-tracking) till den position varifrån utsläppet kommer.

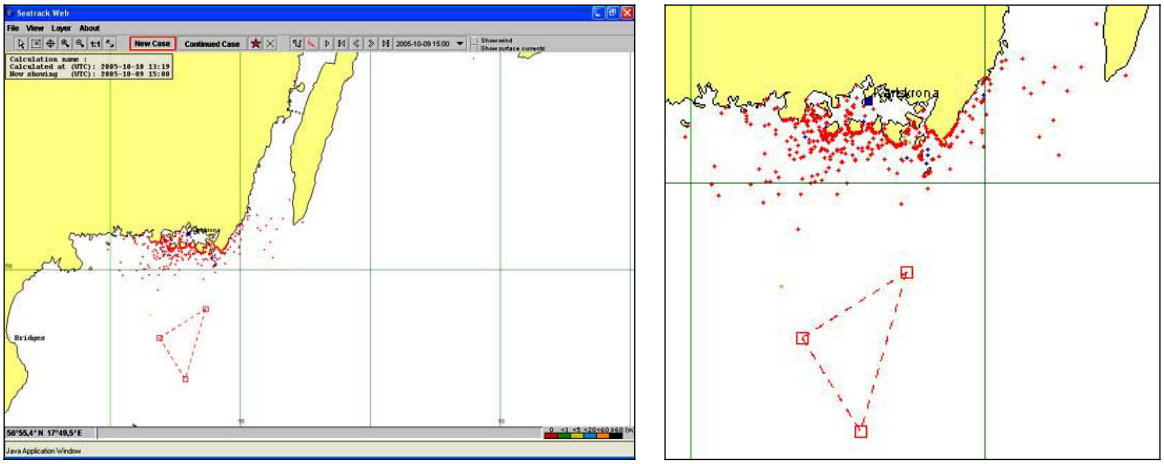
Modellen är tillgänglig hos SMHI dygnet runt (Ref. 124). Under kontorstid finns alltid oceanografisk personal tillgänglig hos SMHI som är speciellt utbildad för detta arbete. Att ta fram en prognos tar ca 10 minuter och resultatet kan presenteras som kartor.

Seatrack Web kan även utnyttjas via användarens egen dator över Internet varvid beräkningen sker på en dator hos SMHI. Resultaten överförs via Internet till användaren där de kan visualiseras, skrivas ut och sparas lokalt för senare bearbetning.

Indata vid användning av modellen är främst:

- datum, klockslag, position
- typ av utsläpp (momentant eller kontinuerligt)
- önskad prognostyp (utsläpp eller flytande föremål)

Vid beräkningarna används en vädermodell som styr en numerisk strömmodell för Östersjön, Öresund, Kattegatt och Skagerrak. Ur strömmodellen beräknas sedan den storskaliga cirkulationen som används vid drift- och spridningsprognosen (se Figur 22b).



Figur 22b

Seatrack Web kan även utnyttjas vid driftprognoser för fasta objekt (jfr Metod X1) som flyter på havsytan.

Nackdelar

Metod 22 kan främst användas för sådana kemikalier som tillhör klass F. Utsläpp av kemikalier tillhörande klasserna FE, FED och FD försvinner från vattenytan inom ett tiotal timmar, genom avdunstning och/eller upplösning.

Den **manuella beräkningen** enligt Metod 22 kräver, för att ge godtagbara prognoser, fortlöpande beräkningar enligt Figur 22a med färska data för vind och vattenström.

Den **datorbaserade beräkningen** i Seatrack Web kan endast användas inom Östersjön, Öresund, Kattegatt och Skagerrak.

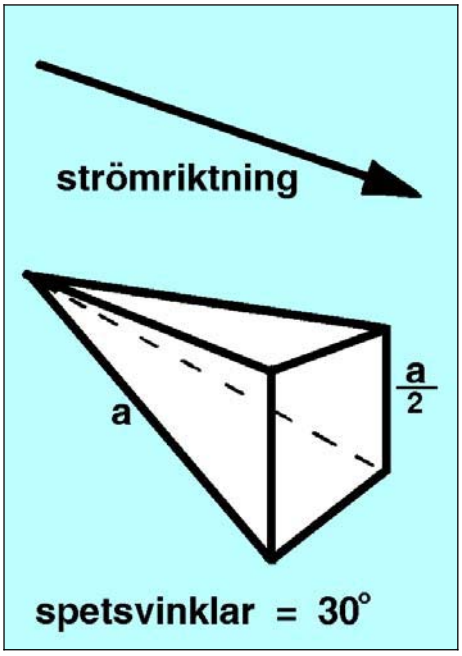
23 Manuell beräkning av spridning i vattenmassan av utsläpp som upplöses i vattnet

Tillämpning

Se metodgrupp P3 i avsnitt 1.5.
Metoden är endast tillämpbar på relativt lättlösliga ämnen (kemikalieklass D). Exempel: Aceton, etanol, fosforsyra, glykoler, isopropylalkohol, metanol, metyletylketon, monoetylamin, natriumhydroxidlösning, propionsyra, propylenoxid, svavelsyra, ättiksyra.

Beskrivning

En kemikalie som upplöses i vattnet bildar ett växande "moln" i vattenmassan i strömmens riktning. Det är viktigt att bedöma koncentrationerna i molnet för att följa kemikaliens spridning och för att kunna bedöma risker för miljön, fiske, rekreationsområden, färskvattenintag m.m. Ibland kan informationen användas som underlag för spridning av bekämpningsmedel (t.ex. neutralisationsmedel).



Figur 23a

Spridningen kan mycket grovt beräknas enligt Figur 23a och Tabell 23b om vattenmassans ström är lugn och jämn. Fronten på det upplösta kemikalie-”molnet” håller i princip samma hastighet som vattenströmmen.

Beräkningen måste modifieras med hänsyn till om kemikaliens densitet avviker alltför mycket från vattnets (jfr 5.3). Vid stillastående (eller nära stillastående) vatten eller vid kraftig virvelbildning kan metoden inte användas.

Tabell 1c visar ”moln”-frontens avstånd från utsläppspunkten samt dess kemikaliekoncentration för olika utflödesmängder.

	Koncentration 1 g/m^3		Koncentration 1 mg/m^3	
Utflöde ton	**a** meter	**a** nautiska mil	**a** meter	**a** nautiska mil
1	500	0,3	5 000	3
10	1 000	0,5	10 000	5
100	2 000	1	20 000	11
1 000	4 000	2	40 000	22

Tabell 23b

Nackdelar

Metod 23 kan inte användas för stillastående (eller nära stillastående) vatten eller vid kraftig virvelbildning. Metoden får aldrig bli ett alternativ till mätningar.

24 Prognosmodellen ALOHA för gasmoln

Tillämpning

Se metodgrupp P1 i avsnitt 1.5.
Kemikalieklasser G, GD, E, ED, FE, FED, DE (alla klasser med G och E).
Modellering av gasmoln från läckande rörledningar och tankar eller avdunstande vätskesamlingar. Modellen fungerar för både gaser som har ungefär samma densitet som luft och som är tyngre än luft.

Beskrivning

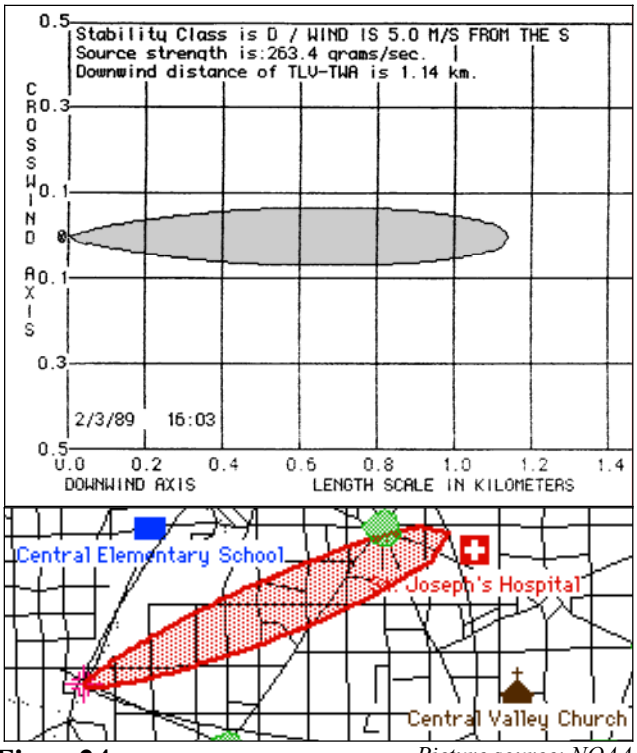
ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) utgör en del av beslutstödssystemet CAMEO (Computer Aided Management of Emergency Operations) utvecklat av NOAA (US National Oceanic and Atmospheric Administration) i samarbete med EPA (US Environmental Protection Agency) (Ref. 28).

Systemet används av myndigheter och industrier främst i USA men är nu spritt över hela världen. ALOHA var från början ägnat för räddningstjänsten som akut hjälp vid kemikalieolyckor men har utvecklats till att även användas för planering, träning och FoU.

ALOHA kan plotta ett område nedvind där gaskoncentrationerna kan överskrida ett förvalt tröskelvärde. Modellen kan också beräkna variationerna i källstyrka och koncentration med tiden.

Väderdata kan matas in antingen manuellt eller automatiskt från mobila stationer. Med en integrerad kartmodell MARPLOT kan det prognostiserade gasmolnet prickas ut på den geografiska kartan för det aktuella området (se Figur 24a).

Systemet är lättarbetat och kan användas på bärbara datorer. På skadeplatser kan räddningstjänsten använda ALOHA för att snabbt ta fram spridningsprognoser för gasmoln.



Figur 24a *Picture source: NOAA*

ALOHA kan fritt och utan kostnad laddas ner från CAMEO:s webbplats där även teknisk support kan erhållas beträffande systemets hantering (Ref. 28).

Nackdelar

ALOHA är främst avsett för modellering av gasmoln över land där vindhastigheten varken är mycket låg eller mycket hög. Systemet kan inte göra beräkningar av topografiska effekter från ex. berg och byggnader. Marken förutsätts vara platt och vindens hastighet och riktning förutsätts vara oföränderlig.

25 Prognosmodellen MET för gasmoln

Tillämpning

Se metodgrupp P1 i avsnitt 1.5.
Kemikalieklasser G, GD, E, ED, FE, FED, DE (alla klasser med G och E).
Modellering av gasmoln från läckande rörledningar och tankar.

Beskrivning

Syftet med MET (**M**odells für **E**ffekte mit **T**oxischen Gasen) (Ref. 115) är inte bara att prognostisera drivande gasmolns koncentrationer. MET kombinerar beräkningar av både koncentrationer och källstyrkor som grund för bedömning av hälsorisker och säkerhetsavstånd. Orsaken är att exponering av hög koncentration under kort tid kan ge samma inhalerad dos som exponering av låg koncentration under längre tid.

MET använder sålunda inhalerad dos som riskkriterium.

MET består av fyra huvudmoduler som utför följande beräkningar:

1. Spridning av ett momentant utsläpp (”puff”) av toxisk gas med snabb uppkomst av ett moln av blandad gas och luft.

2. Koncentrationen som funktion av avståndet (”half sphere box model”) vid jämn spridning av en toxisk gas.

3. Inhalerad dos.

4. Sambandet dos/hälsoeffekt baserat på medicinska erfarenheter.

De inmatningsdata som MET behöver är: 1) vikt/massa för utströmmat ämne, 2) vindhastighet, och 3) tröskelvärde för substansen. Övriga data för aktuellt ämne finns i systemet och hämtas automatiskt.

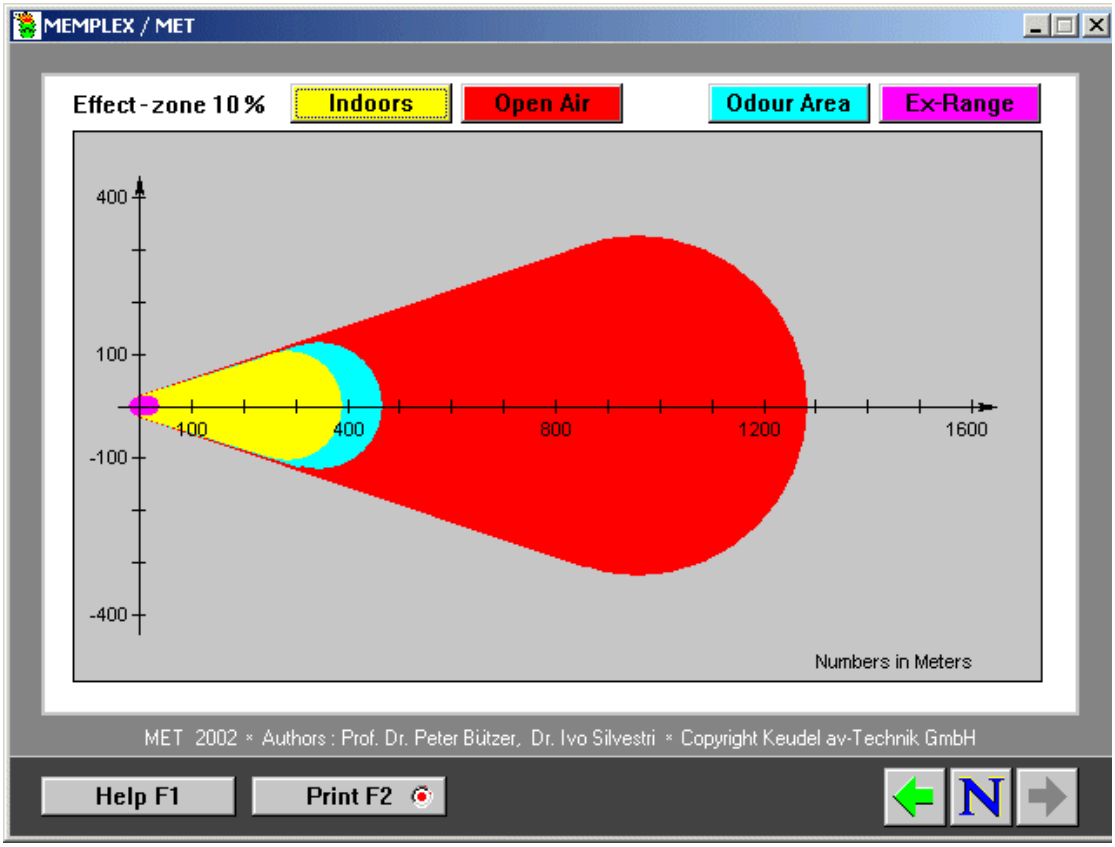
MET har också moduler för simulering av 1) gasmolnets upplösning av regn, 2) inverkan av brand och 3) utspridning av tunga gaser.

Vid beräkning av hälsorisker tar MET hänsyn till flera olika bedömningsmodeller där bl.a. riskerna med blandningar (t.ex. rökgaser) beräknas.

MET är ett kommersiellt system som används i bl.a. Tyskland och Schweiz (Ref. 115).
Se nedanstående Figurer 25a och 25b.

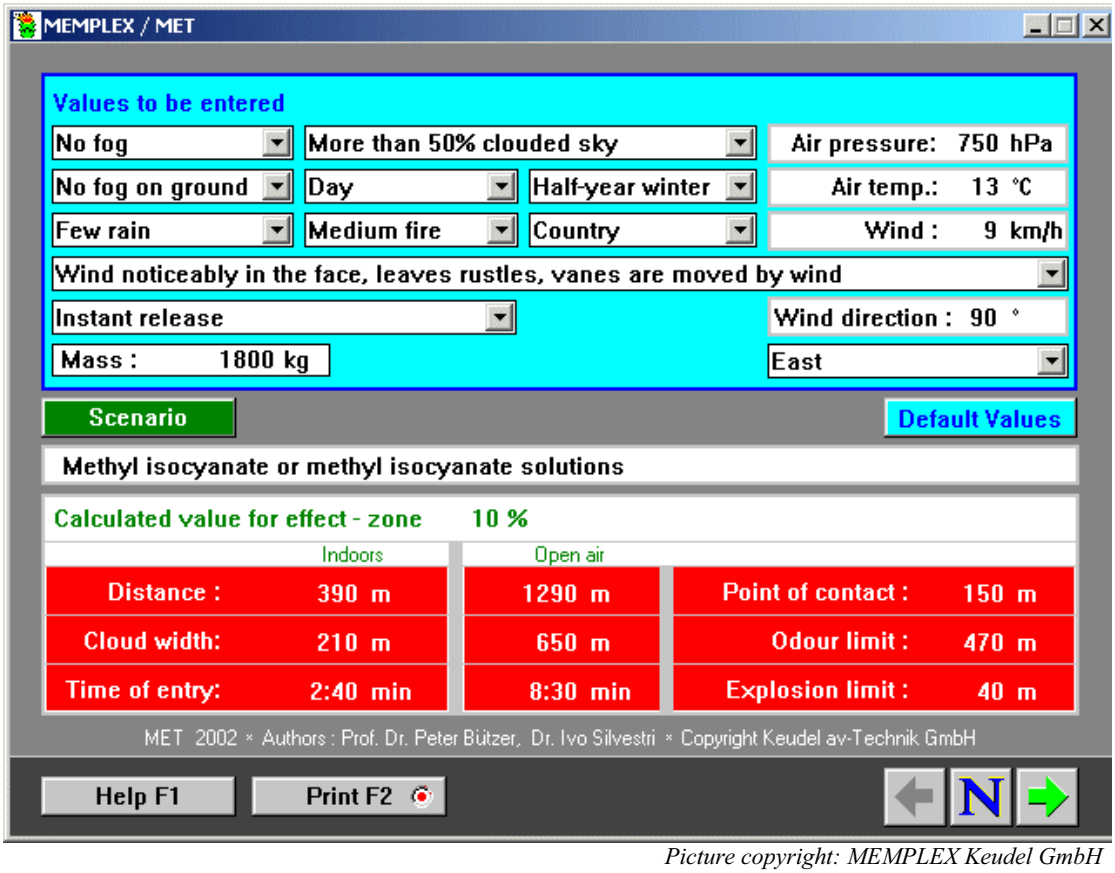
Nackdelar

MET är främst avsett för modellering av gasmoln över land där vindhastigheten varken är mycket låg eller mycket hög. Systemet kan inte göra beräkningar av topografiska effekter från ex. berg och byggnader. Marken förutsätts vara platt och vindens hastighet och riktning förutsätts vara oföränderlig.



Picture copyright: MEMPLEX Keudel GmbH

Figur 25a *Grafisk presentation av MET:s beräkning av gasmolns spridning*



Picture copyright: MEMPLEX Keudel GmbH

Figur 25b *Inmatningsmeny för data i MET*

26 Prognosmodellsystemet CHEMMAP

Tillämpning

Ämnen som 1) flyter på vattenytan, 2) upplöses i vattnet eller 3) sjunker till botten (jfr avsnitt 1.5).

Beskrivning

CHEMMAP är ett modelleringssystem som beräknar drift och spridning för utsläpp av kemikalier i vattenmiljön. Systemet är särskilt avsett som stöd för beredskapsplanering och akutinsatser beträffande kemikalieutsläpp från fartyg men kan användas för alla typer av kemikalieutsläpp i vatten.

Systemet arbetar med GIS och innehåller en tredimensionell modell för prognostisering av kemikaliers rörelse i vatten. Modellen baserar sina prognoser på väderdata (ex. vind och ström), fysiska data (ex. närheten till strand) och kemiska data för aktuell kemikalie.

CHEMMAP innehåller även en biologisk modell som bedömer kemikalieutsläppets effekter på fauna

CHEMMAP har ett antal komponenter som bl.a. gör följande beräkningar:

- Simulering av utsläppets initialfas beroende på kemikaliens aggregationstillstånd och densitet.
- Flytande utsläpps avdunstning samt drift och spridning på och under vattenytan.
- Spridning av upplösta och dispergerade ämnen i tre dimensioner.
- Avdunstning, upplösning och adsorption.
- Sedimentering, återsuspension och nedbrytning.
- Inträngning på stränder.
- Effektiviteten hos länsor.

För att beräkna vad som kommer att hända med ett utsläpp använder systemet bl.a. data om ämnets följande kemisk-fysikaliska egenskaper:

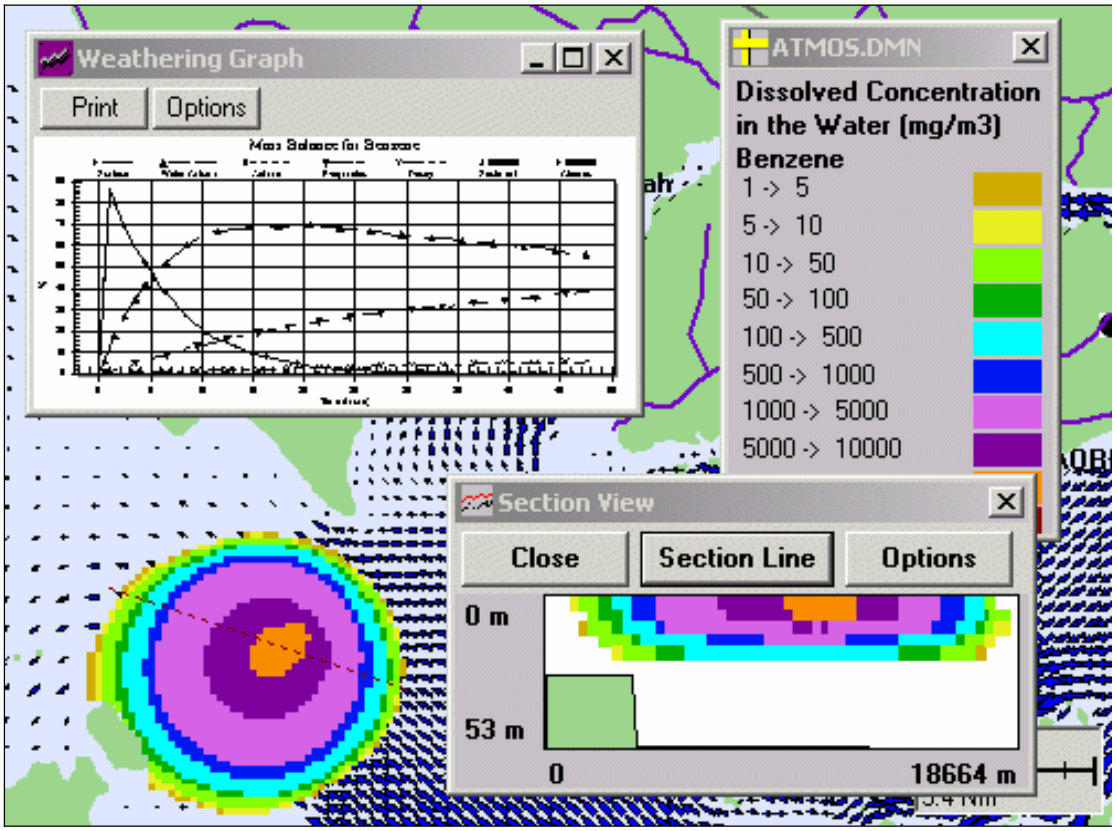
- Densitet
- Ångtryck
- Vattenlöslighet
- Viskositet
- Nedbrytningshastighet
- Ytspänning
- Fördelningskoefficienter

Dessa värden hämtas från en inbyggd databas med 900 kemiska ämnen. Om aktuellt ämne inte finns i databasen så kan information hämtas via en datalänk till en extern databas med 40 000 rena substanser och 75 000 blandningar. Den senare databasen innehåller även vägledning för hälsoriskbedömning, bekämpningsåtgärder, omhändertagande, kvittblivning, brandbekämpning och beredskapsplanering.

Nedanstående Figur 26a visar modellering av ett momentant utsläpp av 10 000 ton bensen på vattenytan. Plymen visar dels utsläppets utbredning på vattenytan i ett geografiskt område, dels koncentrationen på olika djup med en färgskala.

En röd streckad linje genom den runda färgtolkade bilden ger en tvärsnittsbild i djupled med samma färgskala där koncentrationerna visas i tre dimensioner. Beräkningen av detta tvärsnitt gäller 40 timmar efter tidpunkten för utsläppet.

En "Weathering Graph" ger en beräkning av massbalansen för bensenutsläppet vid olika tidpunkter efter utsläppet d.v.s. andelen bensen som finns kvar på vattenytan, som finns i vattenkolumnen under vattenytan och som har avdunstat.



Figur 26a *Picture source: Applied Science Associates, Inc.*

CHEMMAP har utvecklats av Applied Science Associates, Inc. (ASA), Rhode Island, USA (Ref. 116) som uppger att systemet validerats med fältförsök.

27 Prognosmodellsystemet ChemSIS

Tillämpning

Ämnen som 1) flyter på vattenytan, 2) upplöses i vattnet eller 3) sjunker till botten. Beräkning av avdunstningshastighet från kemikalieutsläpp på vattenytan (jfr avsnitt 1.5).

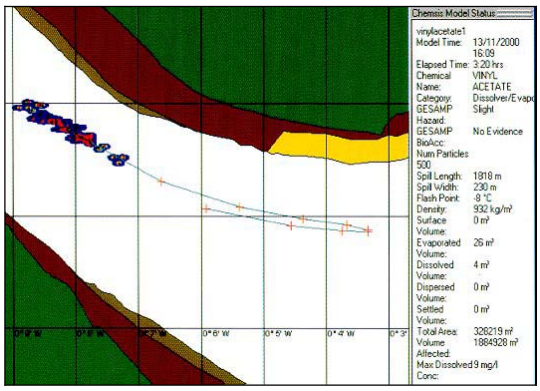
Beskrivning

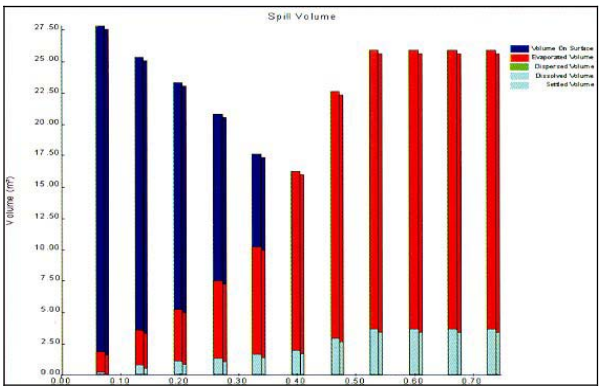
ChemSIS är ett modelleringssystem för kemikalieutsläpp i vattenmiljön som bildar ytliggande skikt på vattenytan eller sprider sig i vattenmassan. Det beräknar utsläppens drift och spridning under inverkan av vind, vågor, vattenströmmar etc. Systemet utför tredimensionell modellering av kemikalier spridning i vattenmassan. Beräkningarna inbegriper storskalig avdunstning och uppkomsten av gasmoln samt utsläpp som sjunker till botten.

ChemSIS har utvecklats i samarbete mellan BMT Marine Information Systems och AEA Technology i Storbritannien. Systemet ingår i ett beslutstödssystem för kemikalieolyckor som hanteras dygnet runt av UK National Chemical Emergency Centre (Ref. 118).

ChemSIS har i likhet med andra BMT applikationer utformats enligt en struktur som utvecklats av Visual Marine Information Systems och som därför integreras direkt med andra applikationer som t.ex. system för oljebekämpning och sjöräddning (Ref. 117).

Figurerna nedan visar modellering av ett utsläpp av 30 m^3 vinylacetat. Figur 27a visar utsläppets drift under 3 timmar och 20 minuter då dess utbredning blivit 230 m × 1 818 m. Figur 27b visar mängden avdunstad (26 m^3) och upplöst (4 m^3) kemikalie efter samma tid samt efter olika intervaller dessförinnan.





Picture source: AEA Technology Ltd.

Figur 27a **Figur 27b**

Kontaktadress: Se Ref. 117.

Fördelar

Utvecklarna av ChemSIS hävdar att systemet är världens enda modelleringssystem för kemikalieutsläpp i vattenmiljön som validerats med realistiska fältförsök.

28 Prognosmodellsystemet 3D Transport and Water Quality Model

Tillämpning

Ämnen som upplöses i vatten eller sjunker till botten (jfr avsnitt 1.5).

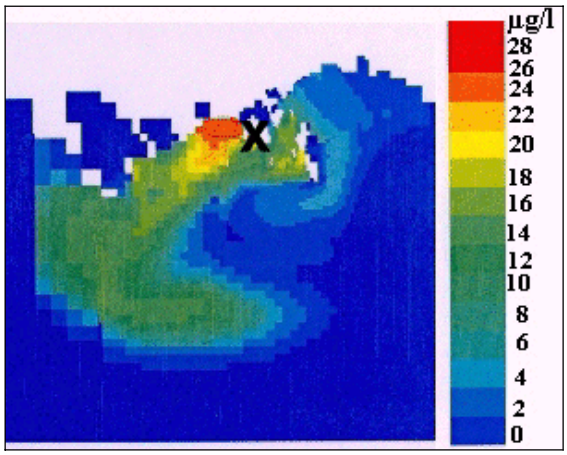
Beskrivning

"3D Transport and Water Quality Model" används främst för utvärdering av ekologiska förändringar i kustvattenområden varvid den gör tredimensionella driftberäkningar av vattenlösliga kemikalieutsläpp. Modellen behandlar följande parametrar:

- Utsläppets mängs och koncentration
- Vattenströmmar
- Utspridning i vattenmassan och på botten

Figur 28a visar modellering av ett experimentutsläpp av 100 ton av det lågtoxiska emulgeringsmedlet nonylfenyletoxylat (vattenlöslighet ca 10 g/l) utanför kusten vid Finska viken.

Utsläppspunkten är markerad med **X**. Modellens värden överensstämde med de uppmätta där utsläppets längd efter 4 veckor var 20 km och koncentrationerna varierade mellan 2 µg/l och 26 µg/l i utsläppets nederkant på bilden.



Picture source: Finnish Environment Institute

Figur 28a

"3D Transport and Water Quality Model" har utvecklats i Finland av National Board of Waters and the Environment i samarbete med Finnish Environment Institute (Ref. 14 and Ref. 15).

"3D Transport and Water Quality Model" är tillgängligt hos:

Finnish Environment Institute
P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki
Finland

Operationell kontaktpunkt:
Maritime Rescue Coordination Centre (MRCC) Turku, Finland

Telefon (24h): +358 204 1000
Fax: +358 2 250 0950

Nackdelar

"3D Transport and Water Quality Model" kan inte ensamt användas för att modellera drift och spridning av ämnen i vattenmiljön under påverkan av vind, vågor, vattenturbulens och vattenströmmar. För att beräkna påverkan av dessa parametrar krävs en tredimensionell hydrodynamisk modell.

31 Bestämning av hälsoriskområde med gasspårningsinstrument

Tillämpning

Se metodgrupp M1 i avsnitt 1.5.
Kemikalieklasser G, GD, E, ED, FE, FED, DE (alla klasser med G och E).
Användning av portabla gasspårningsinstrument för grovbestämning av yttre gränsen för riskområde runt stora gasmoln. Om instrument inte finns tillgängligt måste, i ett inledningsskede, ett riskområde med mycket stor marginal upprätthållas kring olycksplatsen till dess annan information kan ge underlag för en ändrad bedömning av situationen.

Exempel på olika typer av portabla gasspårningsinstrument (jfr Kapitel 3, avsnitt 3.2):

- Reagensrör med pump
- Halvledarinstrument
- Fotojonisationsinstrument
- IR-instrument
- Små gaskromatografer
- Mobila masspektrometrar

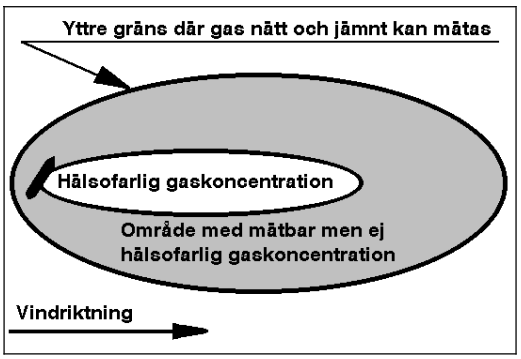
Observera att dessa instrument **inte** kan användas för att göra noggranna mätningar vid gasolyckor utomhus. Mätresultaten blir ungefärliga.

Beskrivning

Vid incidenter eller olyckor med utflöden av kemikalier är det viktigt att utföra mätningar av kemikaliekoncentrationer i luften. Ett syfte med sådana mätningar är att fastställa och avgränsa det område med hälsofarlig atmosfär där oskyddade personer inte får vistas.

För vissa kemikalier kan mätresultaten användas direkt för utformning av riskområden. För andra kemikalier kan mätresultaten användas för att kontrollera ett riskområde vars utformning redan är uppskattad eller beräknad enligt någon metod.

Mätningar skall utföras av personal, försedd med andningsskydd, som är utbildad på instrumenten och väl förtrogna med deras funktion. Mätningarna inleds på säkert gasfritt avstånd och upprepas successivt allt närmare det hälsofarliga området. Positionen där minsta tydliga mätutslag erhålls, utgör gräns för riskområdet enligt Figur 31a. Genom att göra fortlöpande mätningar i kringgående rörelser runt den förmodade gasplymen, kan det ungefärliga riskområdet upprättas.



Figur 31a

Nackdelar

Metoden ger otillförlitliga resultat vid såväl svag som mycket kraftig vind. Generellt gäller att gasmoln som sprider sig med vinden inte har den regelbundna form som Figur 31a visar (se Kapitel 5, avsnitt 5.1, ”Särskilda beteendemönster hos gasmoln”).

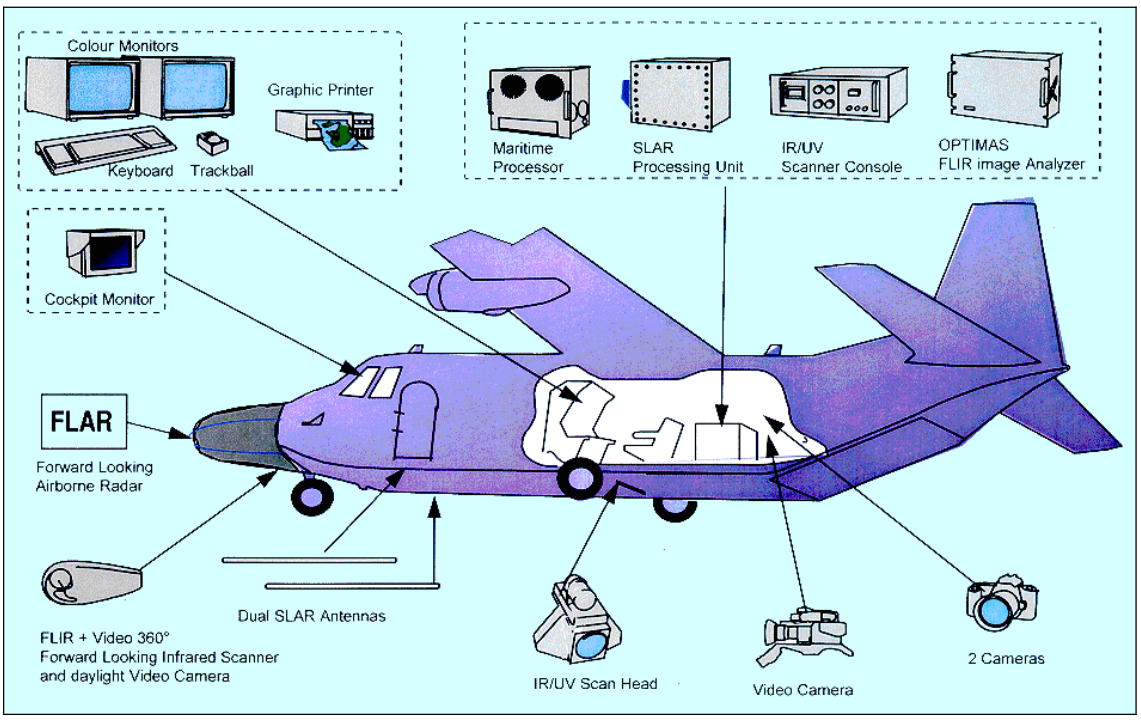
32 Fjärranalys av ämnen som flyter på vattenytan

Tillämpning

Se metodgrupp M2 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan främst användas mot utsläpp av ämnen som flyter på vattenytan och vars upplösning och/eller avdunstning sker långsamt (klass F).

Beskrivning

Det är välkänt att **oljeutsläpp** på vattenytan kan upptäckas och registreras med hjälp av olika typer av flygburna fjärranalysinstrument. Nedanstående Figur 32a visar en skiss över det avancerade fjärranalyssystemet i svenska Kustbevakningens CASA 212.



Källa: Kustbevakningen och Rymdbolaget

Figur 32a

Oljeutsläpp är ofta ganska viskösa (trögflytande) och bildar relativt tjocka (> 1 mm) skikt på vattenytan. Sådana skikt förändrar vattenytans fysikaliska egenskaper och gör det möjligt att upptäcka och mäta oljeutsläppen med fjärranalys. Vissa fjärranalysinstrument kan registrera även mycket tunna oljefilmer (< 0.1 mm) på vattenytan. Eftersom de flesta **kemikalier** som flyter på vattnet bildar just sådana tunna filmer kan de registreras med samma instrument t.ex. sidspanande radar (SLAR) och IR/UV-scanner.

Vid ett utsläpp av en större mängd styren i Louisiana, USA, visade det sig att ett speciellt IR-instrument ”forward-looking infrared imager” (FLIR) med fördel kunde användas för att lokalisera styren på vattenytan (Olycka nr 08).

Nackdelar

Metoden kan inte användas över begränsade vattenytor t.ex. mindre insjöar, dammar, floder och åar.

33 Mätning av upplösta ämnen i vattnet

Tillämpning

Se metodgrupp M3 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan användas mot utsläpp av ämnen som upplöses helt eller delvis i vattnet (klasserna GD, ED, FED, FD, DE, D, SD – dvs alla med D). Det kan också bli aktuellt att mäta spridningen av sjunkande ämnen i bottenvattenskiktet (klass S).

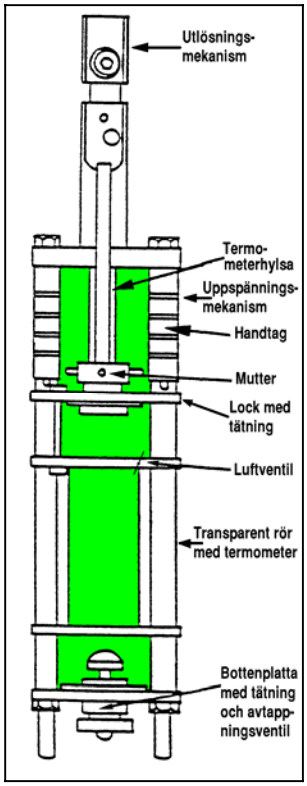
Beskrivning

Mätning av kemikaliers spridning i vattenmassan utförs ofta genom att analysera vattenprover som hämtas upp till ytan från positioner i vattenmassan som misstänks innehålla den löskomna kemikalien (jfr Kapitel 3, avsnitt 3.4).

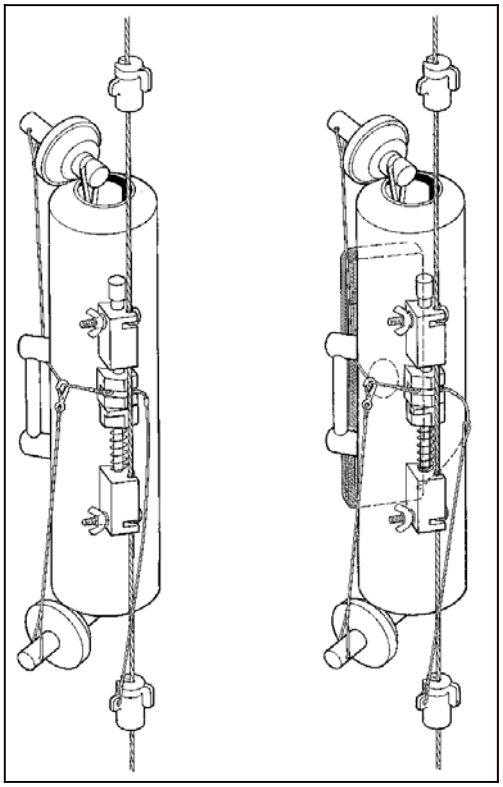
Vattenprover kan tas med speciella vattenprovhämtare som finns i många olika utföranden (Figur 33a – 33c). De sänks ner till avsett djup och fylls genom att ventiler öppnas genom manuell fjärrmanövrering från ytan.

Analysen kan utföras på många olika sätt. Val av mätprincip och utrustning sker beroende på typ av utsläpp i vattenområdet. Principen kan grunda sig på bl.a. pH, ljusabsorption, konduktivitet (elektrisk ledningsförmåga), turbiditet (grumlighet) eller fluorescens.

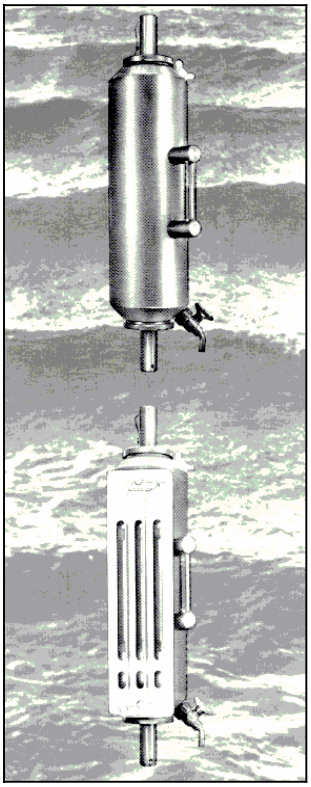
Ibland kan analysen ske med en **portabel analysutrustning**. En sådan utrustning användes i Olycka nr 27 och resultaten användes som beslutsunderlag av räddningstjänsten. Det finns även **mobila laboratorier** som kan placeras nära olycksplatsen (Ref. 56).



Figur 33a



Figur 33b

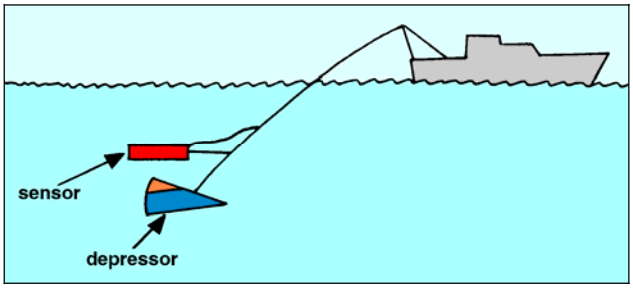


Picture source: Hydro-Bios

Figur 33c

Mätning av kemikalier i vattenmassan kan också utföras mer eller mindre automatiskt genom nedsänkning av sensorer kopplade till analysinstrumentet.

Det är även möjligt att bogsera en sensor som hålls på rätt nivå med hjälp av skärplan (depressor, se Figur 33d).



Figur 33d

Nackdelar

Det kan vara mycket tidskrävande att manuellt ta så många vattenprover vid en utsläppsplats att en klar bild erhålls över utsläppets geografiska utbredning.

Ibland måste proverna föras till stationära laboratorier vilket ytterligare fördröjer arbetet.

34 Registrering av bottenliggande ämnen med ekolod

Tillämpning

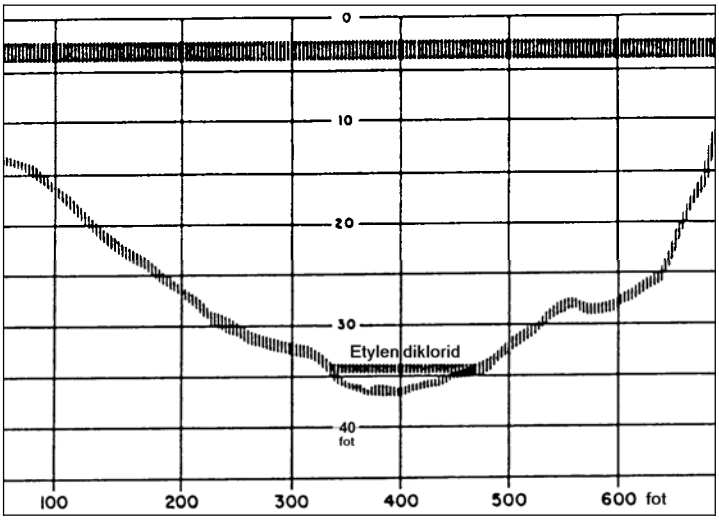
Se metodgrupp M4 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan användas mot utsläpp av ämnen som sjunker till botten (klasserna S och SD – dvs de med S).

Beskrivning

Bottenliggande pölar, med en plan fasgränsyta mot vattnet, kan registreras med speciella **ekolod** (Ref. 57). Instrumentets pulser av ultraljud reflekteras mot botten varefter ekon registreras av instrumentet och visas på skärm och/eller skrivare som ett diagram (jfr Kapitel 5, avsnitt 5.4).

Metoden beskrivs som mycket framgångsrik. Bottenliggande skikt med tjocklekar ner till 1 cm kan upptäckas och registreras.

Figur 34a visar en ekolodregistrering av 1300 kubikmeter etylendiklorid som efter en olycka sjunkit till botten på 12 m djup i en amerikansk sjö (Ref. 57). Den bottenliggande pölens utsträckning var ca 40 m.

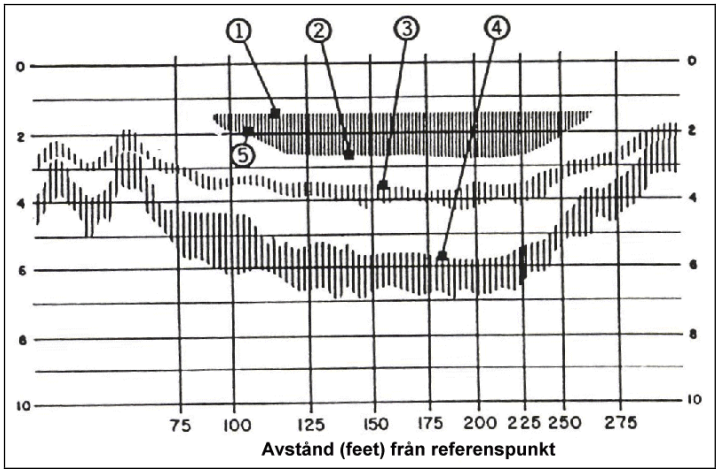


Picture source: A. Meyer et al.

Figur 34a

Figur 34b visar en ekolodregistrering av 375 kubikmeter kreosot som efter en olycka sjunkit till botten i en liten grund amerikansk damm (Ref. 57). Den bottenliggande pölens utsträckning var ca 50 m.

De inringade siffrornas betydelse:
1) Kreosotpölens yta
2) Kreosotpölens botten
3) Mjukbotten
4) Sandbotten
5) En åra doppad i kreosoten



Picture source: A. Meyer et al.

Figur 34b

Nackdelar

Begränsad tillgång på lämpliga instrument. Metoden endast tillämpbar på bottenliggande pölar som har en plan (vågrät) fasgränsyta mot vattnet.

41 Provtagning på vattenytan av skikt som är tjockare än ca 1 mm

Tillämpning
Kemikalier som flyter på vattenytan och bildar skikt som är tjockare än ca 1 mm.

Beskrivning
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Se Kapitel 4 Provtagning beträffande allmänna frågor på området.

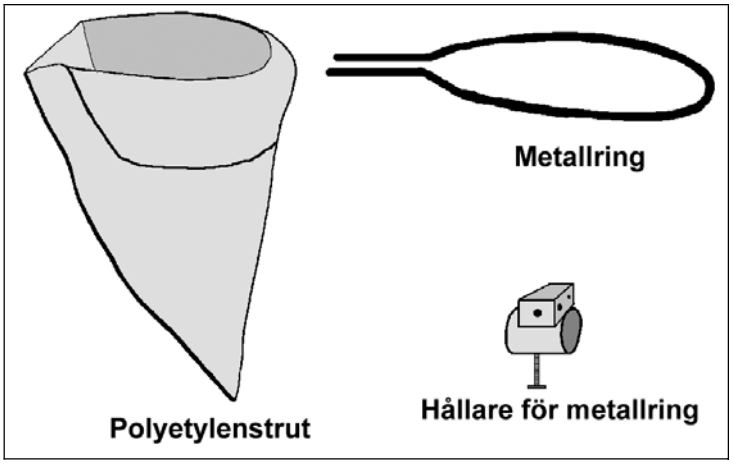
Provtagningen bör om möjligt inriktas på de allra tjockaste partierna i utsläppet. Om utsläppet är stort bör prover tas på flera olika positioner för att erhålla en representativ provkollektion.

Klumpar och mycket tjocka partier kan skrapas med spatel så att tillräcklig provmängd erhålls och direkt kan nerföras i provflaska. Lättflytande tjocka partier kan skummas direkt med provflaska genom upprepade svep. Efter varje svep avlägsnas i görligaste mån det vatten som kommit in i flaskan. Försök få upp så stor substansmängd som möjligt. Observera dock att ett fåtal milliliter är bättre än ingenting.

Det kan dock vara mycket svårt att få upp kemikalieprov, med spatel eller svep med provflaska, om skiktet på vattenytan endast är någon millimeter tjockt. Då kan i stället nedanstående metod vara framgångsrik.

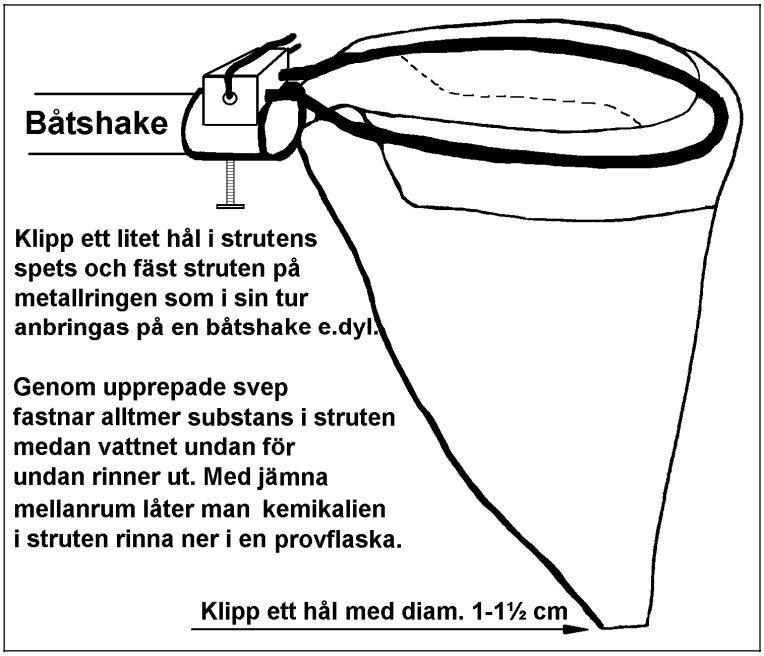
Den beskrivna metoden och utrustningen används av svenska Kustbevakningen vid provtagning av oljeutsläpp (Ref. 7).

Utrustningen som visas i Figur 41a kan användas för provtagning av kemikalieskikt som flyter på vattenytan och har en tjocklek ner till ca 1 mm. Utrustningen består bl.a. av en polyetylenstrut (av engångstyp) försedd med en fåll som gör att den kan träs på en metallring. En hållare anbringas sedan på metallringen. Hela anordningen kan skruvas fast på en båtshake eller trästång som förs in i hållaren enligt Figur 41b.



Figur 41a

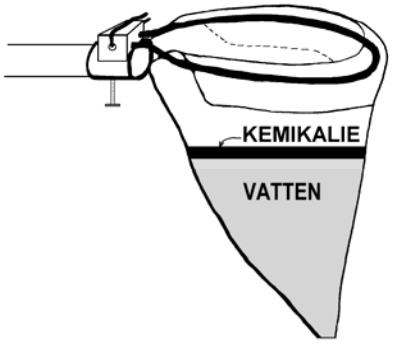
Ett hål klipps i struten enligt Figur 41b



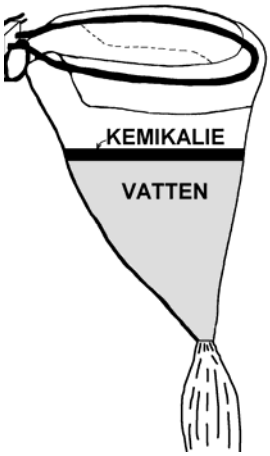
Figur 41b

Figur 41c

Den ihopsatta provtagningsanordningen sveps genom utsläppet på vattenytan och får skumma av det flytande kemikalieskiktet så att så mycket substans som möjligt kommer in i struten.



Figur 41d



Figur 41e

Efter ett svep får vattnet rinna av enligt Figur 41e varefter strutöppningen täpps till enligt Figur 41f (obs skyddshandskar). Den vattenbefriade substansen får rinna ner i en 100 ml provflaska. Proceduren upprepas tills (helst) minst någon milliliter prov insamlats eller flaskan fyllts till ¾ eller till 2 cm nedanför underkanten av skruvlocket.

Figur 41f

Nackdelar

Specialutrustning erfordras. Metoden kan endast användas för provtagning av vätskeformiga ämnen som flyter på vattenytan utan att lösas upp alltför snabbt i vattnet och dessutom är tillräckligt viskösa så att de bildar skikt överstigande 1 mm tjocklek.

42 Provtagning på vattenytan av skikt som är tunnare än ca 1 mm

Tillämpning

Kemikalier som flyter på vattenytan och bildar skikt som är tunnare än ca 1 mm.

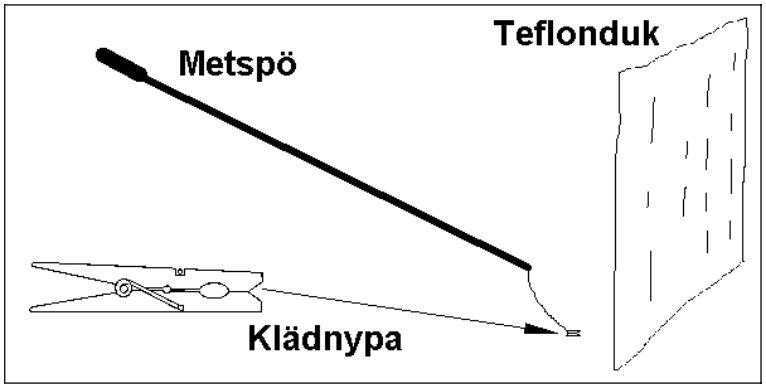
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Se Kapitel 4 Provtagning beträffande allmänna frågor på området.

Provtagning av tunna filmer på vattenytan kan ske med finmaskiga teflondukar enligt Figur 42a och 42b. Teflon är ett inert material som inte inverkar negativt på den efterföljande kemiska analysen.

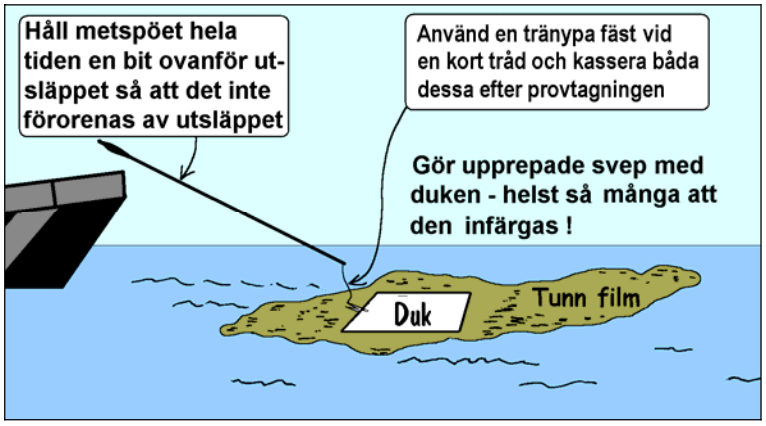
Den beskrivna metoden och utrustningen används av svenska Kustbevakningen vid provtagning av oljeutsläpp (Ref. 7).

Figur 42a visar utrustningen som består av ett metspö med en klädnypa som håller fast teflonduken. Teflonduken måste hanteras med stor försiktighet så att den inte kontamineras av främmande ämnen som kan störa analysen.



Figur 42a

Provtagningsarbetet bedrivs enligt Figur 42b. Om filmen är mycket tunn (”sheen”) måste många upprepade svep göras med duken så att åtminstone någon liten spårmängd absorberas. Hela duken införs sedan i en provflaska med hjälp av en ren pinne el. dyl. som ”påförare”.



Figur 42b

Nackdelar

Speciella teflondukar erfordras för provtagningen. Metoden kan endast användas för provtagning av vätskeformiga ämnen som flyter på vattenytan utan att lösas upp alltför snabbt i vattnet.

43 Provtagning i vattenmassan

Tillämpning
Kemikalier som är upplösta i vattenmassan.

Beskrivning
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Se Kapitel 4 Provtagning beträffande allmänna frågor på området.

I undantagsfall är syftet med provtagning i vattenmassan att identifiera ett löskommet ämne. Oftast är dock kemikaliens identitet känd och det är då angeläget att få en uppfattning om dess utspridning i vattenmassan och rita en karta (helst tredimensionell) över dess utbredning i området (jfr Olycka nr 27). Vattenprover tas med vattenprovhämtare på olika positioner och på olika djup så att en karta över utspridningen kan ritas upp. I grunda vattenområden (med djup ner till några tiotals meter) bör tre prover tas på varje provtagningsposition, t.ex. 2 m från ytan, 2 m från botten och mitt emellan dessa punkter. Ange noga position och djup för alla provtagningar. I djupare områden bör provtagningsstrategin bedömas från fall till fall.

Provtagningen sker genom att en behållare, ”provhämtare”, sänks med lina ner till bestämda djup och öppnas varvid behållaren fylls och kan tas upp. Provhämtaren kan öppnas antingen genom att rycka i en separat lina som är fäst vid ett lock på behållaren eller, vilket är vanligare, med ett lod som får falla längs samma lina som bär provhämtaren.

Det finns en mängd olika typer av vattenprovhämtare med olika användningsområden och med olika användarinstruktioner. Här visas bilder på några exempel med mycket kortfattad beskrivning.

Ruttnerhämtare
En mycket vanlig konstruktion som är enkel att hantera och som används för många olika ändamål. Den finns vanligen i storlekar mellan 0,5 och 5 liter. Den är utrustad med en inre termometer som kan avläsas från utsidan.
(Ref. 126 och Ref. 127)

Figur 43a
Picture source: HYDRO-BIOS GmbH

Limnos provhämtare
En enkel provhämtare, för djup ner till 30 m, som förenklar hanteringen genom att provflaskorna (rymd 1 liter) fylls direkt vid provtagningen.
(Ref. 126 och Ref. 127)

Figur 43b

Picture source: CANIMPEX Enterprises Ltd., Canada

Micros provhämtare
En enkel provhämtare, för djup ner till 100 m, försedd med en utbytbar 500 ml glasbehållare. (Ref. 126 och Ref. 127)

Figur 43c

Picture source: CANIMPEX Enterprises Ltd., Canada

Nansen provhämtare
En modern provhämtare med graderad utbytbar 1,7 liters behållare tillverkad av slagtålig polykarbonat. (Ref. 126 och Ref. 127)

Figur 43d

Picture source: CANIMPEX Enterprises Ltd., Canada

KC small volume water sampler

Provhämtare för 70 ml prov tillverkad av mässing. (Ref. 128)

Figur 43e

Picture source: KC-Denmark

KC small stainless steel water sampler

Provhämtare för 500 ml prov tillverkad av rostfritt stål. (Ref. 128)

Figur 43f

Picture source: KC-Denmark

Nackdelar

Åtskilliga provtagningar kan krävas för att kartlägga en kemikalies tredimensionella spridning i vattenmassan.

44 Provtagning på botten

Tillämpning
Lösa kemikalier som sjunkit till botten.

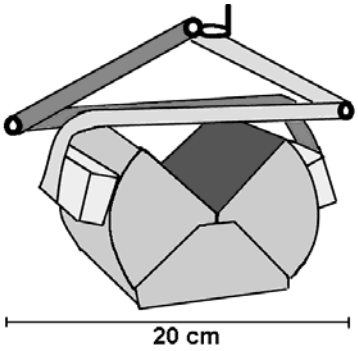
Beskrivning
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Se Kapitel 4 Provtagning beträffande allmänna frågor på området.

Sjunkna kemikalier som ligger i fri form på botten är vanligen svårlösliga i vatten eller har relativt låg löslighet. Provtagning kan utföras på olika sätt beroende på omständigheterna. Vid all provtagning på botten bör om möjligt provtagningspunkter lokaliseras på förhand för att nedbringa antalet provtagningar.

I grunt vatten kan en lättdykare utföra provtagningen med en provbehållare om strikta säkerhetsrutiner iakttas med hänsyn till de risker som föreligger. All provhantering måste ske med betryggande skyddsutrustning.

Fasta kemikalier
Provtagning på kemikalier i fast form på botten kan ske med en liten sedimentprovtagare. Vanliga modeller är ”Ponar-hämtare” och ”van Veen-hämtare” som båda ser ut ungefär som Figur 44a med skovlarna ihop. Dessa modeller sänks ned med öppna skovlar som slår ihop när hämtaren träffar botten.



Figur 44a

Vätskeformiga kemikalier
Vätskeformiga sjunkande kemikalier rinner till fördjupningar på botten där de samlas i pölar. De kan inte tas upp med en hämtare som visas i Figur 44a eftersom denna inte är tät nog att hålla kvar vätskor. I stället måste användas en provhämtare som är konstruerad för vätskor. Figur 44b visar ett exempel som kallas “KC small volume water sampler” (Ref. 128). Den rymmer 70 ml prov och är tillverkad av mässing (även visad i Figur 43e).

Vid provtagning av vätskeformiga kemikalier på botten ställs stora krav på att provtagningspunkten är noggrant bestämd så att provtagaren får en tillräcklig vätskevolym att tränga ned i.

Figur 44b

Picture source: KC-Denmark

Nackdelar
Det kan vara mycket svårt att lokalisera provtagningspositioner på botten där tillräcklig provmängd kan erhållas.

45 Provtagning i förpackningar och behållare

Tillämpning
Förpackningar och behållare med kemikalier i fast eller flytande form.

Beskrivning
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Se Kapitel 4 Provtagning beträffande allmänna frågor på området.

Exempel på mindre eller medelstora förpackningstyper för lösa kemikalier är fat, dunkar och lådor tillverkade av metall, plast, plywood eller träfiber. Stålfat är en mycket vanlig förpackningsform för både vätskeformiga och fasta kemikalier. Något större förpackningstyper med volymer av ca 0,5 – 3 m^3 är s.k. storförpackningar (large packagings, LP:s) och småbulkbehållare (Intermediate Bulk Containers, IBC) som finns i olika material t.ex. textilier, trä, plast, metall och komposit. Ännu större behållare är tankcontainrar som kan innehålla runt 20 – 30 m^3 vätskeformiga kemikalier. Bilaga 9 behandlar olika typer av emballage. För provtagning i tankcontainrar se Metod 46.

Provtagning av förpackningar och behållare med okänt innehåll skall alltid utföras av väl-utbildad personal klädd i helskyddsutrustning. Arbetsteamet skall bestå av minst två samarbetande kemdykare.

Insatsarbetets försiktighetsåtgärder bör utformas efter det engelska uttrycket ”worst possible case basis”. Alla mått och steg vidtas med största möjliga försiktighet, d.v.s. man utgår från att det kan vara ett mycket farligt innehåll i förpackningen.

Följande punkter ger ***exempe***l på åtgärder som bör vidtas beroende på omständigheterna (jfr även avsnitt 1.3, avsnitt 6.8 och Bilaga 1).

Picture source:
US Environmental Protection Agency

Figur 45a

- Ev utrymning av närområdet genomförs
- Riskområde och avspärrning arrangeras kring godset
- Berörd larmcentral informeras om händelsen
- En saneringsstation upprättas
- En ledningscentral organiseras
- Beslut tas om säkerhetsrutiner och skyddsutrustning för berörd personal

- Godset granskas på avstånd med kikare för att söka information om ev. utsläpp m.m.
- Ett insatsteam och ett reservteam (om vardera två kemdykare) utrustas
- Insatsteamet närmar sig försiktigt godset **med** vindriktningen
- Reservteamet håller sig berett på avstånd att vid behov undsätta insatsteamet
- Insatsteamet försöker upptäcka någon information om godsets innehåll
- Insatsteamet kontrollerar ev. läckage med gasmätningsinstrument

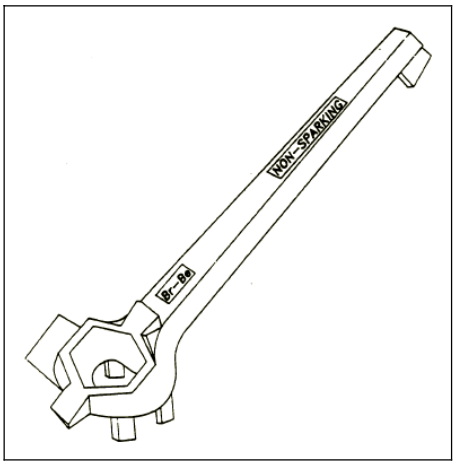
- Insatsteamet vidtar ev. erforderliga åtgärder för att begränsa utsläpp (täta läckor), begränsa brandfara etc.
- Beslut tas om användning av bärgningsförpackning eller s.k. "salvage drum" (se Bilaga 9 avsnitt B9.5)

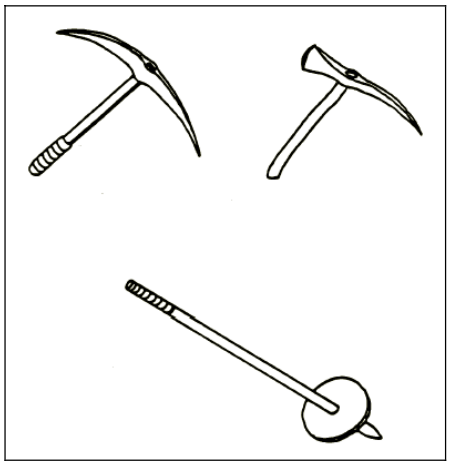
- Grundlig sanering av kemdykarna
- Borttransportering av det inneslutna godset
- Kemisk analys av innehållet i godset

Olika scenarier kan motivera skilda tillvägagångssätt vid insatsen. Åtgärder vid en skadad och läckande behållare med okänt innehåll kräver mycket högre säkerhetsåtgärder än om behållaren inte läcker.

Provtagning i olika typer av behållare kräver normalt insats av specialtränad personal med särskild utrustning. Räddningspersonal bör inte användas för sådan provtagning.

Vid öppning av behållare används i första hand vanlig öppningsutrustning (Figur 45b). Rostiga behållare måste ofta öppnas med andra metoder (Figur 45c-45g). Här nedan ges några exempel på utrustning och rutiner för öppning och provtagning (jfr Ref. 129-131).

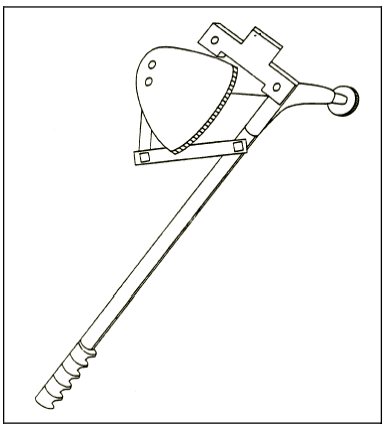




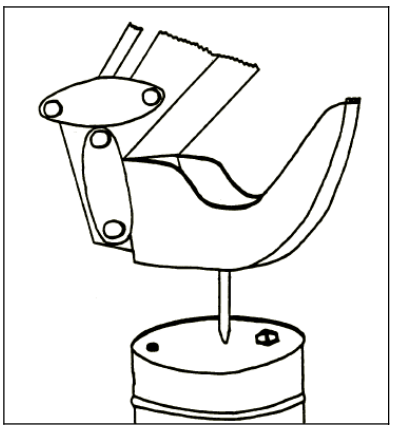
Picture source: US Environmental Protection Agency

Figur 45b
Exempel på universalöppnare för fat (finns tillverkade av gnistsäker brons)

Figur 45c
Exempel på håltagare för metallbehållare

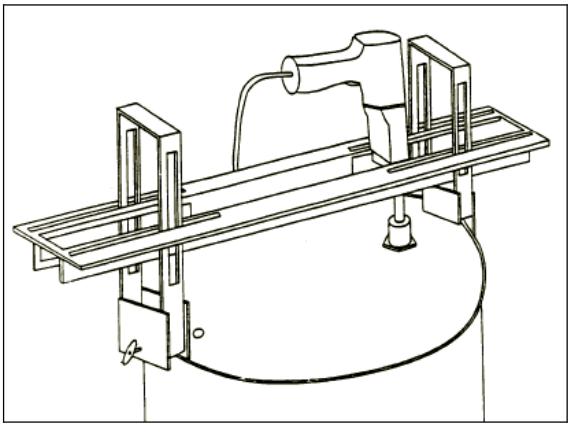


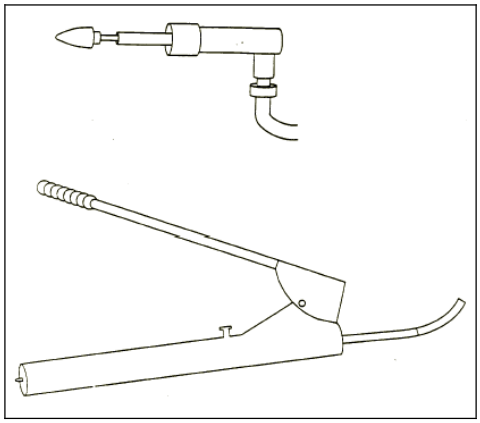
Figur 45d
”Konservöppnare” för stålfat (finns med gnistsäkert skär)



Figur 45e
Nagelförsedd grävskopa för håltagning

Picture source: US Environmental Protection Agency





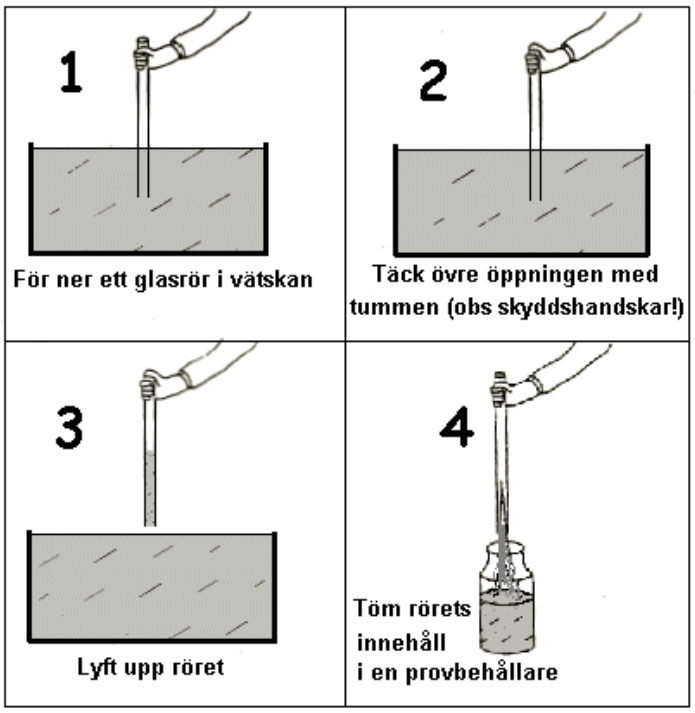
Picture source: US Environmental Protection Agency

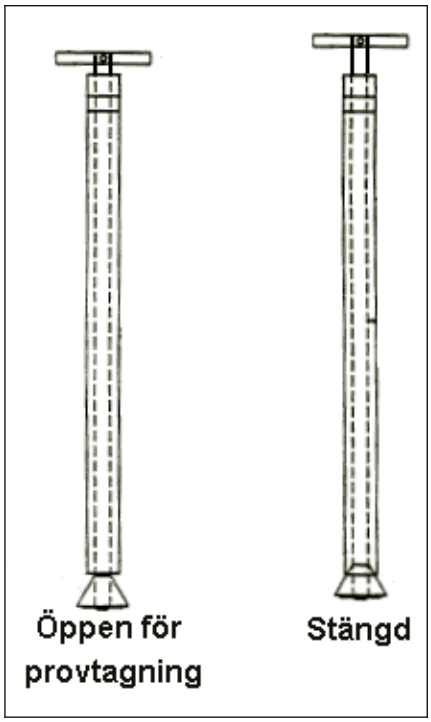
Figur 45f

Pneumatisk fatöppnare som vrider upp fat-tappen

Figur 45g

Hydraulisk fatöppnare som trycker en gnistsäker nagel genom plåten





Picture source: US Environmental Protection Agency

Figur 45h

Enkel rutin för provtagning av vätskor med hjälp av vanligt glasrör

Figur 45i

Alternativ för provtagning av vätskor med specialrör

Nackdelar

Normalt måste särskilt utbildad personal anlitas för provtagningen.

46 Provtagning i fristående tankar, tankcontainrar och fartygstankar

Tillämpning
Alla typer av större tankar.

Beskrivning
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Se Kapitel 4 Provtagning beträffande allmänna frågor på området.

Exempel på mindre tankar är vissa typer av småbulkbehållare (Intermediate Bulk Containers, IBC) som för vätskeformiga ämnen finns tillverkade av plast, metall och komposit. Ännu större behållare är tankcontainrar som kan innehålla runt 20 – 30 kubikmeter vätskeformiga kemikalier. Bilaga 9 behandlar olika typer av emballage. Fristående tankar i fartyg kan vara ännu större.

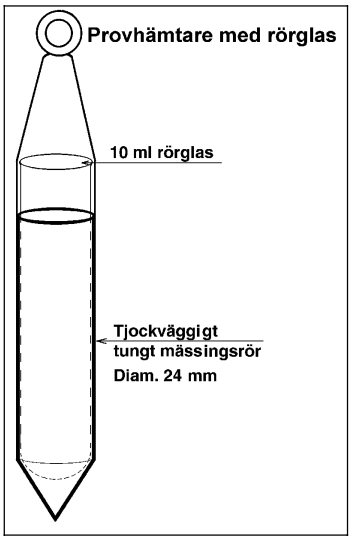
Provtagning av förpackningar och behållare med okänt innehåll skall alltid utföras av välutbildad personal klädd i helskyddsutrustning. Arbetsteamet skall bestå av minst två samarbetande kemdykare.

Insatsarbetets försiktighetsåtgärder bör utformas efter det engelska uttrycket ”worst possible case basis”. Alla mått och steg vidtas med största möjliga försiktighet, d.v.s. man utgår från att det kan vara ett mycket farligt innehåll i förpackningen.

Det kan vara svårt att komma åt att ta prover i tankar med en handhållen provtagare. I stället bör en liten provhämtare firas ner (jfr 46a och 46b) genom en tanköppning eller ett pejlrör.

Om snöre används för att fästa provhämtaren bör det vara tillverkat av bomull - ej syntetmaterial som kan ge upphov till statisk elektricitet. Används tråd eller måttband av metall måste anordningen jordas i tankväggen.

När provhämtaren i Figur 46a används skall den förses med ett rent (oanvänt) rörglas som kastas efter användning. Metallhållarna i Figur 46a och 46b skall rengöras noga efter användning.



Figur 46a
Svenska Kustbevakningens specialtillverkade provhämtare

Picture source: KC-Denmark
Figur 46b

Nackdelar
Normalt måste särskilt utbildad personal anlitas för provtagningen.

47 Emballering av prover

Tillämpning
Mindre provmängder (< 80 ml) av kemikalier eller kemikalieförorenat material.

Beskrivning
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Se Kapitel 4 Provtagning beträffande allmänna frågor på området.

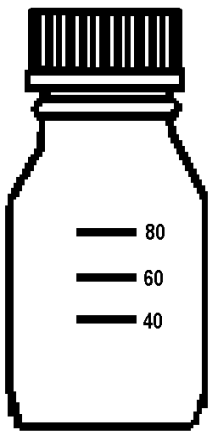
Emballering, märkning och befraktning av försändelser av prover med farligt gods måste följa såväl IMDG-kodens regler som de nationella regelverk som gäller. (IMDG-koden se Ref. 1).

Prover som skall underkastas ***kriminalteknisk undersökning*** måste alltid hanteras och förvaras så att de inte kan manipuleras, förväxlas eller förorenas av främmande ämnen En skyndsam hantering av prover skall eftersträvas eftersom proverna kan ha stor betydelse från ansvars- och skadeståndssynpunkt.

Som provbehållare (jfr Figur 47a) kan ofta användas 100 ml tjockväggiga, hållbara 100 ml glasflaskor tillverkade av t.ex. borosilikat (Duran, Pyrex, Simax). De måste ha lock och tätning av hög kvalitet och bör ha vid hals (ca 30 mm) för att underlätta påfyllning. Tidigare använda provflaskor får av analystekniska skäl inte återanvändas, inte ens efter grundlig rengöring.

Påfylld provflaska stoppas i en förslutningsbar och individnumrerad säkerhetspåse (Figur 47b). Säkerhetspåsen bör vara försedd som med tre st löstagbara självhäftande nummeretiketter med samma nummer som påsen. Provflaskan förses med en ifylld etikett enligt Figur 47e. På den senare etiketten fästes en nummeretikett från säkerhetspåsen (Figur 47b).

Säkerhetspåsen med flaskan försluts enligt den rutin som gäller för påstypen. Försluten säkerhetspåse med flaska stoppas i en 600 ml plastburk med tättslutande lock (Figur 47c).



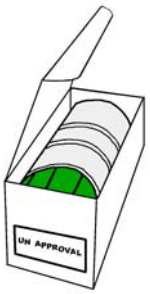
Figur 47a

Figur 47b

Burken fungerar som en kompletterande tätning och extra stötskydd för provet. Även på utsidan av burken placeras en nummeretikett från säkerhetspåsen. Burken med innehåll placeras i en transportkartong (Figur 47d).

Kartongen förses med en UN-märkning enligt Figur 47f samt en påskrift om typgodkännande där Figur 47g ger ett exempel.

Figur 47c



Figur 47d

Den tredje nummeretiketten från säkerhetspåsen sätts på den analysbegäran som sänds till laboratoriet. Laboratoriet ombeds att förse analysprotokollet med detta nummer. Numret på säkerhetspåsen är sålunda unikt för varje enskild påse och det prov som påsen innehåller. En av nummeretiketterna sätts på nedanstående etikett (Figur 47e) som skall sitta på provflaskan och innehålla uppgifter om provet.

(Plats för nr-etikett från individnumrerad säkerhetspåse)		Datum för provtagn.:
		Provtagningsplats:
Typ av prov (vätska, pulver, etc.):		
Varifrån provet togs (typ av behållare el. utsläpp):		
PROV-TAGARE	Namn: Tjänsteställe:	
	Tel.nr: Alt. Tel.nr:	

Figur 47e

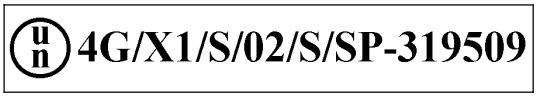
Många kemikalier regleras som farligt gods vid emballering och befraktning vilket medför mycket höga krav på dessa rutiner. Dock kan sådana provmängder som avses och emballeras enligt figurer 47a - 47d sändas som s.k. ”Fria mängder farligt gods” (“limited quantities”) vilket innebär vissa förenklade rutiner jämfört med andra försändelser av farligt gods. Varans UN-nummer skall alltid anges på ytterförpackningen innanför en stor kvadratisk ram (ritad med kraftig filtpenna) som står på sin spets enligt Figur 47f.

Figur 47f

När det gäller prover som är okända till sin typ skall den farlighetsnivå väljas beträffande UN-nummer så att största säkerhet uppnås vid transporten. För t.ex. oljeprover kan ofta UN 1202 (dieselbrännolja) användas. Men för oljeprover som är mer brandfarliga (har lägre flampunkt) skall UN 1223 (fotogen) eller UN 1203 (bensin) användas.

Alla prover som skall transporteras som ***farligt gods*** måste emballeras i en ***typgodkänd förpackning*** enligt exempelvis figurer 47a - 47d som visar de fyra delar som ingår i en typgodkänd förpackning för oljeprover.

Förpackningen måste förses med en märkning enligt exemplet Figur 47g som ett bevis på typgodkännandet.



Figur 47g

Symbolernas betydelse i märkningen framgår av nedanstående tabell (jfr B9.5):

un	FN:s förpackningssymbol.
4	Förpackningstyp (4 = låda).
G	Förpackningsmaterial (G = papp).
X	Provad och godkänd för förpackningsgrupp I, II och III.
1	Förpacknings maximala vikt i kilogram.
S	Förpackningen innehåller antingen ett fast ämne eller en innerförpackning.
02	De två sista siffrorna i tillverkningsåret.
S	Den stat där märkningstillståndet är utfärdat (S = Sverige)
SP	Namn på tillverkaren eller annan av behörig myndighet fastställd märkning för att identifiera förpackningen (SP = SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut).
319509	Nr. på typgodkännandets certifikat.

Sammanfattning av rutiner för påfyllning och märkning av provflaska

1. Tillvarataget prov skall emballeras på ett tillfredsställande sätt innan det kan fraktas. Provets form är vanligen ett av följande fyra alternativ:
   - Fri kemikalie
   - Provtagningsduk med absorberad kemikalie (jfr Metod 42)
   - Föremål som är nersmetat med en kemikalie
   - Delar av djur eller växter som är nersmetade med en kemikalie

2. Använd ny (oanvänd) provflaska för varje ny prov.

3. Om möjligt undvik att få med vatten eller andra främmande ämnen. Låt överflödigt vatten rinna av från provtagningsduk eller nersmetade föremål som skall emballeras. Kontrollera att materialet inte innehåller vävnadsmaterial som kan ruttna under befordran. För ner provet i en provflaska. Om en provtagningsduk skall föras ner i flaskan försök att göra detta med tränypan utan att vidröra duken med fingrarna. Detta går bäst om man hjälper till med en extra nypa eller annat rent föremål.

4. Fyll inte flaskan till högre nivå än ca 2 cm under lockets underkant (om flaskan fylls helt kan den senare börja läcka i rumstemperatur).

5. Kontrollera att packningen i flaskans lock är oskadad och att flaskan håller tätt när locket är ordentligt åtskruvat. Torka av ev spill på utsidan av flaskan.

6. Förse varje provflaska med ifylld provetikett med utseende enligt Figur 47e. Sätt på den ***första nummeretiketten*** från en säkerhetspåse (Figur 47b). Nummeretiketten anbringas lämpligen i härför avsedd ruta på provetiketten.

7. Om ivägsändning av prover fördröjs skall de förvaras vid en temperatur av högst $+4^{o}C$.

Sammanfattning av rutiner för emballering av provflaska

1. Stoppa provflaskan (med påklistrad nummeretikett) i en säkerhetspåse (Figur 47b) och förslut denna enligt anvisning. Behåll två nummeretiketter från säkerhetspåsen för den fortsatta hanteringen.

2. Stoppa paketet i en 600 ml plastburk (Figur 47c) och fäst den ***andra nummeretiketten*** på burken.

3. Burken med innehåll placeras i en transportkartong (Figur 47d). Kartongen förses med en UN-märkning enligt Figur 47f samt en påskrift om typgodkännande där Figur 47g ger ett exempel.

4. Skriv en analysbegäran och fäst den ***tredje nummeretiketten*** på skrivelsen.

Nackdelar

Metoden medför anskaffning och hantering av speciellt emballage. Emballering av kemikalier och korrekt hantering av farligt gods kräver omsorgsfullt utarbetade rutiner för att upprätthålla en hög säkerhetsnivå samt uppfylla gällande krav i de nationella och internationella regelverken.

51 Bekämpning av vattenlösliga gasmoln med vattendimma

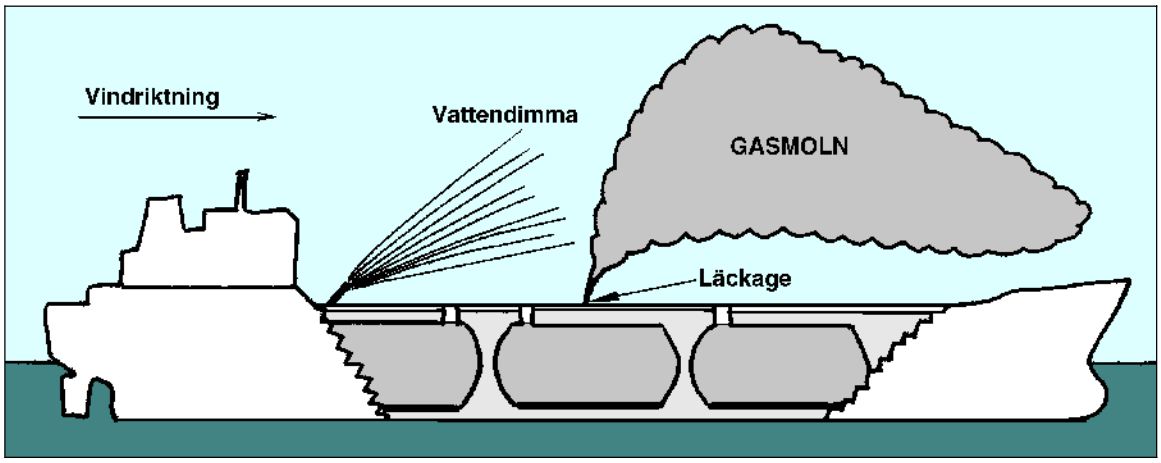
Tillämpning

Se metodgrupp B1 i avsnitt 1.5.
Metoden kan främst användas mot gaser som är lösliga i vatten t.ex. ammoniak och svaveldioxid (klass GD).

Se även Metod 52 och Metod 53 (Ref 141 och Ref. 139).

Beskrivning

Vid utsläpp av kondenserad ammoniak på mark eller i vatten kokar en del av ammoniaken mycket snabbt av och bildar vita, hälsofarliga moln som driver med vinden (jfr avsnitt 5.1, Särskilt beteendemönster hos ammoniak). Dessa moln är vattenlösliga och kan vid låg vindstyrka "slås ner" (tvättas ner) med fina, spridda vattenstrålar (vattendimma) enligt Figur 51a (se Olycka nr 12).



Figur 51a

Av kondenserad ammoniak som hamnar i vattnet upplöses en stor del och bildar basisk (alkalisk) ammoniumhydroxidlösning (jfr avsnitt 5.1) som är skadlig för miljön (jfr Olycka nr 1). Inom begränsade, känsliga vattenområden med låg vattenomsättning bör därför neutralisationsmedel inblandas i vattnet för att minska miljöskadorna.

Nackdelar

Bekämpning av gasmoln med vattendimma är praktiskt möjlig endast mot mindre begränsade gasmoln och vid låg vindstyrka.

52 Bekämpning av vattenolösliga gasmoln genom vattenbesprutning

Tillämpning

Se metodgrupp B1 i avsnitt 1.5.
Metoden kan främst användas mot gaser som är olösliga i vatten t.ex. metan, propan, butan, butadien, etylen, propylen, gasol och vinylklorid (klass G).

Se även Metod 51 och Metod 53 (Ref 141 och Ref. 139).

Beskrivning

Med särskilda munstycken kan vattenstrålar göras ytterst finfördelade. Sådan vattendimma kan användas för följande ändamål:

- Mota, styra eller skingra gasmoln (även vid brand i molnet, se Figur 52a)
- Minska risken för brand och explosion i gasmoln genom att kyla heta ytor eller dämpa gnistbildning.

Figur 52a

Användning av vattendimma för att stoppa och styra ett moln av gasol där brand uppstått i molnet.

Källa: Räddningsverket Sverige (foto Peter Lundgren)

Brand i en vattenolöslig vätska skall ej vattenbesprutas eftersom vätskan och därmed branden då kan spridas ytterligare.

Läckande kalla behållare med kondenserade gaser skall ej vattenbesprutas eftersom de då värms upp och läckaget ökar.

Nackdelar

Bekämpning av gasmoln med vattendimma är praktiskt möjlig endast mot mindre begränsade gasmoln och vid låg vindstyrka.

53 Bekämpning av gasmoln genom impaktering (återkondensering)

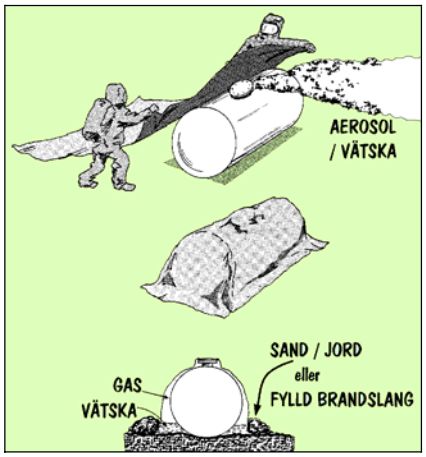
Tillämpning

Se metodgrupp B1 i avsnitt 1.5.
Metoden kan användas vid läckage från behållare med kondenserade gaser som ger upphov till aerosolhaltiga moln. Metoden är främst lämplig mot bl.a. ammoniak, svaveldioxid och klor (vissa ämnen i klasserna G och GD).

Se även Metod 51 och Metod 52 (Ref 141, Ref. 139 och Ref. 142).

Beskrivning

Vid läckage från behållare med kondenserade gaser bildas ibland aerosolhaltiga moln som kan vara ytterst farliga för människa och miljö. Med lämpliga insatser kan de små aerosoldropparna i dessa moln under vissa betingelser impaktera eller slås ihop till vätska. Sådan impaktering kan åstadkommas genom att täcka behållaren med en vanlig presenning enligt Figur 53a.

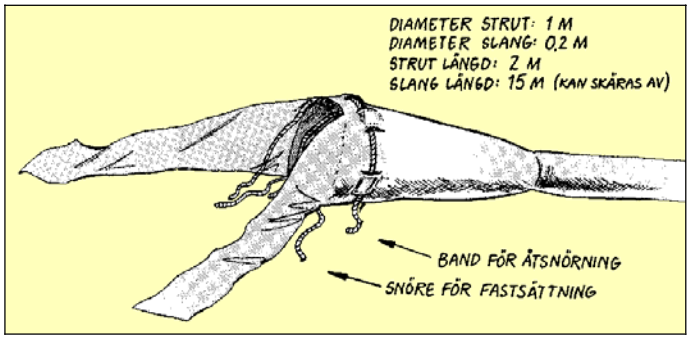


Figur 53a

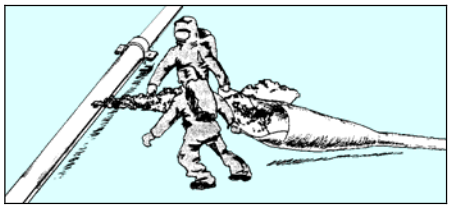
Läckage som ger upphov till en åtkomlig jetstråle kan impakteras genom att samla den utströmmande strålen i en tratt eller strut. Se Figurer 53b – 53d.

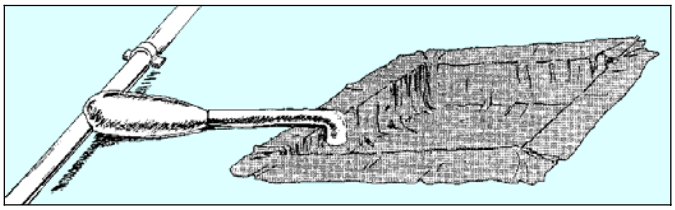
(Figurer53a – 53d återges enligt tillstånd från Räddningsverket)

Figur 53b visar en tratt eller strut som kan användas för impaktering av aerosolmoln i en utströmmande jetstråle. Tratten förankras vid läckagepunkten (Figur 53c). Jetstrålen leds in i tratten varefter återkondenserad vätska samlas i en bassäng (Figur 53d).



Figur 53b


Figur 53c


Figur 53d

Nackdelar

Metoden bör på grund av risk för statisk elektricitet inte användas mot läckage av mycket brandfarliga ämnen utan endast mot mindre (begränsade) läckage från behållare med t.ex. ammoniak, svaveldioxid och klor. Metoden ställer mycket stora krav på skyddsdräkternas isolering mot de extremt låga temperaturer som personalen kan utsättas för.

61 Skumbeläggning av utsläpp på vattenytan för att dämpa avdunstningen

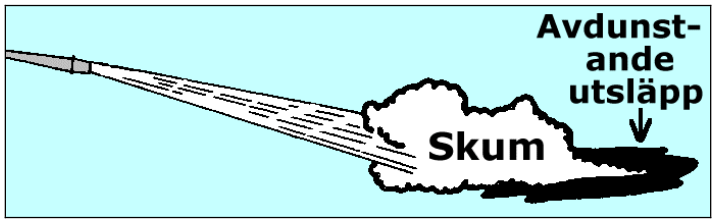
Tillämpning

Se metodgrupp B2 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan främst användas mot utsläpp av ämnen som flyter på vattenytan och vars upplösning och/eller avdunstning sker långsamt (klass F).

Beskrivning

Mindre avgränsade kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan kan täckas med olika typer av skum som normalt används för brandbekämpning (Figur 61a).

Skumbeläggning utförs med brandbekämpningsutrustning. Avdunstningen från utsläppet kan därigenom dämpas temporärt. Olika typer av skum måste väljas beroende på olika kemikalieutsläpps egenskaper.



Figur 61a

Skum produceras vid användningstillfället av skumkoncentrat som finns på marknaden i ett antal olika grundtyper. Tabell 61b visar förkortningar som ofta används i sammanhanget (Ref. 43 och Ref. 146).

Tabell 61c och 61d är en allmän sammanfattning över skumtyperna och deras möjliga användning vid övertäckning av utsläpp av olika typer av kemikalier.

P	Protein Foams
FP	Fluoroprotein Foams
S	Synthetic Foams
FF	Film-Forming Foams
AFFF	Aqueous Film Forming Foams
FFFP	Film-Forming Fluoroprotein Foams
AR	Universal (alcohol) resistant Foams
AR-AFFF	Alcohol Resistant Aqueous Film Forming Foams
AR-FFFP	Alcohol Resistant Film Forming Fluoroprotein Foams

Tabell 61b

Proteinbaserade skum

Grundtyp		Innehåll	Tillämpning	Anm.
1	Protein	hydrolyserat protein med tillsatser som minskar bionedbrytning	brandfarliga vätskeformiga kolväten	Liten expansion; Ger kortvarig effekt; God beständighet mot hetta; God vidhäftning och stabilitet
2	Filmbildande FFFP	protein och fluorerade ytaktiva medel	brandfarliga vätskeformiga kolväten	Liten expansion; Ger kortvarig effekt; Motstår kolvätemättning och återtändning
3	Alkoholresistent	protein med vissa tillsatser (tensider, polysackarider, etc.)	brandfarliga polära lösningsmedel	Liten expansion; Ger kortvarig effekt; Stabilt mot vissa alkoholer, ketoner, estrar, etc.

Tabell 61c

Proteinbaserade skum har låg expansion och adderar vatten ganska snabbt särskilt vid användning mot reaktiva vätskor och reaktiva kondenserade gaser. Hög avvattning gynnar inte dämpningen av avdunstning även om alkoholskum är stabila mot polära lågmolekylära vätskor som t.ex. aceton. Proteinbaserade skum har primärt utvecklats för brandbekämpning.

Syntetiska skum som är baserade på ytaktiva ämnen

Grundtyp		Innehåll	Tillämpning	Anm.
1	Liten expansion	syntetiska ytaktiva ämnen	brandfarliga vätskeformiga kolväten	Ger kortvarig effekt; Mest lämpad för ångdämpning vid stark vind
2	Stor expansion	syntetiska ytaktiva ämnen	brandfarliga vätskeformiga kolväten	Ger långvarig effekt; Låg avvattning; Bästa alternativ för reaktiva gaser och vätskor; Används vid låga vindstyrkor (<4.5 m/s)
3	Film-bildande AFFF	fluorerade ytaktiva ämnen	brandfarliga vätskeformiga kolväten	Lämpat för snabb brandbekämpning; Tillfredsställande ångdämpning mot vissa ämnen
4	Alkohol-resistent AR-AFFF	fluorerade ytaktiva ämnen med tillsatser av polysackarider m.m.	brandfarliga polära lösningsmedel och kolväten	Liten expansion; Lämpat för snabb brandbekämpning; Undvik vattenreaktiva vätskor även om låg avvattning indikeras av tillverkaren; Tillfredsställande ångdämpning mot många ämnen
5	Motstånds-kraftigt mot alkalier	ytaktiva ämnen och tillsatser	baser icke vid brand	Mediär expansion; Låg avvattning hävdas; Ger stabilt skum vid ångdämpning hos vissa specificerade ämnen
6	Motstånds-kraftigt mot syror	ytaktiva ämnen och tillsatser	syror icke vid brand	Mediär expansion; Låg avvattning hävdas; Lämpat för ångdämpning hos vätskeformiga syror

Tabell 61d

I de flesta fall har skum baserade på ytaktiva ämnen utvecklats för brandbekämpning och är lämpliga för både låg (10:1) och hög (100:1) expansionsanvändning om inte annat anges. Skum med hög expansion kräver mindre vatten och dämpar avdunstningen bättre men påverkas mer av vind (över 4,5 m/s), regn och temperatur över 21°C.

Nackdelar

Metoden kan endast användas mot relativt små och väl samlade utsläpp på vattenytan. Vissa typer av skum kan påverka kemikalieutsläppets ytspänning och försvåra dess upptagning med vissa mekaniska upptagningsanordningar.

62 Inlänsning av utsläpp på vattenytan och i vattenmassan med bottenförankrade speciallänsor i grunt vatten

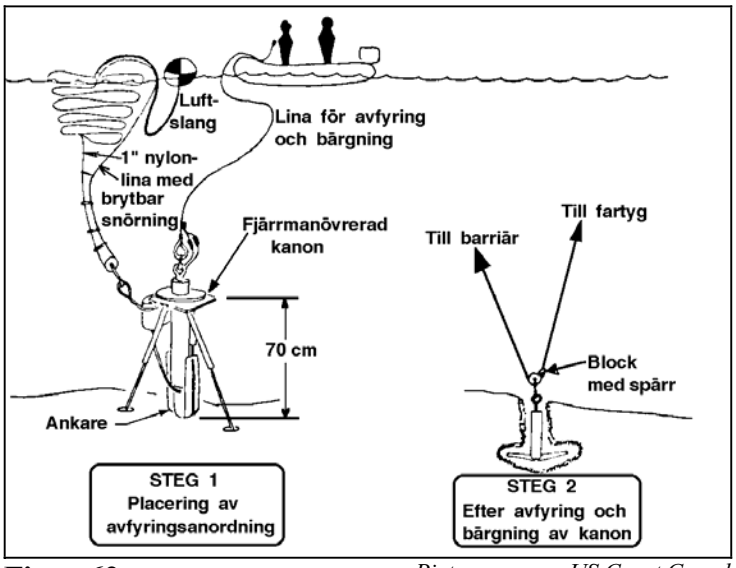
Tillämpning

Ämnen som flyter på vattenytan och/eller upplöses i vattnet (främst klasserna F, FD, DE och D; jfr avsnitt 1.5).

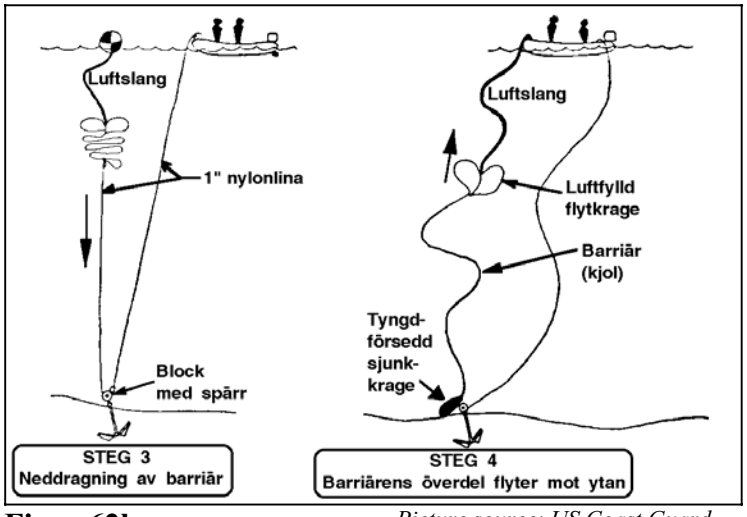
Beskrivning

Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Lyckade fälttester med barriärlänsa har utförts av US Environmental Protection Agency på ca 8 m djup (Ref. 83). En prototyputrustning användes som effektivt höll kvar ett testutsläpp bestående av Rodamin. Hela proceduren med utlänsning och förankring framgår av Figurerna 62a – 62b. Förankringen av kjolbarriären kräver en särskild teknik eftersom kjolen kan utsättas för mycket stor kraft av strömmande vatten. Ankare skjuts ned i botten med särskilda kanoner.



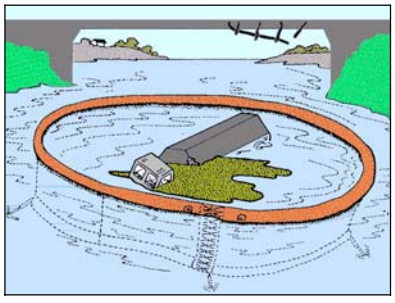
Figur 62a *Picture source: US Coast Guard*



Figur 62b *Picture source: US Coast Guard*

Nedanstående Figur 62c visar hur kjolbarriärlänsan kan användas i en olycka.

Picture source: Environment Canada



Figur 62c

Nackdelar

Metoden kräver specialtillverkad utrustning och går främst att använda i grunt och nästan stillastående vatten.

63 Inlänsning av utsläpp på vattenytan och i vattenmassan med luftbubbelbarriärer i grunt vatten

Tillämpning

Ämnen som flyter på vattenytan och/eller upplöses i vattnet (främst klasserna F, FD, DE och D; jfr avsnitt 1.5).

Beskrivning

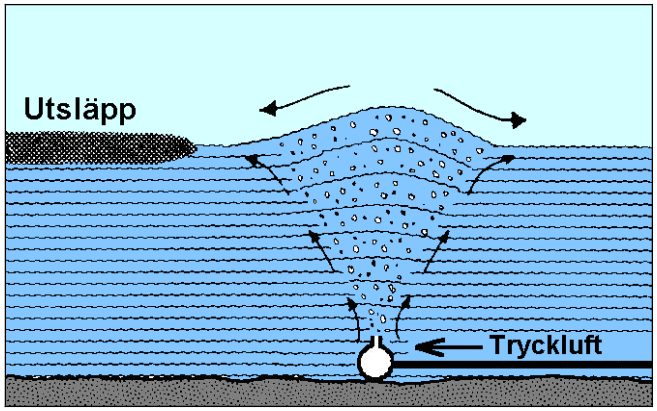
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

I grunda vattenområden, särskilt hamnar och vikar, används ibland luftbubbelbarriärer (luftbubbellänsor, pneumatiska länsor) för att innesluta utsläpp som flyter på vattenytan eller sprider sig i vattenmassan.

Nedanstående illustrationer visar metodens tillämpning på ett utsläpp som flyter på vattenytan. Men eftersom luftbubbelbarriärer sträcker sig ända från botten till ytan kan ett väl fungerande system även användas för att temporärt innesluta utsläpp som virvlar runt, dispergerar eller löser upp sig i vattenmassan (jfr Olycka nr 2).

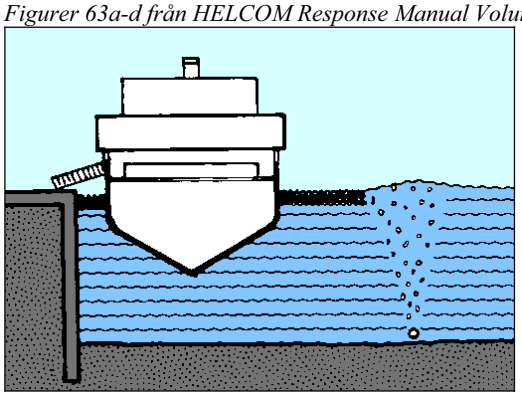
Figur 63a visar hur luftbubbelbarriärer skapas genom att tryckluft förs in i en perforerad slang som ligger på botten runt utsläppsplatsen.

Figurerna 63b – 63d visar hur ett utsläpp som kommer ut på vattenytan från ett fartyg kan hållas kvar intill fartyget med hjälp av en luftbubbelbarriär.

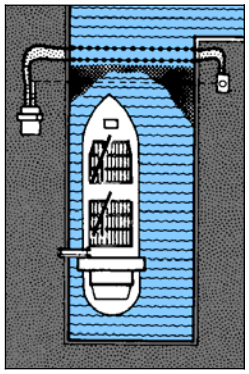


Figur 63a

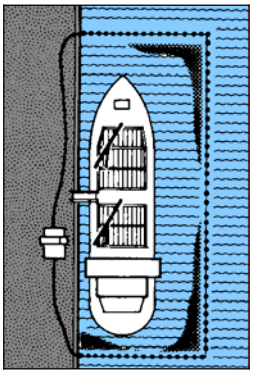
Figurer 63a-d från HELCOM Response Manual Volume 2



Figur 63b



Figur 63c



Figur 63d

Nackdelar

Metoden är användbar i svagt strömmande eller nästan stillastående vatten och främst i hamnområden med förinstallerad utrustning som snabbt kan skapa luftbubbelbarriärer.

64 Upptagning av utsläpp på vattenytan med uppsugande polypropylenskumplattor

Tillämpning

Se metodgrupp B2 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan främst användas mot utsläpp av ämnen som flyter på vattenytan och vars upplösning och/eller avdunstning sker långsamt (klass F).

Beskrivning

Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Skumplastskivor eller filtliknande bitar tillverkade av polypropylen har visat sig fungera effektivt som absorberingsmedel för många olika typer av kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan (Ref. 8). Nedanstående Figur 64a visar hur utspridning kan ske på ett relativt enkelt sätt över mindre utsläpp.

Figur 64a *Picture source: Environment Canada*

Nackdelar

♦ Det kan föreligga stora hälso-, brand- och explosionsrisker vid arbetet.
♦ Kemikalieutsläpp kan förstöra arbetsmaterial och personskyddsutrustning.
♦ Som med alla absorberingsmedel måste risken beaktas att de kan ”blöda” eller sjunka.
♦ Absorberingsmedlets effektivitet kan vara dålig för vissa kemikalier.
♦ Metoden kan inte tillämpas i grov sjö eller dåligt väder.
♦ Hantering av kemikalieindränkta absorberingsmedel kan ge stora logistikproblem.

65 Upptagning av utsläpp på vattenytan med uppsugande täcken och kuddar

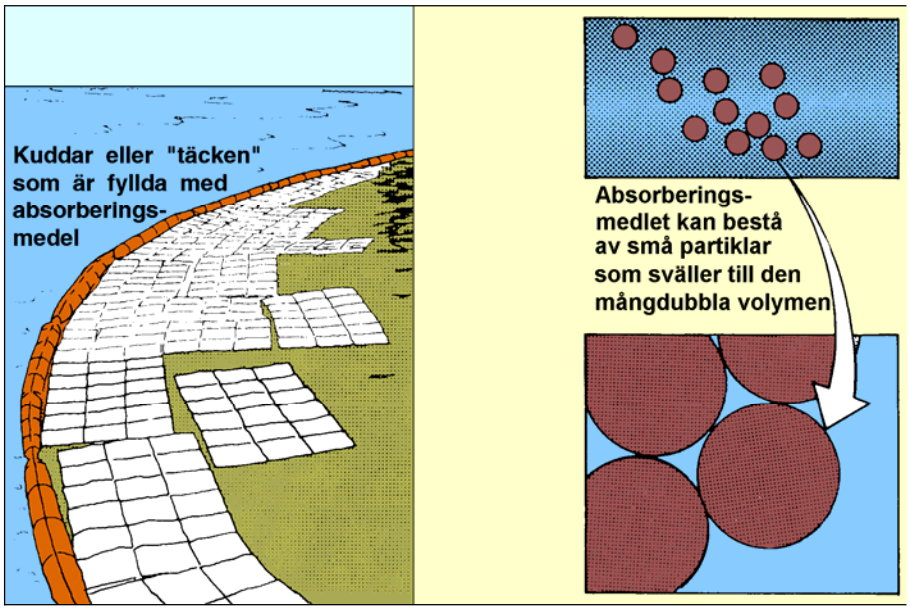
Tillämpning

Se metodgrupp B2 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan främst användas mot utsläpp av ämnen som flyter på vattenytan och vars upplösning och/eller avdunstning sker långsamt (klass F).

Beskrivning

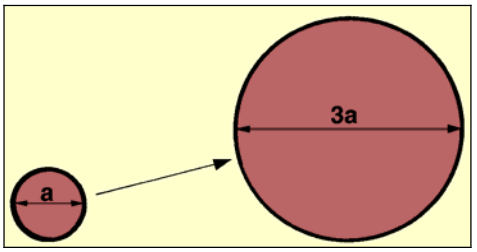
Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Figur 65a visar en metod för absorbering av kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan med kuddar eller täcken som innehåller finfördelat absorberingsmedel.



Figur 65a *Picture source: Environment Canada*

Absorberingsmedlet i Figur 65a (”Imbiber Beads”, Ref. 119) består av ett syntetiskt material (tvärbunden sampolymer - copolymer) som har formen av små sfäriska korn med en diameter av mindre än 1 mm. De suger effektivt upp många organiska vätskor varvid sfärernas diameter blir tre gånger större och deras volym blir 3×3×3 = 27 ggr större vilket blir ett mått på deras uppsugningsförmåga (Figur 65b).



Figur 65b

Nackdelar

- ♦ Det kan föreligga stora hälso-, brand- och explosionsrisker vid arbetet.
- ♦ Kemikalieutsläpp kan förstöra arbetsmaterial och personskyddsutrustning.
- ♦ Som med alla absorberingsmedel måste risken beaktas att de kan ”blöda” eller sjunka.
- ♦ Absorberingsmedlets effektivitet kan vara dålig för vissa kemikalier.
- ♦ Metoden kan inte tillämpas i grov sjö eller dåligt väder.
- ♦ Hantering av kemikalieindränkta absorberingsmedel kan ge stora logistikproblem.

66 Upptagning av kemikalieutsläpp på vattenytan med oljetråL

Tillämpning

OljetråL har, som namnet antyder, utvecklats för bekämpning av oljeutsläpp men kan användas även vid upptagning av kemikalier från vattenytan, främst högviskösa ämnen och klumpar. (Användning för upptagning av småförpackningar farligt gods, se Metod Y1)

Beskrivning

Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Figur 66a – 66b visar ett oljetrålsystem bestående av styrlänsa, ingångsnät och avtagbar trålsäck (Ref. 120). Systemet kan snabbt läggas ut med hjälp av små arbetsbåtar. Det behövs ingen hydralik eller tung mekanisk utrustning – endast en enkel luftblåsare för fyllning av länsorna. Inte ens luftblåsaren behövs om skumfyllda länsor används.

Figur 66a

Picture source: RO-CLEAN DESMI

Trålsäcken ansluts vid mitten av svepet. Svepets rörelse framåt för ihop materialet på vattenytan och leder in det i trålen där det samlas i trålsäcken. Under pågående operation kan säcken tas av och ersättas med en ny.

Figur 66b

Nackdelar

♦ Det kan föreligga stora hälso-, brand- och explosionsrisker vid arbetet.
♦ Kemikalieutsläpp kan förstöra arbetsmaterial och personskyddsutrustning.
♦ Metoden kan inte tillämpas i grov sjö eller dåligt väder.
♦ Hantering av kemikaliefyllda trålsäckar kan ge stora logistikproblem.

67 Upptagning av kemikalieutsläpp på vattenytan med konventionell oljebekämpningsutrustning

Tillämpning

Se metodgrupp B2 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan främst användas mot utsläpp av ämnen som flyter på vattenytan och vars upplösning och/eller avdunstning sker långsamt (klass F).

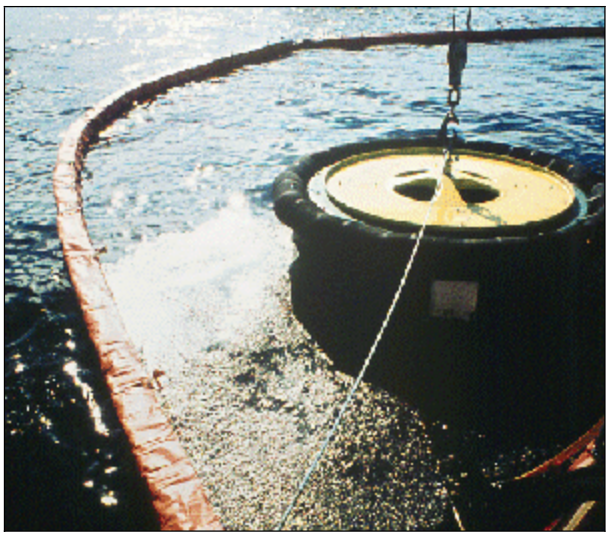
Beskrivning

Iaktta erforderliga försiktighetsåtgärder och använd skyddsutrustning som är motiverad av omständigheterna. Om riskerna är svårbedömda skall högsta säkerhetsnivå tillämpas.

Kemikalieutsläpp som flyter på vattenytan kan vara svåra att länsa in och ta upp med vanlig oljebekämpningsutrustning om viskositeten är alltför låg (mindre än någon cSt) eftersom de snabbt flyter ut och bildar mycket tunna filmer på vattenytan. I vissa fall har det dock visat sig att sådana operationer ändå är möjliga, t.o.m. om kemikaliens upplösning och/eller avdunstning är större än i klass F (se t.ex. Olycka nr 8). Den senare olyckan visar också att vissa kemikalier kan angripa eller lösa upp delar av upptagningsutrustningen.

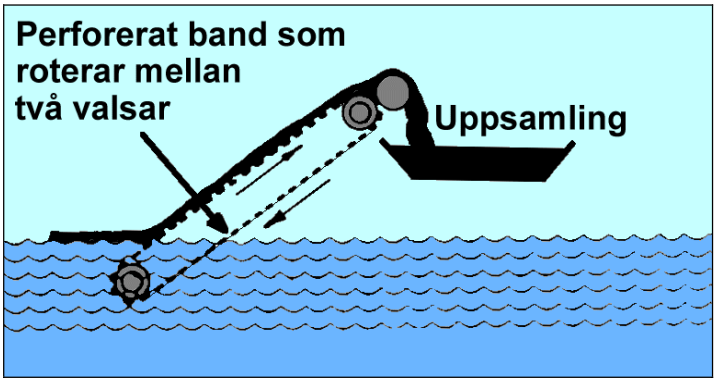
Inlänsning och upptagning av kemikalieutsläpp på vattenytan kan ibland underlättas om utsläppen förbehandlas med vissa absorberingsmedel (se Olycka nr 8). Vid användning av vissa typer av upptagare ska dock absorberingsmedel inte användas.

Figurer 67b - 67d visar tre upptagare som kan vara lämpliga för upptagning av olika typer av kemikalieutsläpp på vattenytan.



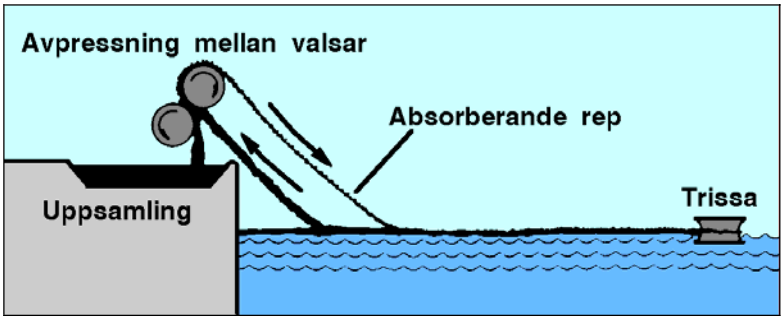
Figur 67a

Bandupptagare har visat sig kunna användas för upptagning av vissa kemikalier, t.ex. oktanol och dioktylftalat (Ref. 85). Upptagningen kan ev underlättas genom förbehandling med t ex absorberingsmedel.



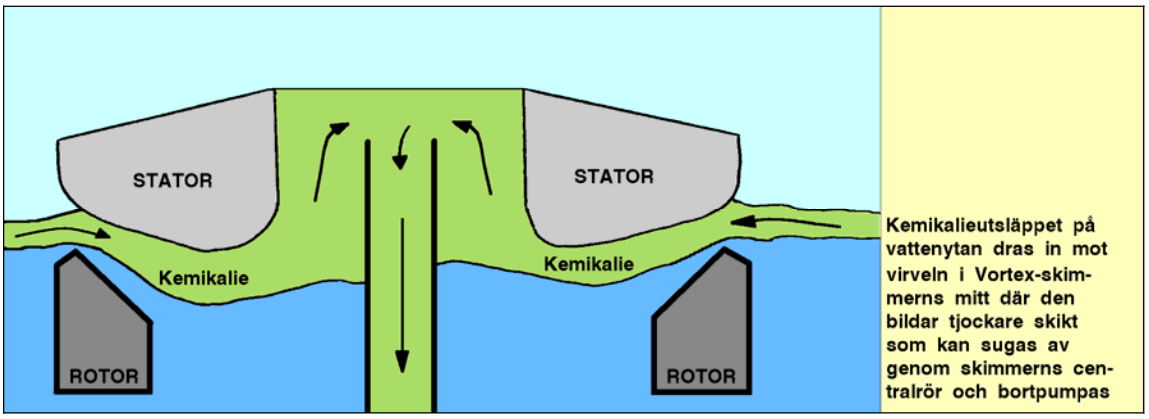
Figur 67b *Picture source: Environment Canada*

Absorberande system av typ Oil Mop och LORI absorberar ytliggande kemikalier, som i dessa fall inte ska förbehandlas med bekämpningsmedel. Med oil mop har mycket bra resultat erhållits vid upptagning av oktanol och dioktylftalat (Ref. 85).



Figur 67c *Picture source: Environment Canada*

Vortexsystem (ex. Walosep, Figur 67d) kan användas för upptagning av ytliggande kemikalier på samma sätt som lätta petroleumprodukter. Kemikalieutsläpp bör i detta fall inte förbehandlas med bekämpningsmedel.



Figur 67d

Nackdelar

♦ Det kan föreligga stora hälso-, brand- och explosionsrisker vid arbetet.
♦ Det kan vara svårt eller omöjligt att ta upp andra kemikalier än de som ingår i klass F.
♦ Kemikalieutsläpp kan förstöra arbetsmaterial och personskyddsutrustning.
♦ Metoden kan inte tillämpas i grov sjö (våghöjd > 1,5 m och ström > 0,8 kn).

71 Behandling av upplösta utsläpp i vattenmassan med neutralisationsmedel

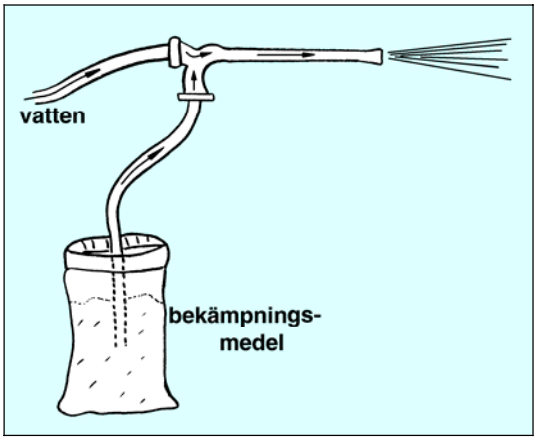
Tillämpning

Se metodgrupp B3 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan användas mot utsläpp av ämnen som upplöses helt eller delvis i vattnet (klasserna GD, ED, FED, FD, DE, D, SD - dvs alla med D).

Beskrivning

Neutralisationsmedel skall, i likhet med andra bekämpningsmedel, användas i samråd med miljövårdande myndighet som, om möjligt, även bör ge anvisning om lämplig dosering. Om speciell spridarutrustning saknas kan medlet spridas på enklast möjliga sätt genom att från ytliggande farkost hällas över vattenområdet. Så skedde vid Olycka nr 27.

Spridning av bekämpningsmedel kan med fördel ske enligt Figur 71a med ejektorstrålrör ("robisrör"). Vid osäkerhet om dosering gäller följande: Tag reda på viktsmängd utsläppt kemikalie. Den teoretiskt rätta doseringen är ungefär dubbla viktsmängden neutralisationsmedel. Överdosera med ungefär 50 % och fördela på lämpligt sätt över hela utsläppsplatsen. Vattnets pH bör mätas fortlöpande på lämpliga djup.



Figur 71a

Vid utsläpp av kondenserad ammoniak i vatten kokar en del av ammoniaken av mycket snabbt (se avsnitt 5.1). Resten upplöses i vattnet och bildar basisk (alkalisk) ammoniumhydroxidlösning som är skadlig för miljön. Inom begränsade, känsliga vattenområden med låg vattenomsättning bör därför neutralisationsmedel utnyttjas för att minska miljöskadorna.

Mot utsläpp av syror kan **kalkstensmjöl** användas som neutralisationsmedel. En jämförande undersökning (Ref. 73) av de mest vanliga neutralisationsmedlen har visat att de följande två alternativen är de mest lämpliga för behandling av utsläpp i vattenområden:

Mot utsläpp av **syror**:	Mot utsläpp av **baser**:
Natriumvätekarbonat (natriumbikarbonat) Pris ca USD 750 per ton	**Natriumdivätefosfat** (mononatriumfosfat) Pris ca USD 750 per ton

Nackdelar

Metoden kan knappast tillämpas i öppen sjö och på djupt vatten. Vid behandling av mycket stora utsläpp uppkommer logistikproblem vid hantering av stora mängder neutralisationsmedel.

72 Användning av mobil reningsanläggning vid upplösta utsläpp i mindre vattenmassor

Tillämpning

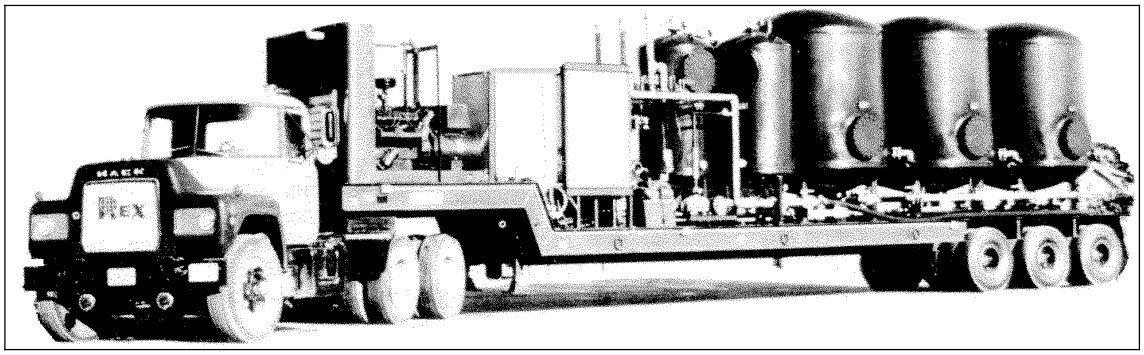
Se metodgrupp B3 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan användas mot utsläpp av ämnen som upplöses helt eller delvis i vattnet (klasserna GD, ED, FED, FD, DE, D, SD - dvs alla med D).

Beskrivning

USA:s naturvårdsmyndighet Environmental Protection Agency (EPA) har vid flera olyckor använt ett mobilt vattenbehandlingssystem (Ref. 92), placerat på en trailer, som snabbt transporterades till olika platser i landet (Figur 72a).

Trailerns data:

Längd	15 m	Behandlingskapacitet	1100 kbm/dygn
Bredd	2,5 m	Generator (bensindriven)	100 kW
Totalvikt	43 ton	Kostnad	USD 250 000



Picture source: US Environmental Protection Agency

Figur 72a

Det förorenade vattnet pumpas till trailern som har olika filtreringssystem för suspenderade substanser samt kolonner med aktivt kol som kan absorbera många typer av lösta organiska ämnen. Den har också system för neutralisering och behandling med flockningsmedel.

En operation kan bestå i att rena en damm med tusentals kubikmeter vatten förorenat med t.ex. något bekämpningsmedel. Efter processen kan föroreningarna ha samlats i hundratals fat med slam som transporteras till mottagningsanläggningar.

Ref. 91 (Olycka nr 02)
Ref. 92 (Olycka nr 04)
Ref. 93
Ref. 99

Nackdelar

Metoden är huvudsakligen tillämpbar för dammar och mycket små sjöar.

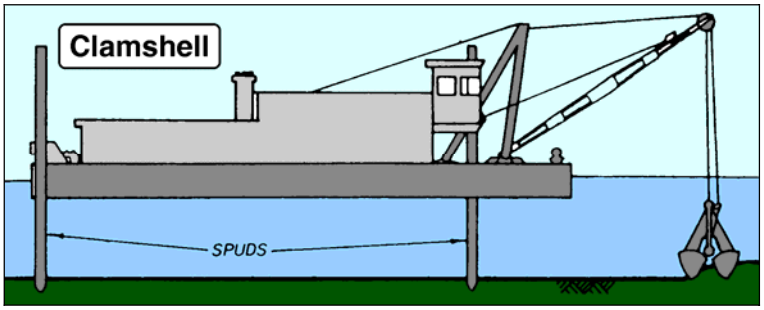
81 Upptagning av sjunkna utsläpp med mekanisk mudderutrustning

Tillämpning

Se metodgrupp B4 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan användas mot utsläpp av fasta och halvfasta ämnen som sjunker till botten (tillhörande klasserna S och SD - dvs de med S). Exempel på sådana ämnen är fenol, svavel, tjära, kreosot, tallhartser och vissa bekämpningsmedel (biocider). Muddring skall ske med stor försiktighet så att ämnena sprids så lite som möjligt på botten.

Beskrivning

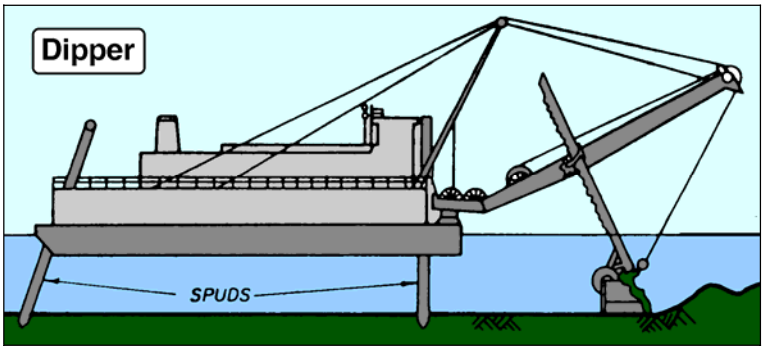
Här visas två exempel på den enklaste formen av mekaniska mudderverk (se även Bilaga 7). De är grip- eller grävskopor som kan användas på grunda vattenområden med maskinverket placerad på en pråm eller närliggande kaj eller strand. Dessa utrustningar är ganska enkla att hantera och ofta lätt tillgängliga.



Picture source: Hand et al.

Figur 81a

Figur 81a visar typen **Clamshell** (gripskopa) och Figur 81b visar **Dipper** (öskar, skopa).



Picture source: Hand et al.

Figur 81b

En liknande utrustning för muddring användes i Olycka nr 11 när sjunken fenol togs upp från en hamnbassängs botten.

Exempel på större mekaniska mudderverk är de traditionella s.k. paternosterverken (Bucket Ladder, se Bilaga 7) med skovlar fastsatta på ett ändlöst band som successivt gräver upp material från botten. Paternosterverk är dock normalt inte lämpliga i dessa sammanhang. De åstadkommer alltför stor turbulens på botten vilket riskerar att sprida den sjunkna kemikalien över större områden.

Nackdelar

Utrustningen kan endast användas i grunt vatten och ger risk för spridning av den sjunkna substanser över större bottenpartier. Kan användas främst för fasta ämnen i klasserna S och SD eller bottensediment som sugit upp vätskeformiga ämnen i dessa klasser.

82 Upptagning av sjunkna utsläpp med hydraulisk mudderutrustning

Tillämpning

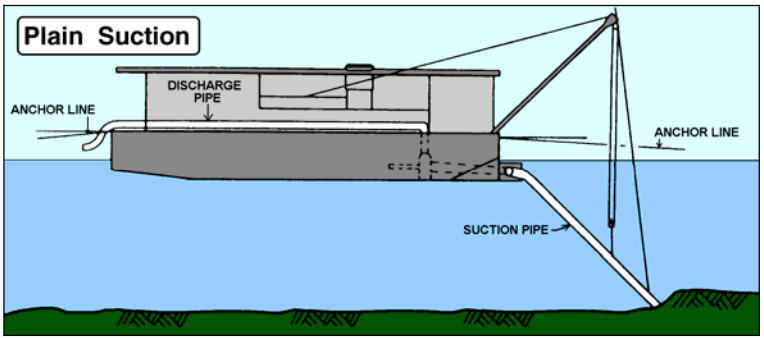
Se metodgrupp B4 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Metoden kan användas mot utsläpp av både vätskeformiga och fasta ämnen som sjunker till botten (tillhörande klasserna S och SD - dvs de med S). Exempel på sådana ämnen är koltetraklorid, koldisulfid, etylendiklorid, etylklorid, tetrametylbly, tetraetylbly, fenol, svavel, tjära, kreosot, tallhartser och vissa bekämpningsmedel (biocider). Muddring skall ske med stor försiktighet så att ämnena sprids så lite som möjligt på botten.

Beskrivning

Hydrauliska mudderverk (se även Bilaga 7) är i allmänhet mer lämpade, än de mekaniska, att ta upp sjunkna kemikalier eftersom de river upp mindre bottensediment och därför sprider kemikalierna mindre (förutsatt att **inte** mudderhuvuden används – se Figur 82b).

En vanlig typ av enkelt sugande mudderverk visas i Figur 82a.

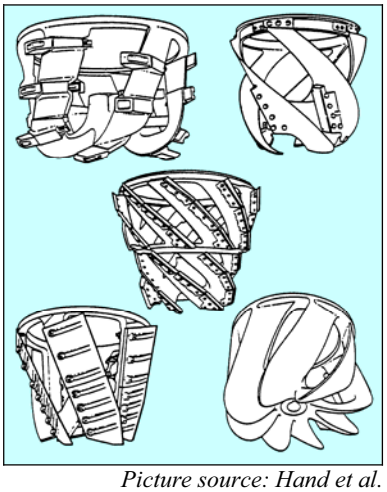
Denna typ ”Plain Suction” och en annan typ ”Dust-pan” används ofta som s.k. pipeline-mudderverk där ”pipeline” avser en grov (ofta flytande) slang som används för borttransport av muddermassorna (se Bilaga 7).



Picture source: Hand et al.

Figur 82a

Vissa typer av hydrauliska mudderverk har s.k. mudderhuvuden(se Figur 82b) för att effektivisera arbetet vid fördjupning av kanaler m.m. Vid upptagning av bottenliggande kemikalier måste sådana mudderhuvuden avmonteras eftersom de i likhet med skovlar på mekaniska mudderverk åstadkommer kraftig bottenturbulens som tenderar att sprida ut kemikalieutsläppet.



Picture source: Hand et al.

Figur 82b

Nackdelar

Utrustningen kan endast användas i grunt vatten.

83 Upptagning av sjunkna utsläpp med speciella muddersystem för grunt vatten

Tillämpning

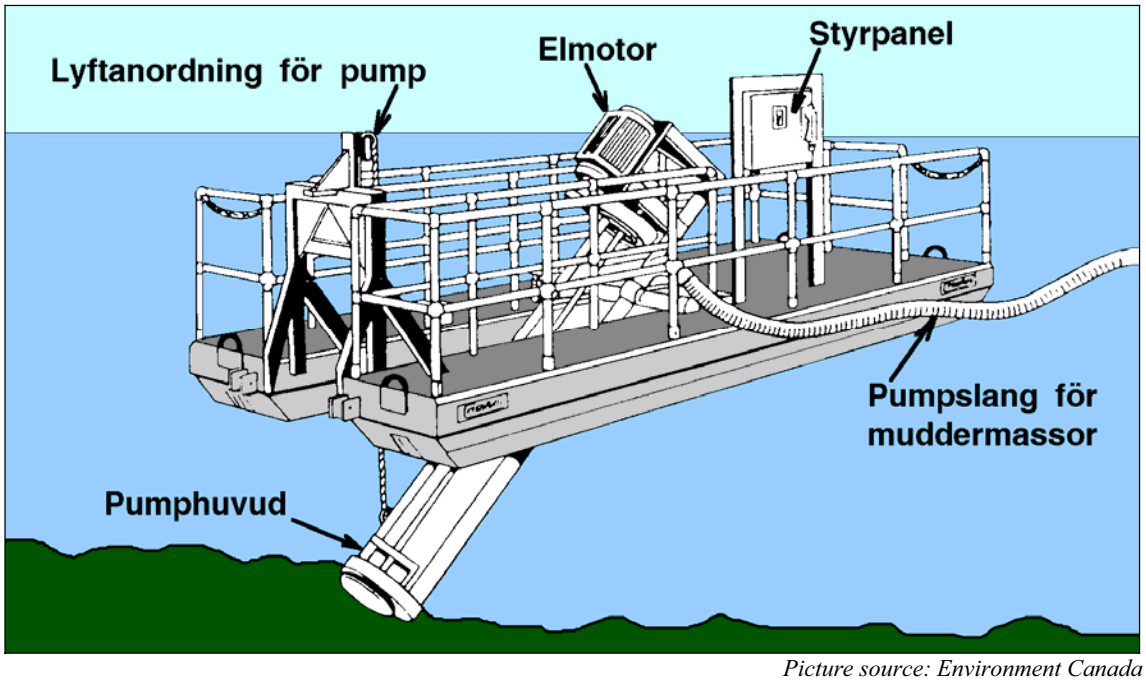
Se metodgrupp B4 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Systemen (främst det helhydrauliska i Figur 83a) kan användas mot utsläpp av vätskeformiga och fasta ämnen som sjunker till botten (tillhörande klasserna S och SD - dvs de med S). Exempel på sådana ämnen är koltetraklorid, koldisulfid, etylendiklorid, etylklorid, tetrametylbly, tetraetylbly, fenol, svavel, tjära, kreosot, tallhartser och vissa bekämpningsmedel (biocider). Muddring skall ske med stor försiktighet så att ämnena sprids så lite som möjligt på botten.

Beskrivning

Det finns speciella grundgående hydrauliska (Figur 83a) eller mekanisk-hydrauliska (Figur 83b) muddersystem som är särskilt lämpade för muddring av sjunkna kemikalier i mycket grunda vattenområden (Ref. 43). Se även Bilaga 7.

Bottensug för grunt vatten

Figur 83a visar en enkelt hydrauliskt mudderverk som består av en katamaranbaserad sugpump för muddring på mellan ca 1 och 3 m djup. Pumphuvudet kan fällas ner till botten genom mellanrummet i dubbelskrovet. Upptaget material pumpas bakåt via en slang till en angränsande behållare. Mudderverket i Figur 83a har marknadsförts under benämningen "Crisafulli Sludge Handling System" (Ref. 122).

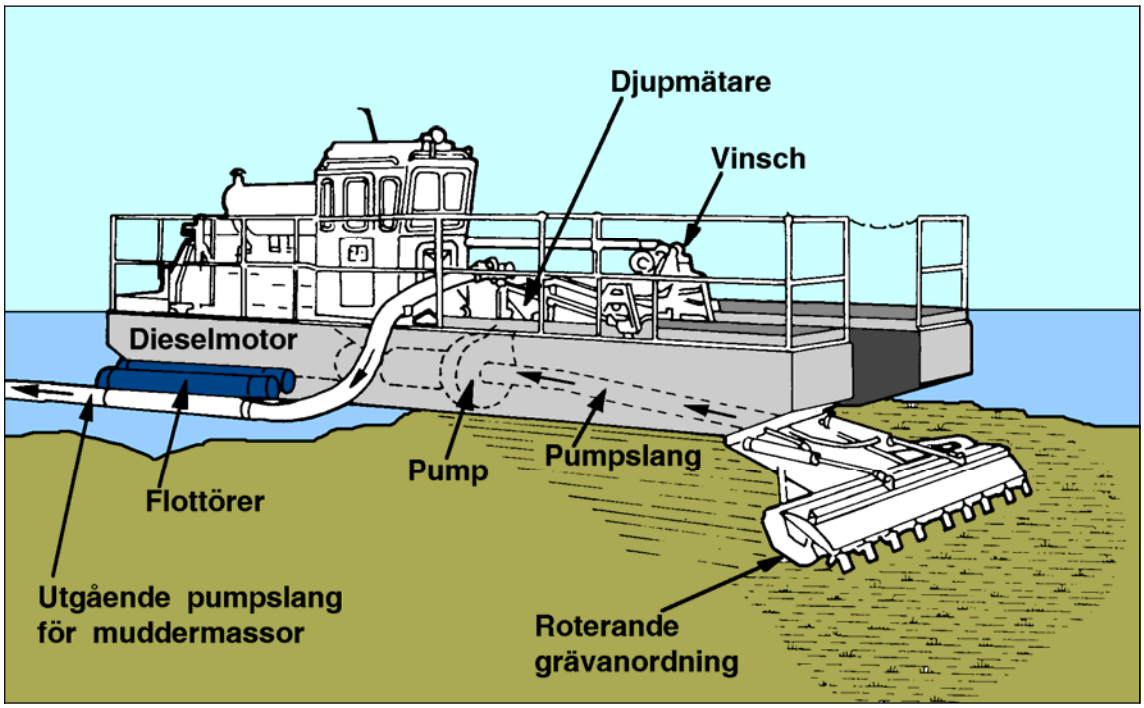


Picture source: Environment Canada

Figur 83a

Mekanisk-hydraulisk mudderanordning för grunt vatten

Figur 83b visar en pråm med katamaranskrov försedd med en sugpump som är kopplad till en roterande skovelanordning. Den senare förs fram på botten och gräver upp det bottenliggande materialet. Systemet kan arbeta ner till ungefär 5 m djup. Systemet i Figur 83b har tillverkats under benämningen "Mudcat Auger Dredging Unit" (Ref. 123).



Picture source: Environment Canada

Figur 83b

Nackdelar

Systemen i Figur 83a och 83b kan endast användas i mycket grunda vattenområden.

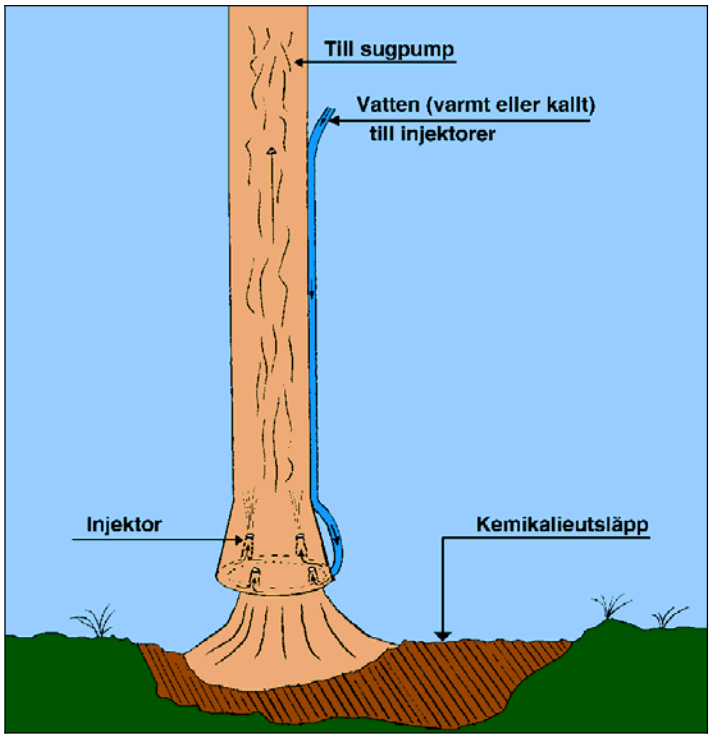
84 Upptagning av sjunkna utsläpp med enkelt sugpumpsystem (PIJESP)

Tillämpning

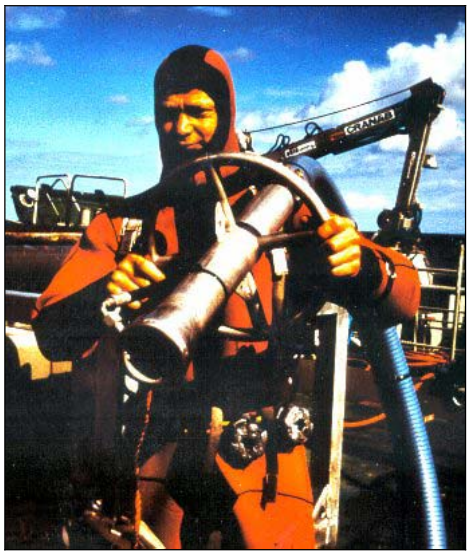
Se metodgrupp B4 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Systemet kan användas mot utsläpp av vätskeformiga och fasta ämnen som sjunker till botten (tillhörande klasserna S och SD - dvs de med S). Exempel på sådana ämnen är koltetraklorid, koldisulfid, etylendiklorid, etylklorid, tetrametylbly, tetraetylbly, fenol, svavel, tjära, kreosot, tallhartser och vissa bekämpningsmedel (biocider). Muddring skall ske med stor försiktighet så att ämnena sprids så lite som möjligt på botten.

Beskrivning

Periferiinjektormunstycke (PIJESP, Peripheral Injector Jet Suction Pump) är en enkel hydraulisk mudderanordning som kan hanteras av dykare (se även Bilaga 7). Figur 84a visar principen med inåtriktade injektorer i munstycket för insprutning av tryckvatten. Systemet ger möjlighet att t.ex. med hetvatten underlätta uppsugning av klumpbemängda eller sega och vidhäftande kemikalier. Figur 84b visar systemets hanterbarhet och Figur 84c visar en närbild av munstyckets mynning med de inåtriktade injektorerna på insidan.



Figur 84a



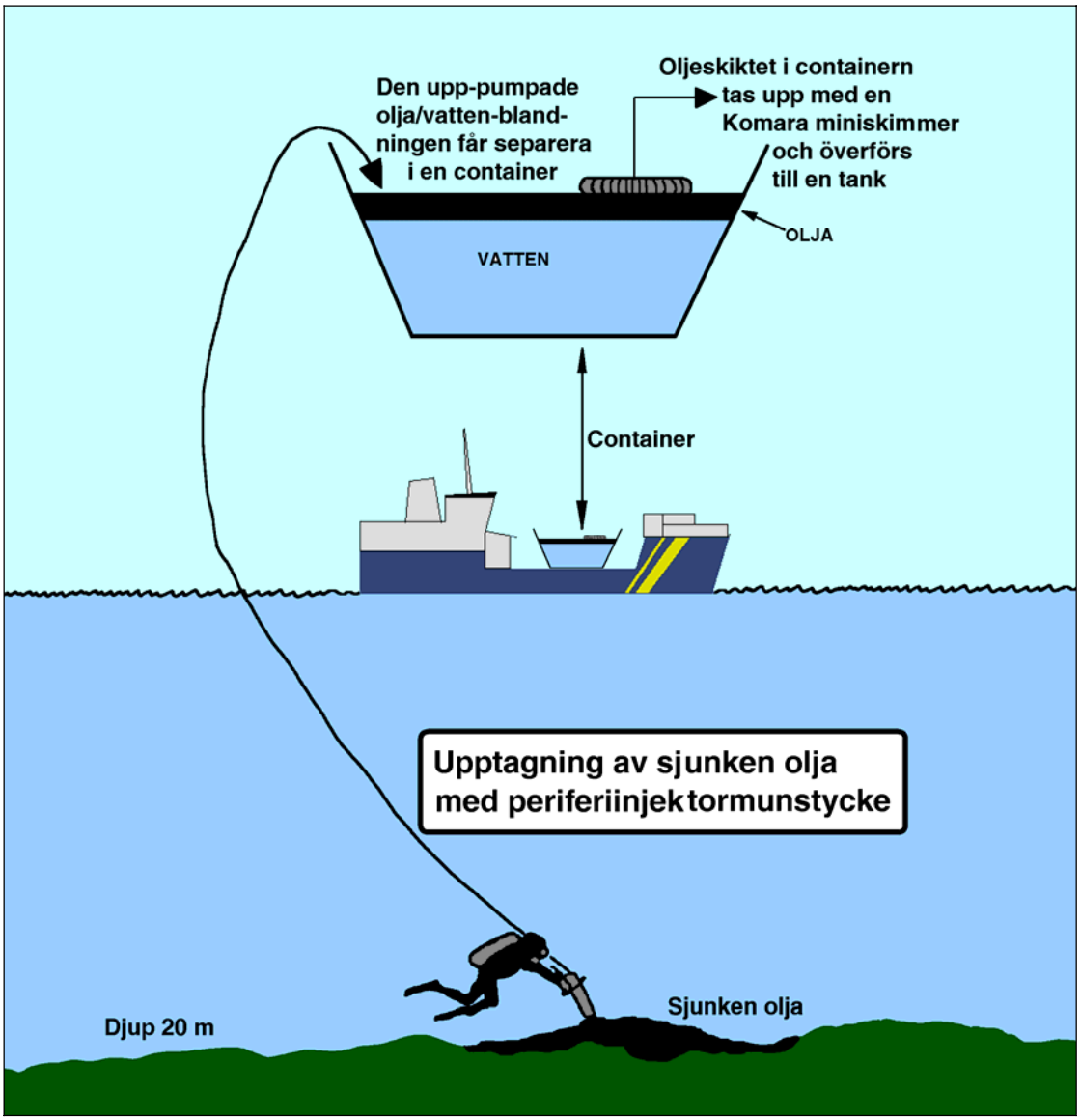
Figur 84b

Foto Kustbevakningen

Figur 84c

Figur 84d illustrerar periferiinjektormunstyckets användbarhet vid upptagning av sjunken stel olja under vinterförhållanden (utanför Gävle 1986-87 i Operation Thuntank). I denna operation användes hetvatten som fördes ner till injektorerna och mjukade upp oljan.

Det kan synas egendomligt att oljan låg på havets botten men flöt på vattenytan när den hade pumpats upp till containern. Förklaringen är att densiteten hos denna olja som kom ut vid olyckan låg mycket nära vattnets densitet. I det kalla vattnet (någon plusgrad) hade oljan högre densitet än vattnet och sjönk till botten. Men vid uppvärmning under upptagning med periferiinjektormunstycke fick oljan lägre densitet än vattnet och flöt på vattenytan i den container dit olje-vatten-blandningen pumpades. Vid närmare undersökning visade det sig att oljans densitet var exakt lika med vattnets vid en temperatur av +12 grader Celsius.



Figur 84d

Nackdelar

Vid upptagning av kemikalier kan dykarnas helskyddsutrustning försvåra hanteringen av periferiinjektormunstycket.

85 Upptagning av sjunkna utsläpp med litet pneumatiskt mudderverk (mammutpump)

Tillämpning

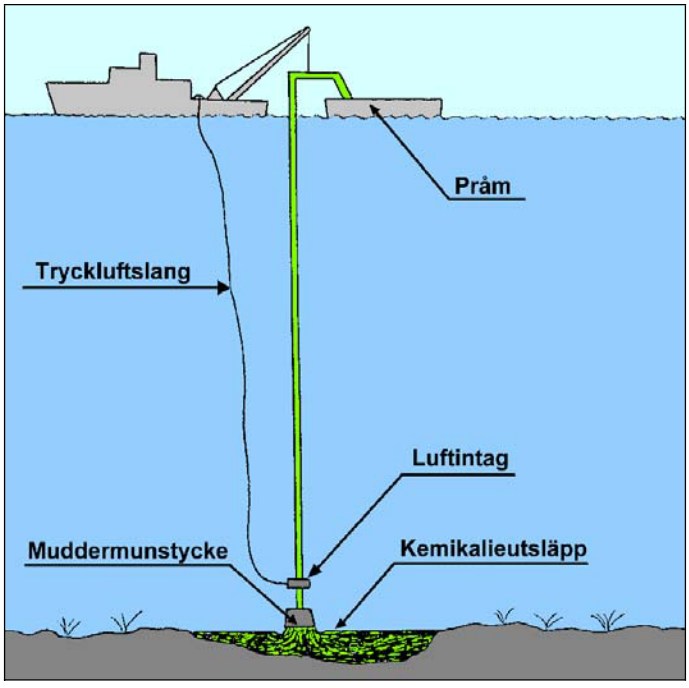
Se metodgrupp B4 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Systemet kan användas mot utsläpp av vätskeformiga och fasta ämnen som sjunker till botten (tillhörande klasserna S och SD - dvs de med S). Exempel på sådana ämnen är koltetraklorid, koldisulfid, etylendiklorid, etylklorid, tetrametylbly, tetraetylbly, fenol, svavel, tjära, kreosot, tallhartser och vissa bekämpningsmedel (biocider). Muddring skall ske med stor försiktighet så att ämnena sprids så lite som möjligt på botten.

Beskrivning

Det har visat sig att mammutpump (se även Bilaga 7) är en mycket användbar typ av mudderverk för upptagning av kemikalier från inte alltför stora djup (ner till 10-20 m). Systemet har egentligen ingen teoretisk begränsning i djupled. Pumpeffekten blir starkare ju större djupet är. En praktiskt begränsande faktor är dock kompressorn som blir stor och kostsam vid arbete på stora djup. Dessutom blir röret svårt att hantera vid större djup då de sidriktade krafterna blir mycket stora. Riskerna för dykare blir också stora i närheten av den sugande mynningen på röret. I Nordsjön har mammutpumpar använts för bland annat upptagning av sten ned till 60 - 70 m djup. Men det är inte troligt att mammutpump är praktiskt användbar på så stora djup för upptagning av sjunkna kemikalieutsläpp.

Metod 86 beskriver användning av ett större pneumatiskt mudderverk.

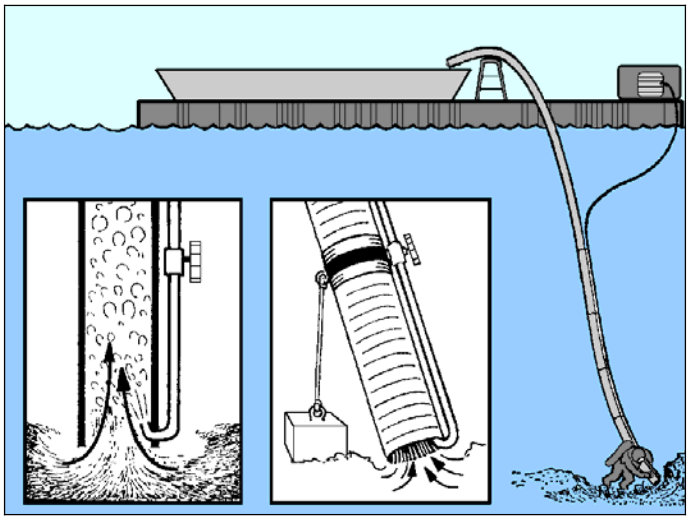
Mammutpump (engelska ”air-lift”) är en enkel pneumatisk muddringsanordning (Figur 85a). Den består av ett rör som sträcker sig ned till botten. Luft förs, med en kompressor på hjälpfartyget, via en slang ner till rörets mynning eller till ett luftintag på röret. Luften som stiger upp i röret utvidgas och åstadkommer en kraftig uppåtgående ström i röret.



Figur 85a

Figur 85b visar ett praktiskt arrangemang för upptagning av en sjunken kemikalie med hjälp av en mammutpump. På en ytfarkost (pråm el.dyl.) ovanför muddringsplatsen placeras kompressorn som genom en luftslang förser mammutpumpens munstycke med tryckluft. Prånen tar också emot muddermassorna, antingen i egna tankar eller i separata containrar ombord.

En dykare hanterar mammutpumpröret som stabiliseras av en tyngd för att motverka de kraftiga rörelserna som är typiska för mammutpumpar och som växer i styrka med arbetsdjupet. Dykaren kan här också reglera tryckluften med en kran på luftröret.



Arne Borlin

Figur 85b

Mammutpump har använts med framgång vid en fartygsolycka där 16 ton pentaklorfenol (PCP) muddrades upp från Mississippis flodbotten på 11 m djup (Olycka nr 06) och vid en operation där en sjunken pråm tömdes på sin last av svavelsyra (Olycka nr 07).

Nackdelar

Vid arbete på stora djup (> 20 m) måste mycket stora kompressorer användas. På sådana djup blir dessutom mammutröret svårt att hantera på grund av starka sidriktade krafter. Riskerna för dykare blir också stora i närheten av den sugande mynningen på röret.

Vid upptagning av kemikalier kan dykarnas helskyddsutrustning försvåra hanteringen av utrustningen.

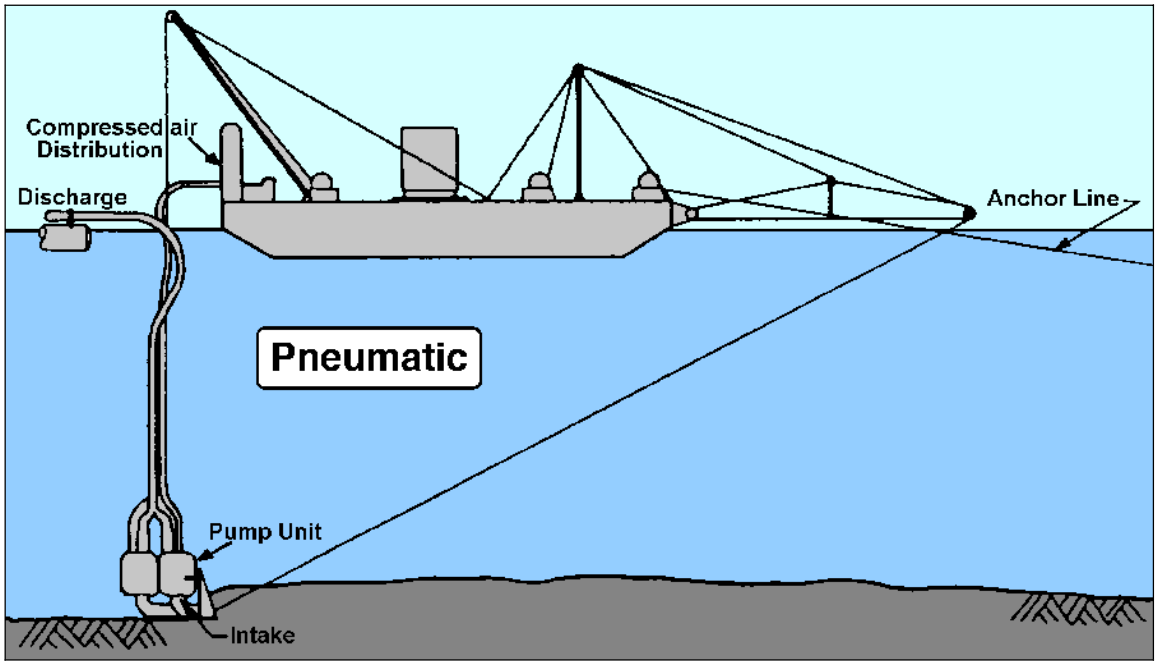
86 Upptagning av sjunkna utsläpp med större pneumatiskt mudderverk

Tillämpning

Se metodgrupp B4 i avsnitt 1.5 (Tabell 1.5-1).
Systemet kan användas mot utsläpp av vätskeformiga och fasta ämnen som sjunker till botten (tillhörande klasserna S och SD - dvs de med S). Exempel på sådana ämnen är koltetraklorid, koldisulfid, etylendiklorid, etylklorid, tetrametylbly, tetraetylbly, fenol, svavel, tjära, kreosot, tallhartser och vissa bekämpningsmedel (biocider). Muddring skall ske med stor försiktighet så att ämnena sprids så lite som möjligt på botten.

Beskrivning

Figur 86a visar ett pneumatiskt mudderverk som arbetar med en sänkbar luftdriven pump som får luften från en kompressor på pråmen (se även Bilaga 7). Pumpen består av tre cylindrar som alternerande fylls med sediment av det hydrostatiska trycket under muddringen. Sedimentet pressas sedan uppåt av den komprimerade luften från kompressorn.



Picture source: Hand et al.

Figur 86a

Fördelar med denna teknik, jämfört med hydrauliska mudderverk, är
1) att mudderslammet inte behöver ha vätskekonsistens utan kan hålla upp till 70 % torrhalt samt 2) att metoden inte har något teoretiskt största arbetsdjup. Metod 85 beskriver användning av små pneumatiska mudderanordningar (mammutpumpar).

Nackdelar

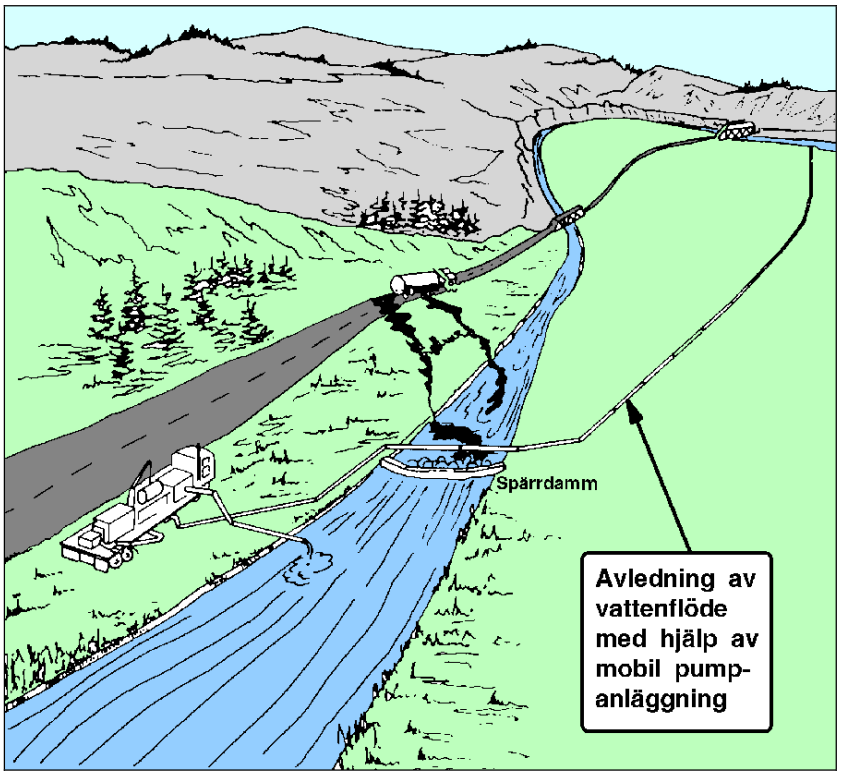
Vid arbete på stora djup (> 20 m) måste mycket stora kompressorer användas. På sådana djup blir dessutom utrustningen svår att hantera på grund av starka sidriktade krafter. Riskerna för dykare blir också stora i närheten av muddermunstycket.

91 Avledning av vattenflödet i åar för att underlätta upptagning av utsläpp

Tillämpning
Mindre åar.

Beskrivning
Muddring av kemikalier från botten av åar kan leda till att en del av det kemikaliebemängda bottenmaterialet virvlar upp i vattnet under arbetet och sprids nedströms. Denna utspridning kan ske över så stora bottenområden att det knappast finns någon möjlighet att ta upp denna del av utsläppet. För mindre åar finns möjlighet (Figur 91a) att fördämma vattenflödet en bit uppströms från utsläppsplatsen och avleda vattenströmmen förbi olycksplatsen genom pumpning i rör och släppa ut vattnet omedelbart nedanför utsläppsplatsen (Ref. 103).

En sådan avledning av vattenströmmen frilägger utsläppet och underlättar muddringen avsevärt. Om så krävs kan en spärrdamm upprättas enligt Figur 91a för att samla upp ett rinnande kemikalieutsläpp. Enligt en undersökning av US Environmental Protection Agency (Ref. 103) är en rimlig pumpkapacitet 0,35 kubikmeter per sekund över en sträcka av 300 meter i ett rörsystem som transporteras till platsen av en mobil anläggning.



Picture source: Environment Canada

Figur 91a

Nackdelar
Metoden är endast tillämpbar på relativt små åar.

Q1 Tätning av läckande behållare och tankar

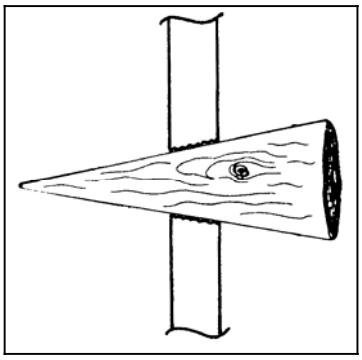
Tillämpning
Olika typer av behållare, förpackningar och tankar.

Beskrivning
På ett torrlastfartyg som för farligt gods är den främsta källan till läckage brustna förpackningar, läckande containers etc. Vid ett haveri med ett fartyg, som är lastat med farligt gods, uppstår ofta denna situation. Det kan många gånger vara problematiskt att stoppa ett spill beroende på att man inte kan komma åt den läckande enheten. Problemet gäller speciellt styckegodsfartyg och containerfartyg.

Då mindre förpackningar läcker kan en lämplig åtgärd vara att lämpa förpackningen överbord. Detta förutsätter naturligtvis att åtgärden är berättigad enligt tesen att besättningen och fartygets säkerhet kommer före hänsynen till miljön. För att täta förpackningar och lastenheter eller på annat sätt vidta åtgärder kan bl.a. användas metoderna enligt Figurerna Q1a – Q1e. Se även Ref. 141.

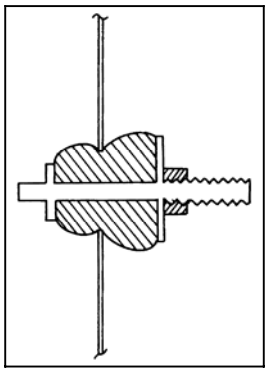
Vanliga tätningshjälpmedel för mindre skador är enkla kilar av bl.a. trä och teflon (Figur Q1a). De används ibland tillsammans med någon typ av tätningsmedel t.ex. s.k. densotape.

Flera praktiska undersökningar har visat att rena träpluggar utan tätningsmedel ofta kan vara att föredra.

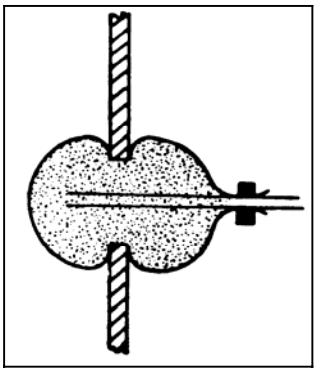


Figur Q1a

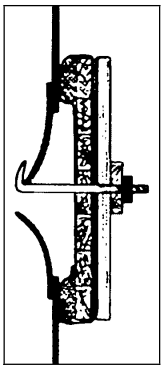
Expanderbara gummipluggar finns i olika utföranden (Figur Q1b). Metoder finns också att med speciell utrustning anbringa pluggar med plastskum (Figur Q1c). Ett annat system använder en tving med en hake som fästs på insidan av hålet och som pressar en tätande gummiplatta mot hålet (Figur Q1d). En metod är att använda en gummiplatta placerad över skadan (vissa typer av kuddar fylls med luft) varefter fixering sker med lastspännare (Figur Q1e).



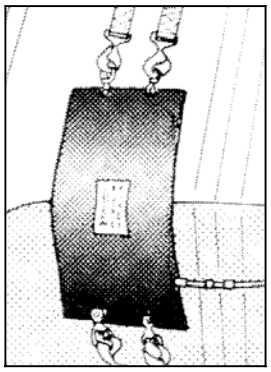
Figur Q1b
Expanderbar plugg



Figur Q1c
Plugg med plastskum

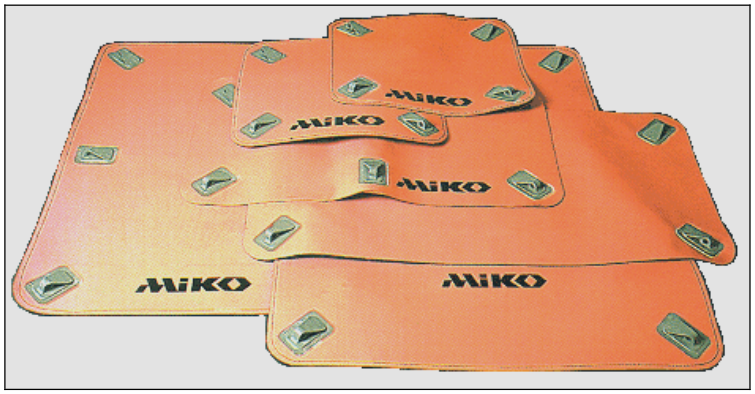


Figur Q1d
Tätningstving

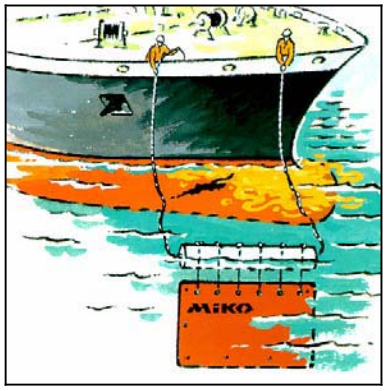


Figur Q1e
Lastspännare

Magnetiska mattor kan användas för tätning av större hål (Figur Q1f – Q1h).



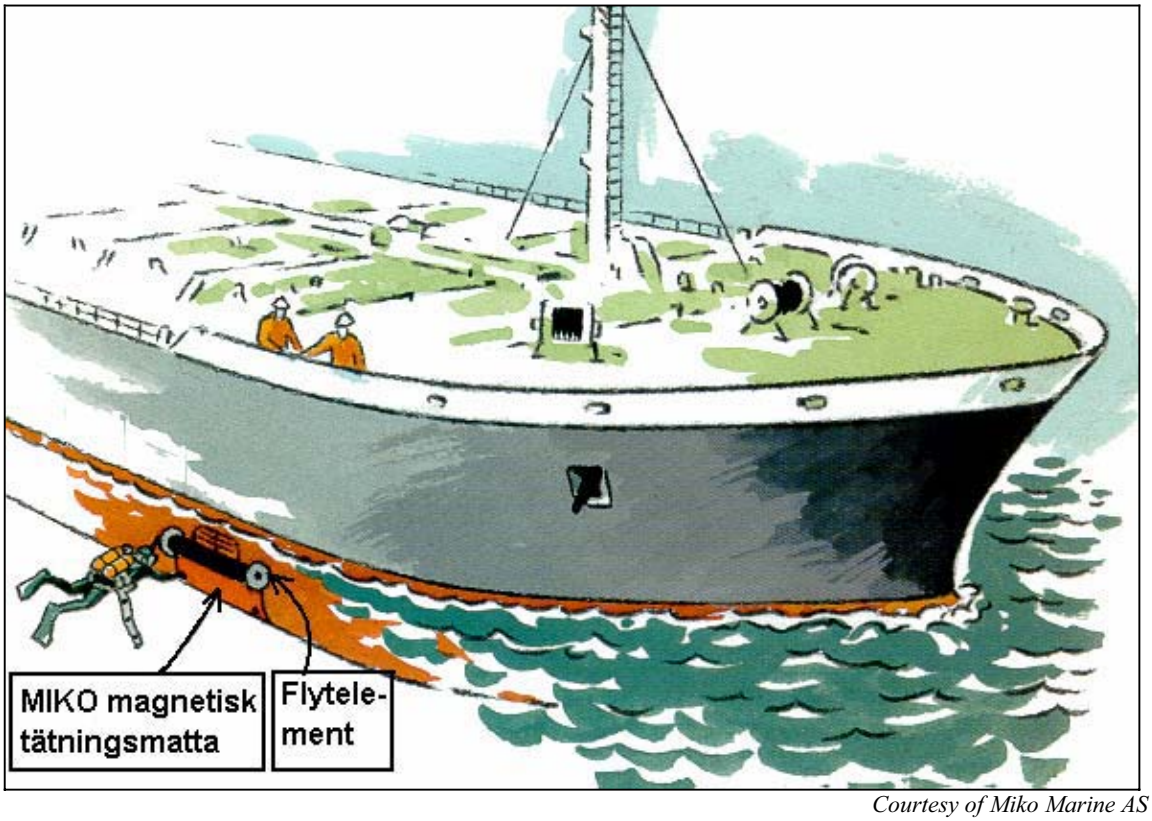
Figur Q1f



Courtesy of Miko Marine AS

Figur Q1g

Mattornas egen magnetiska vidhäftning förstärks genom att lösa kraftiga permanent-magneter anbringas på lämpliga ställen utanpå dukarna.



Courtesy of Miko Marine AS

Figur Q1h

Läckage från behållare med vissa kondenserade gaser (ammoniak, klor, svaveldioxid) kan fångas upp genom impaktering eller återkondensering (se Metod 53).

Nackdelar

Metoder som använder tätning med kilar, gummiplattor och mattor kan inte tillämpas vid alltför stora skador eller för stora tryck på det utströmmande mediet.

X1 Driftprognosmodellen Seatrack Web

Tillämpning

Förpackningar (paket, fat, containrar m.m.) som flyter på havsytan i Östersjöområdet.

(Användning för driftprognoser av utsläpp av ”oljeliknande” kemikalier se Metod 22)

Beskrivning

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) har utvecklat en operativt fungerande datorbaserad modell Seatrack Web som snabbt kan ge driftprognoser för objekt som flyter på havsytan i Östersjöområdet. Modellen är främst utvecklad för driftprognoser av oljeutsläpp men kan även utnyttjas för t.ex. förpackningar som flyter på havsytan (Ref. 124). Seatrack Web kan ge prognoser upp till 36 timmar och kan dessutom göra bakåtberäkningar (s.k. back-tracking) till den position varifrån objektet kommer.

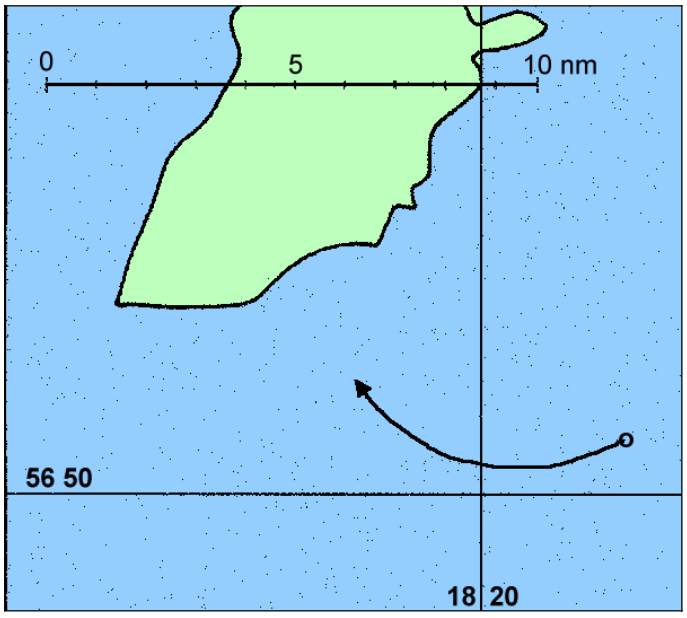
Modellen är tillgänglig hos SMHI dygnet runt (Ref. 124). Under kontorstid finns alltid oceanografisk personal tillgänglig hos SMHI som är speciellt utbildad för detta arbete. Att ta fram en prognos tar ca 10 minuter och resultatet kan presenteras som kartor.

Seatrack Web kan även utnyttjas via användarens dator över Internet varvid modellen körs på en dator hos SMHI. Resultaten överförs via Internet till användaren där de kan visualiseras, skrivas ut och sparas lokalt för senare bearbetning.

Indata vid användning av modellen är främst:

- datum, klockslag, position
- typ av utsläpp (momentant eller kontinuerligt)
- önskad prognostyp (utsläpp eller flytande föremål)

Vid beräkningarna används en vädermodell som styr en numerisk strömmodell för Östersjön, Öresund, Kattegatt och Skagerrak. Ur strömmodellen beräknas sedan den storskaliga cirkulationen som används vid driftprognosen (se Figur X1a).



Figur X1a

Nackdelar

Seatrack Web kan endast användas inom Östersjön, Öresund, Kattegatt och Skagerrak.

Y1 Inlänsning av mindre förpackningar på vattenytan med oljetråL

Tillämpning

OljetråL har, som namnet antyder, utvecklats för bekämpning av oljeutsläpp men kan användas även vid inlänsning av mindre förpackningar (med kemikalier) som flyter på vattenytan. (Användning för upptagning av fria kemikalier se Metod 66)

Beskrivning

Figur Y1a – Y1b visar ett oljetrålsystem bestående av styrlänsa, ingångsnät och avtagbar trålsäck (Ref. 120). Systemet kan snabbt läggas ut med hjälp av små arbetsbåtar. Det behövs ingen hydralik eller tung mekanisk utrustning – endast en enkel luftblåsare för fyllning av länsorna. Inte ens luftblåsaren behövs om skumfyllda länsor används.

Figur Y1a

Picture source: RO-CLEAN DESMI

Trålsäcken ansluts vid mitten av svepet. Svepets rörelse framåt för ihop materialet på vattenytan och leder in det i trålen där det samlas i trålsäcken. Under pågående operation kan säcken tas av och ersättas med en ny.

Figur Y1b

Nackdelar

Det kan föreligga stora hälso-, brand- och explosionsrisker vid arbetet.
Läckande kemikalieförpackningar kan förstöra arbetsmaterial och personskyddsutrustning. Metoden kan inte tillämpas i grov sjö eller dåligt väder. Hantering av fyllda trålsäckar kan ge stora logistikproblem.

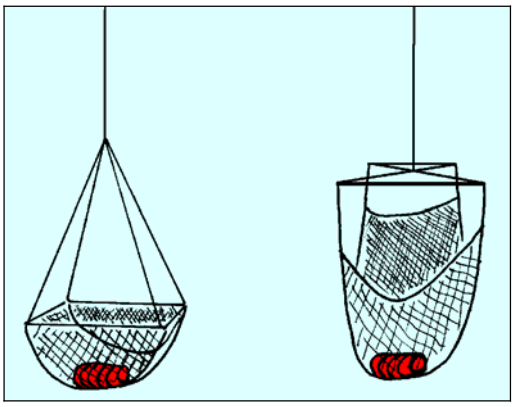
Y2 Bärgning av flytande fat och tunnor

Tillämpning

Flytande fat, tunnor och andra mindre förpackningar med kemikalier och farligt gods.

Beskrivning

Mindre förpackningar som flyter på vattenytan kan tas upp med specialtillverkad håv av kraftig konstruktion (se Figur Y2a och Figur Y2b). Saknas håv kan naturligtvis rep eller stålvajrar användas. Det kan vara svårt att fästa dessa vid godset och största försiktighet måste iakttas.



Figur Y2a

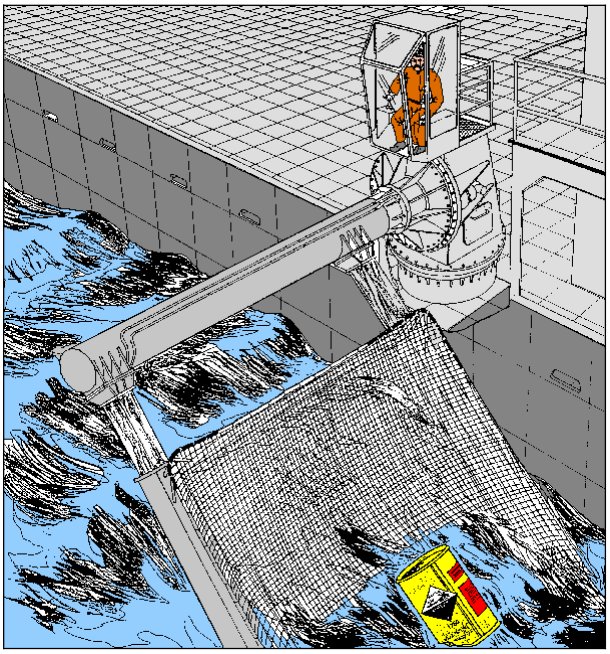
Picture source: CEDRE, France

Figur Y2b

Det finns även hela system som är särskilt konstruerade för att försiktigt kunna ta upp föremål eller nödställda människor från vattenytan.

Figur Y2c visar en s.k. Sealift som består av en nätkorg placerad i en ram som manövreras av en motordriven arm enligt Figur Y2c (Ref. 125).

Nedersta delen av nätkorgen förs ner i vattnet och kan på så vis hämta upp det flytande föremålet och föra in det över däck. Fördelar med detta system är att endast en operatör krävs placerad på säkert avstånd från godset. Systemet kan förses med undervattensstrålkastare som i mörker kan lysa upp området framför nätkorgen.



Picture source: SMV Engineering A.S., Norway

Figur Y2c

Sealift är ett robust system som fungerar under väderförhållanden då andra system är oanvändbara.

Nackdelar

Maximal operationell våghöjd ca 2 m.

Y3 Bärgning av flytande fraktcontainrar

Tillämpning

Användning av fartygsburen kran för att lyfta ombord fraktcontainer som flyter på vattnet.

Beskrivning

Fraktcontainrar som fallit överbord och flyter i vattnet kan tas ombord med kran på ett hjälpfartygs akterskepp. Men det är en svår operation som måste utformas efter omständigheterna och tillgänglig bärgningsutrustning enligt nedanstående procedur:

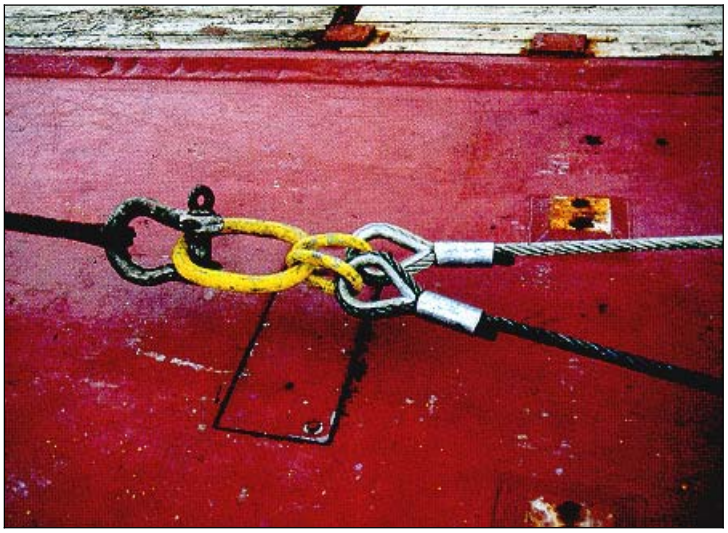
Picture source: CEDRE, France

Figur Y3a

Procedur

- Starta om möjligt med att bärga en del av den flytande containerns last.
- Förbered plats på hjälpfartyget och gör i ordning lämplig personlig skyddsutrustning.
- Rulla ut 100 m stålvajer och fäst med bojar så att vajern hålls nära vattenytan. Transportera fyra slingor med arbetsbåt till containern (Figur Y3a).
- Hantera slingorna en i taget av vid vardera av containerns fyra hörn. Slingorna skall bäras av varsin boj.
- Fäst slingorna i hörnen. Använd de nedre hörnfästena om de bedöms vara av bättre kondition.
- Manövrera hjälpfartyget till sådan position att det kan lyfta containern på säkrast möjliga sätt (om möjligt med containerdörrarna vända mot fartyget).
- Starta vinschning när containern lyfts av en våg.
- Kontrollera vajerns spänning under vinschningen (en 20 fots container som är till ¾ fylld med vatten har en vikt av nära 30 ton).
- Om nödvändigt (och om möjligt) punktera och dränera containern vid start av vinschningen.
- Fäst containern så snart den håller balansen på fartygets däck. Den bör senare flyttas till säkrare plats.

Lämpliga slingor bör vara försedda med två krokar (ABK eller CROSBY) som har en lyftkraft av minst 20 ton. Varje slinga bör vara 5 m lång och ha en brottpunkt vid 50 ton.



Picture source: CEDRE, France

Figur Y3b

Picture source: IMO

Figur Y3c

Nackdelar

För operationen krävs ett hjälpfartyg med mycket stor lyftkapacitet eftersom containerns vikt kan ha ökat avsevärt av inträngt vatten och slam. Vädret måste vara tillräckligt lugnt för att möjliggöra fästning av slingor och vinschvajer. Om containerns innehåll är okänt skall inget bärgningsförsök göras. Den kan istället bogseras enligt Metod Y4.

Y4 Bogsering av flytande fraktcontainrar

Tillämpning

Förberedande åtgärder som bör vidtas innan påbörjad bogsering av fraktcontainer som flyter på vattnet.

Beskrivning

Erfarenheter har visat på svårigheterna att på ett säkert sätt bogsera en fraktcontainer som flyter på vattnet. Det har hänt under sådan bogsering att containern förlorats och aldrig återfunnits (se Olycka nr 35). Det är därför viktigt att före påbörjad bogsering förse containern med följande utrustning:

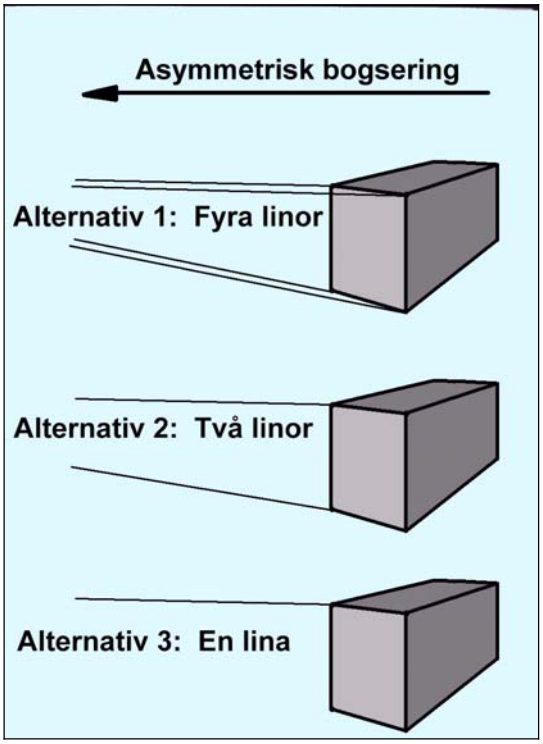
1. En väl tilltagen flytkropp (t.ex. flytkrage) som är stor nog att hålla containern flytande.

2. En radiosändare, transponder, radarreflektor eller blixtljus som kan underlätta sökning efter containern om den skulle tappas under bogseringen.

Det rekommenderas att fyra bogserlinor fästes i de fyra hörnen av containerns ena kortsida med två linor ovanför vattenlinjen och två under (Figur Y2a **alternativ 1**). Vid detta alternativ skall två av linorna ska vara kortare än de andra två så att containern bogseras asymmetriskt med ena lodräta kortsidekanten främst i färdriktningen. På så sätt ”plöjer” containern fram i vattnet likt förstäven på ett fartyg. Motståndet i vattnet blir därmed mindre än om containern skulle bogseras symmetriskt med hela kortsidan vinkelrätt mot färdriktningen.

Bogserlinorna kan bli svåra att fästa även i ringa sjöhävning. I sådana fall kan det räcka med två kraftiga bogserlinor som fästes i två hörn på en lodrät kortsidekant (Figur Y2a **alternativ 2**).

Vid stora svårigheter att fästa bogserlinor kan det räcka med en enda kraftig bogserlina fäst vid ett av de övre hörnen på containerns ena kortsida (Figur Y2a **alternativ 3**).



Figur Y4a

Nackdelar

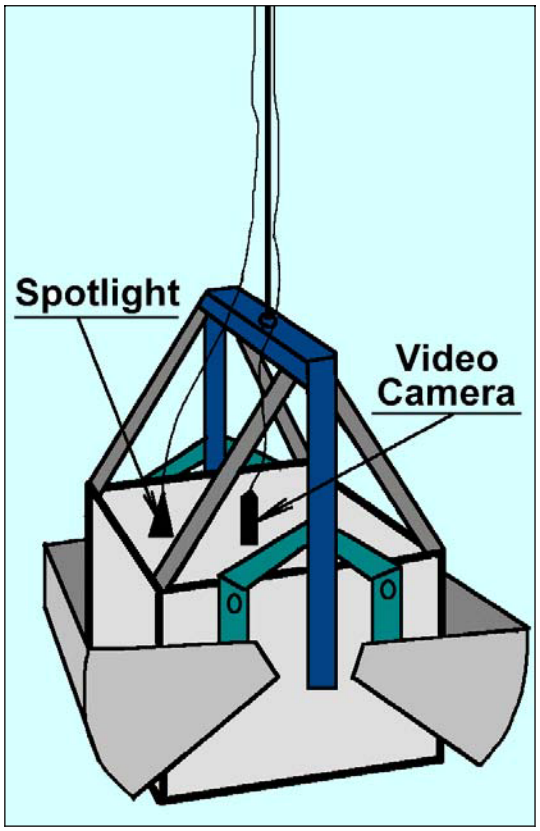
Bogsering av en fraktcontainer med en farlig läckande last kan kräva mycket omsorgsfull planering för att undvika person- och miljöskador. I denna planering ingår det svåra valet av en “safe haven” dit containern skall bogseras och omhändertas.

Z1 Bärgning av sjunkna fat och tunnor med bottenplockare

Tillämpning
Sjunkna fat, tunnor och andra mindre förpackningar med kemikalier och farligt gods.

Beskrivning
Det är ofta inte lämpligt att utnyttja draggning och bottentrålning som metoder vid bärgning av sjunket farligt gods. Dels kan sådana metoder bara utnyttjas i områden med relativt begränsad yta, dels kan de skada förpackningarna så att deras innehåll sprids på botten. Möjligen kan förfarandet tillämpas då full kontroll råder över situationen på grund av förpackningarnas konstruktion, djupförhållanden på platsen etc. Under kontrollerade betingelser har bottentrålning i vissa fall använts med framgång mot sjunket förpackat farligt gods (se Olycka nr 23).

En operation, där sjunkna förpackningar skall bärgas, måste planeras utifrån förpackningarnas storlek, utspridning och kondition samt egenskaper hos deras innehåll. Mindre förpackningar som inte ligger i alltför djupt vatten kan tas upp med en hydrauliskt driven "bottenplockare"(Figur Z1a) som har utvecklats av Oy Kart Ab, Finland, i samarbete med Finnish Environment Institute. Bottenplockaren består av en yttre gripskopa och en inre fyrkantig låda med öppen botten. Den sänks ner över föremålet som belyses med spotlight och observeras med videokamera varefter lådan försluts med gripskopan.



Figur Z1a

Ligger godset på större djup bör det i stället först överföras, med hjälp av dykare, till en större behållare som sänks ned till botten (jfr Olycka nr 33). Vid all bärgning av sjunkna förpackningar måste risken bedömas att innehållet kan komma ut i miljön under själva bärgningen.

Tillvaratagna fat och förpackningar med förmodat farligt innehåll skall alltid överföras till bärgningsförpackningar eller s.k. ”salvage drums” (se Bilaga 9 avsnitt B9.5) innan fortsatta åtgärder vidtas.

Nackdelar
Metoden är endast avsedd för mindre förpackningar upp till ett par hundra liters storlek. Metoden kan endast tillämpas under relativt lugna väderförhållanden.

Z2 Bärgning av sjunkna fat och tunnor med hjälp av ROV och racksystem

Tillämpning
Sjunkna fat och tunnor, med kemikalier och farligt gods, som är skadade och kan läcka.

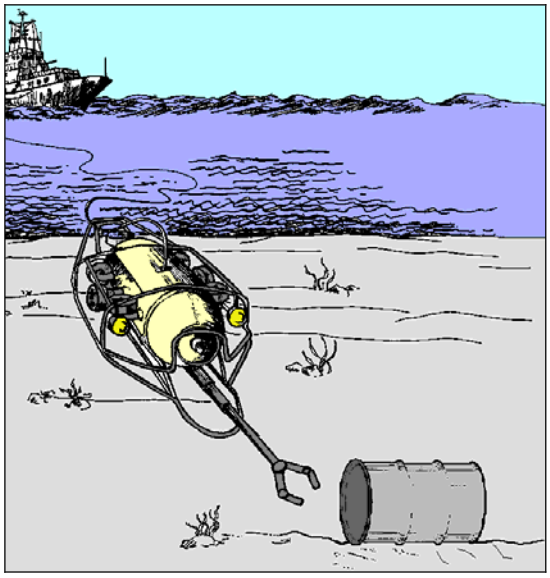
Beskrivning
Bärgning av sjunkna fat som kan läcka kan innebära risker för dykare varför, om möjligt, bärgning med Remotely Operated Vehicles (ROV:s) bör planeras. En sådan operation ställer mycket stora krav på ROV-utrustningen och den personal som hanterar denna.

Med fjärrmanövrerade manipulatorarmar är det möjligt att flytta bottenliggande gods (Figur Z2a). Men ROV-utrustningen måste vara anpassad för ändamålet och rutinerna måste vara väl inövade. Sådana rutiner tillämpades vid Olycka nr 20 och Olycka nr 35.

Förpackningarna flyttas till bärgningsförpackningar eller s.k. ”salvage drums” (se Bilaga 9 avsnitt B9.5) varefter dessa bärgas en i taget till ytan.

En säkrare metod som har använts i praktiken (jfr Olycka nr 20) är att bygga stora stålrackar (Figur Z2b) som exempelvis rymmer 20 st salvage drums varefter rackarna bärgas med stora pontonkranar.

Vid den refererade olyckan fylldes varje salvage drum med cementblandning innan en ROV med griparm tog ett fat från havsbotten och placerade det i cementblandningen. När racken var fylld och cementen stelnat lyftes den upp, spolades av grundligt och transporterades till en mottagningsanläggning.



Figur Z2a

Picture source: US Coast Guard

Figur Z2b

Nackdelar
Metoden ställer mycket höga krav på ROV-utrustning och dess hantering under och efter operationen.

Z3 Tömning av sjunkna gasfyllda behållare genom sprängning

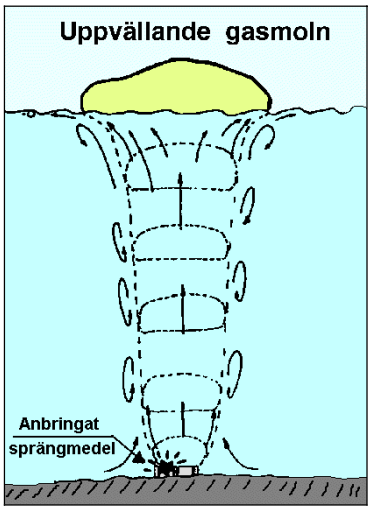
Tillämpning
Hälsofarlig gas under tryck i korroderade sjunkna metallbehållare som riskerar att rämna.

Beskrivning
Sjunkna stålbehållare som legat länge i vatten har troligen blivit så korroderade att de riskerar att gå sönder t.ex. vid kontakt med bottensläpande fiskeredskap. Om behållarna innehåller t.ex. klor eller ammoniak föreligger stora risker för fiskare. Vid upptagning i tråll kan behållarna brista varvid mycket stora gasmoln snabbt utvecklas.

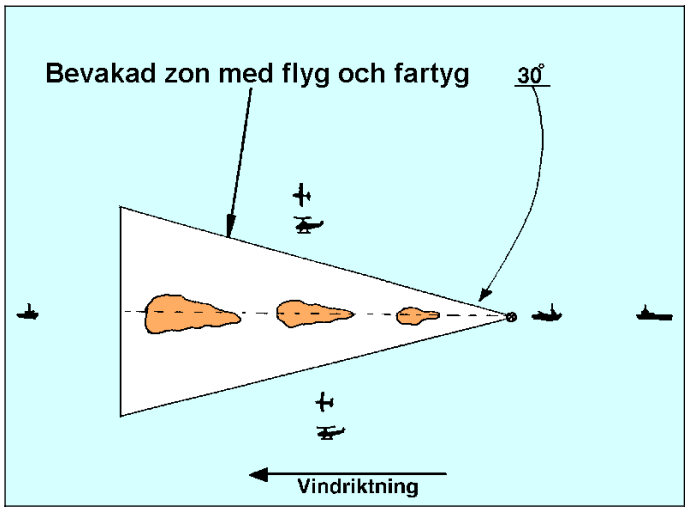
En bärgningsoperation kan bli komplicerad att utföra eftersom all personal måste bära helskyddsdräkt. Ett annat sätt att ta hand om sådana bottenliggande behållare är att spränga sönder dem (jfr Olycka nr 22). Dykare går då ner och fäster eller lägger sprängmedel försiktigt vid behållarna varefter de sprängs genom fjärrutlösning (Figur Z3a).

Hur den lösgjorda gasen beter sig i vattnet beror på dess löslighet, mängd gas och vattendjup. Klor är svårlösligt i vatten och väller upp till vattenytan enligt Figur Z3a. Ammoniak är lättlösligt i vatten och upplöses troligen helt. Vid sprängning av en ståltank med flera ton ammoniak på grunt vatten kommer dock en stor del att nå vattenytan. Hälsofarliga gasmoln som driver med vinden måste bevakas noga enligt Figur Z3b så att personal, sjöfarande och befolkning i land inte riskerar att komma till skada.

Koncentrerade klorgasmoln är grönfärgade men blandas snabbt ut i luften och blir osynliga. Ett sätt att göra dessa synliga är att släppa ut ammoniak omedelbart i lovart om den uppvällande klorgasen. Gaserna förenas då och bildar ett kraftigt vitt moln som är synligt mycket längre än obehandlad klorgas. Denna åtgärd vidtogs i Olycka nr 22.



Figur Z3a



Figur Z3b

Nackdelar
Mycket noggrann planering av operationen krävs för att skydda all inblandad personal och andra som riskerar att utsättas för gasmoln. Metoden är svår att tillämpa mot behållare som sjunkit på djupt vatten.

Z4 Kontrollerad tömning av vätska från sjunken behållare med mammutpump

Tillämpning

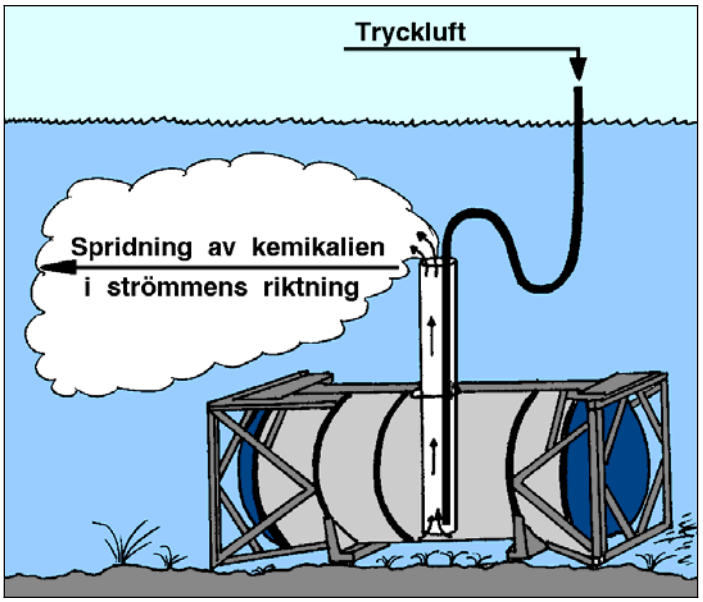
Sjunkna behållare med vätskeformiga farliga (men lågtoxiska) ämnen som är tyngre än vatten och som kan lösas upp i det omgivande vattnet. Exempel är frätande vätskor som t.ex. natriumhydroxidlösning, svavelsyra, fosforsyra och saltsyra.

Beskrivning

Syror och baser transporteras i stora mängder i olika typer av behållare. Sådana behållare är vanligen så tunga att de sjunker till botten om de hamnar i vattenområden. Om de riskerar att skadas under en bärgningsoperation finns ibland stora risker för vattenområdet i synnerhet om det är fråga om en å eller älv. Det har nämligen visat sig att relativt små mängder syror och baser kan ödelägga livet i åar och älvar vid momentana utsläpp (se Olyckor nr 01, nr 03 och nr 05). I sådana fall kan det vara skäl i att bedöma en alternativ responsmetod där innehållet under kontrollerade former släpps ut långsamt i det omgivande vattnet, i stället för att riskera ett plötsligt utsläpp av hela innehållet under bärgningen.

Mammutpump har visat sig vara en lämplig konstruktion (se Olycka nr 07 och Bilaga 7) för långsamt kontrollerat utsläpp av en kemikalie från en sjunken behållare till det omgivande vattnet.

Pumpröret förs ner i behållaren enligt Figur Z4a. Tryckluft pumpas från en kompressor och leds i en slang som ligger inuti mammutpumpröret. Kompressortrycket anpassas kontinuerligt till mätningar nedströms så att koncentrationen i vattnet hela tiden hålls på en förutbestämd ofarlig nivå. Långsamt inströmmande vatten lägger sig ovanpå vätskan. På grund av den stora densitetsskillnaden sker ingen blandning och upplösning av vätskorna i behållaren. Det kan ta flera dygn att långsamt tömma en stor behållare på detta sätt (se Olycka nr 07).



Figur Z4a

Nackdelar

Metoden kan inte användas i stillastående eller begränsade vattenområden och kan endast tillämpas på lågtoxiska, vattenlösliga ämnen med hög densitet (> 1,5).

Z5 Användning av dykarburen borrutrustning för läktring av sjunkna behållare och fartyg

Tillämpning

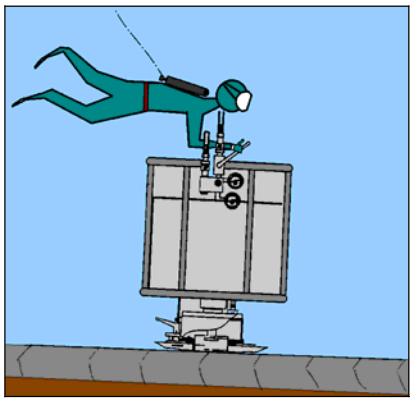
Användning av DOLS Diving Oil Lightering System för att borra hål i sjunkna behållare och fartyg samt läktra innehåll av olja eller kemikalier.

Beskrivning

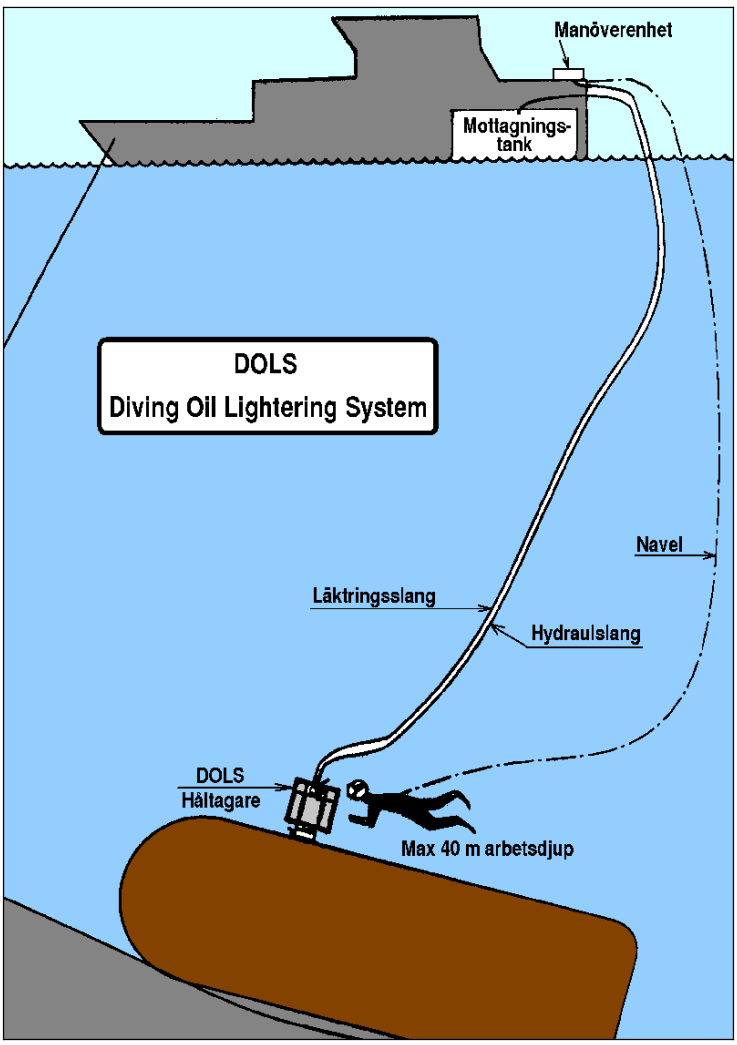
DOLS, Diving Oil Lightering System, används av svenska Kustbevakningen. DOLS är ett undervattenssystem konstruerat för uppborrning av fartygsplåt och läktring av olja från sjunkna fartyg. Utrustningen kan användas även för uppborrning av stora sjunkna behållare och läktring av kemikalier.

DOLS har utformats, med avseende på storlek och vikt, så att det kan hanteras av lättdykare.

I DOLS används en hydrauliskt driven borrmaskin eller ”håltagare” som anbringas med magnetfot på plåten som skall uppborras (se Figur Z5a). Efter genomborrning förses hålet med en specialfläns som passar till en läktringsslang. Denna slang kopplas varefter läktring kan ske till mottagningstank (se Figur Z5b).



Figur Z5a



Figur Z5b

Nackdelar

Metoden kan endast användas ner till 40 m djup

Z6 Bärgning av sjunket gods på djupt vatten

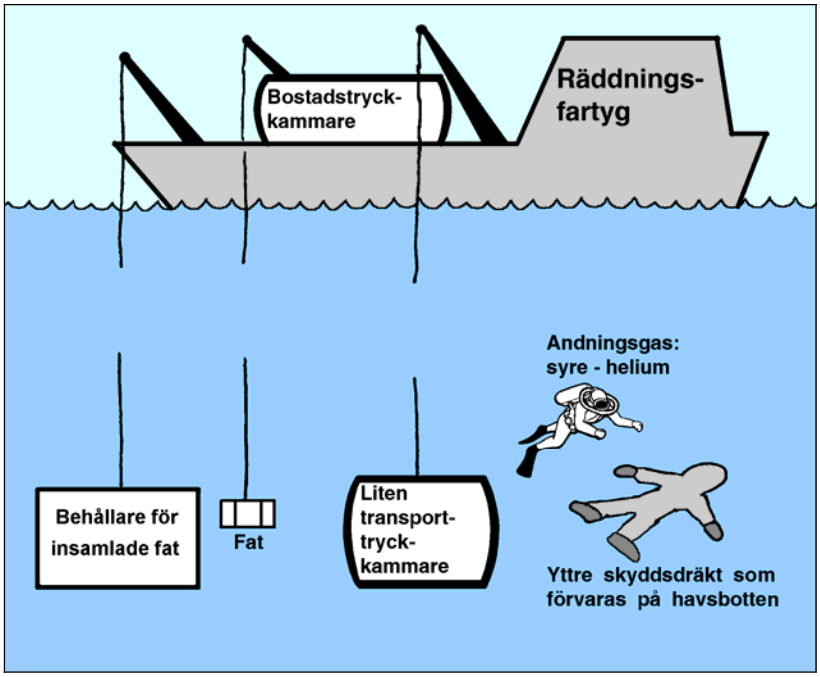
Tillämpning
Bärgning av sjunkna fat och andra förpackningar från stora djup.

Beskrivning
Det är mycket komplicerat att genomföra en operation där många sjunkna fat eller förpackningar skall bärgas från stort djup. Den kan utföras av lättdykare som använder tryck-kammarsystem (se Bilaga 10 och Olycka nr 33) och tillämpar mättnadsdykning med en blandning av syrgas och helium som andningsgas. Metoden innebär att dykarna lever veckovis under det tryck som råder på arbetsplatsen på havsbotten och pendlar regelbundet mellan tryck-kammare på fartyg och havsbotten (se Figur Z6a).

Dykarna sover och intar måltider i en bostadstryck-kammare placerad på räddningsfartygets däck. Varje arbetspass (morgon) kryper dykarna över till en mindre transportdyk-kammare (dykarklocka) som hissas ner till botten där samma ryck råder som i de två tryck-kamrarna. Dykarna hela arbetspasset i lättdykardräkter på havsbotten. De kan eventuellt ta på yttre skyddsdräkter som kan förvaras på botten. Efter arbetspassets slut transporteras de upp till bostadstryck-kammaren för måltid och ny nattvila. Efter någon eller några veckors vistelse och arbete under tryck följer en dekompression under ett par dygn varefter de kan avlösas av ett nytt dykarlag.

Varje förpackning hanteras av dykarna med hjälp av särskild lyftlina från fartyget. De förs över till en större behållare som fylls och förs upp till fartyget där godset tas om hand under betryggande säkerhetsrutiner.

Bärgning av stora mängder gods kan ta månader eller t.o.m. år i anspråk (jfr Olycka nr 33).



Figur Z6a

Nackdelar
Mycket resurskrävande metod med dyrbar andningsgas och komplicerade rutiner. Om det omgivande vattnet på botten innehåller farliga kemikaliekoncentrationer måste de yttre skyddsdräkterna vara tättslutande.

Redogörelser för inträffade olyckor

Här finns redogörelser för 38 st olyckor numrerade från 01 till 38. Gemensamt för dem är att de är väl dokumenterade och har gett värdefulla erfarenheter för räddningstjänsten.

Nr	Rubrik
01	Utsläpp av ammoniak i en å
02	Sjunken transformator med läckande PCB i en flod
03	Total fiskdöd i norska Akerselva efter utsläpp av fosforsyra
04	Rening av en herbicidförorenad damm med ett mobilt reningssystem
05	Sjunken järnvägsvagn med en biocid
06	Muddring av sjunken PCP i Mississippi
07	Sjunken pråm lastad med svavelsyra
08	Läckande styren från sjunken pråm
09	Sandoz-olyckan i Rhen
10	Ilandflutna fat med propionsyra
11	Sjunken stelnad fenol från skadad cistern
12	Utsläpp av ammoniakmoln vid slangbrott i gastankfartyg
13	Läckande tank med saltsyra i ett fartygs lastrum
14	Skadat fartyg med utsläpp av 1100 ton konstgödsel
15	Skadat torrlastfartyg med 3900 fat epiklorhydrin
16	Brand i tankcontainer med trimetylfosfit på rorofartyg
17	Brinnande torrlastfartyg med fat innehållande peroxider och cyanider
18	Skadat fartyg med ett hundratal containrar med farligt gods
19	Explosion i containerfartyg med aluminiumfosfid
20	Sjunkna fat med arseniktrioxid och sanering av lastrum med magnesiumfosfid
21	Våldsam brand i torrlastfartyg med natriumklorat
22	Sjunkna behållare med klorgas
23	Sjunkna fat med biociden Dinoseb
24	Brand i containerfartyg med bl.a. natrium
25	Brinnande tankfartyg med vinylacetat
26	Grundstött gastankfartyg med butadien
27	Sjunket fartyg med kromföreningar
28	Explosion i rorofartyg med last av natriumklorat
29	Skadat tankfartyg med akrylonitril
30	Sjunket tankfartyg med akrylonitril och etylendiklorid
31	Sjunket tankfartyg med styren, metyletylketon och isopropylalkohol
32	Sjunket tankfartyg med saltsyra
33	Sjunket fartyg med tetraalkylbly
34	Vätgasexplosion i tankfartyg med natriumhydroxidlösning
35	Sjunket containerfartyg med biocider
36	Skadat rorofartyg med 450 ton uranhexafluorid
37	Sänkning av skadat torrlastfartyg med last av kalciumkarbid
38	Gastankfartyg med brinnande last av propylen

Utsläpp av ammoniak i en å

(Olycka nr 01)

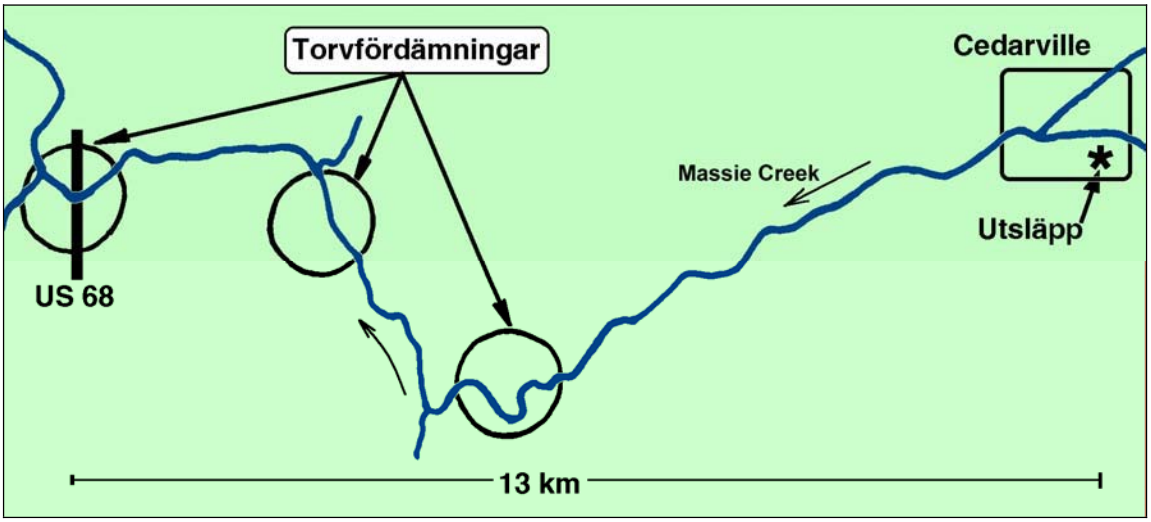
1977, 2 maj Cedarville, Ohio, USA

Ammoniak kondenserad (Klass 2 och 8) i tankbil; färglös nerkyld vätska; kraftigt irriterande/frätande på ögon, hud och slemhinnor; mycket giftig för vattenorganismer

Den 2 maj 1977 brast en slang vid överpumpning av kondenserad ammoniak från en tankbil till en farmartank i Cedarville, Ohio, USA, varvid 16 kubikmeter 100%-ig ammoniak strömmade ut på marken. Orsaken till slangbrottet var att en felaktig slang användes. Den var avsedd för gasol.

Den lokala brandkåren kom till platsen och sprutade vatten över olycksplatsen. Efter denna åtgärd antog man felaktigt att faran var över för miljön och meddelade delstatsmyndigheterna att ingen ammoniak nått den närbelägna ån Massie Creek.

Närmare undersökning dagen därpå visade att vattenbegjutningen hade löst upp större delen av ammoniaken och fört den till en intilliggande sankmark som hade sin avrinning till Massie Creek. Stora mängder död fisk började flyta upp i ån. Inom ett dygn hade all fisk och nästan alla smådjur dött i ån flera kilometer nedströms. Mätningar i vattnet visade på halter av ammoniak på 36,4 mg/ml. Ur detta kunde beräknas att halten icke-joniserad (toxisk) ammoniak var 1,16 mg/l. Det stod nu klart att en svår miljöskada skett och att områden längre nedströms var allvarligt hotade.



Utsläpp av 16 kubikmeter kondenserad ammoniak i en å

Det gällde att handla snabbt och de miljöansvariga insåg att det var viktig att sänka pH i ån (jfr Metod 71). En sänkning av pH i vattnet med en enhet skulle minska dödligheten hos djurlivet med en tiopotens. Den första åtgärden blev emellertid att skapa en torvfördämning i ån. Denna åtgärd prioriterades eftersom torv:

- ger en viss liten pH-sänkning samtidigt som vattnet buffras något
- absorberar en del av ammoniaken
- fanns snabbt tillgängligt i området

15 timmar efter utsläppet hade en första torvfördämning upprättats några kilometer nedströms från utsläppsplatsen. Fördämningen bestod av:

- pålar som drivits ned i åbotten
- hönsnät som fästs vid pålarna
- halm som fördelats på nätet
- torv som spridits ut på halmen.

Ungefär 4 kubikmeter torv användes till fördämningen.

Utslagningen av djurlivet fortsatte i ån och räddningspersonalen beslöt att sänka åns pH med hjälp av saltsyra. Denna syra valdes därför att den var billig och fanns lätt tillgänglig. Dessutom är saltsyra ett effektivt pH-sänkande medel vars reaktionsprodukt, ammoniumklorid, är mycket mindre farlig för djurlivet än ammoniak.

Under tiden som syran anskaffades byggdes ytterligare två torvfördämningar med på platser som låg längre nedströms än den första. Alla tre fördämningarna låg på relativt grunda ställen i ån (ca en halv meters djup). Efteråt bedömdes att torvfördämningarna hade haft en mycket gynnsam effekt. Torven absorberade en del ammoniak som sedan avgavs till vattnet när koncentrationerna i vattnet minskade. Torven minskade också, som man hade förväntat, vattnets pH något nedströms efter fördämningen.

Totalt 8 kubikmeter koncentrerad saltsyra hälldes ut i ån under 5-6 timmars tid. En plats valdes för syratillsatsen vid US 68 (se kartan) där åns vattenomblandning var effektiv, vilket först testades med ett kraftigt färgämne (Rodamin). Syratillsatsen reducerade åns pH med en enhet, varvid ammoniakens toxicitet mot djurlivet bedömdes minska med en tiopotens.

All fisk och nästan allt övrigt djurliv (smådjur) slogs ut av ammoniakutsläppet på den 13 km långa sträckan mellan utsläppsplatsen och US 68. Antalet döda fiskar räknades till 140 000 och antalet övriga smådjur som dog uppskattades till flera hundra tusen. Nedanför US 68 räddades djurlivet av syratillsatsen.

Även andra liknande olyckor i vattendrag har visat att ett momentant utsläpp av ett farligt ämne kan bilda ett "moln" i vattnet som driver med strömmen och slår ut det mesta av djurlivet i vattnet nedströms. Se Olycka nr 03 och Olycka nr 05. Se även Olycka nr 07 där räddningsledningen utformade insatsen för att minimera riskerna och inget farligt utsläpp inträffade.

Orsak till olyckan

Slangbrott vid överpumpning av kondenserad ammoniak från en tankbil till en farmartank. Orsaken till brottet var att felaktig slang användes. Den var avsedd för gasol.

Erfarenheter från olyckan

- De som arbetar med lossning av farliga ämnen (t.ex. ammoniak) måste använda utrustning som är avsedd för ändamålet. I detta fallet användes en felaktig lossningsslang.

- Den första rapporten till delstatsmyndigheterna var felaktig. I rapporten underskattades utsläppets storlek och dess miljöeffekter, vilket hade som följd att insatserna fördröjdes.

- När brandkåren kom till olycksplatsen fanns det mesta av ammoniaken i den närliggande sankmarken. En snabb fördämning av denna skulle avsevärt ha minskat behovet av fortsatta insatser.

- Insatserna med saltsyra och torv för att stoppa fiskdöden var mycket framgångsrika. Åtgärderna visade att det är möjligt att framgångsrikt behandla ett upplöst ammoniak-utsläpp i ett vattendrag.

- Toxiciteten hos ammoniak är mycket högre än som tidigare rapporterats. Under denna olycka dödades fisk av koncentrationer av icke dissocierad ammoniak i intervallet 0,13 - 0,34 mg/l (totalkoncentration 10,8 - 28,2 mg/l). Se avsnitt om ammoniaks beteende i 5.1.

Informationskällor Ref. 81

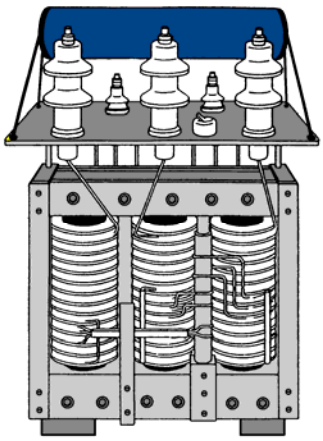
Sjunken transformator med läckande PCB i en flod

(Olycka nr 02)

1974, 13 september Seattle, Washington State, USA

Polyklorerade bifenyler (PCB) (Klass 9) i en transformator; tjockflytande gulaktig vätska som stelnar vid 10-15 °C; mycket hälso- och miljöfarlig

Under lastning med lyftkran den 13 september 1974 tappades en transformator på en kaj vid Duwamish River i Seattle, Washington State, USA. Duwamish River har en känslig miljö med bl.a. vandrande fisk uppför floden.



Transformator med PCB-behållare överst

Fallet ner på kajen blev endast 60 cm men transformatorn skadades så att dess innehåll av kylmedel rann ut på kajen och ner i den intilliggande floden Duwamish River. Kylmedlet bestod av polyklorerade bifenyler (PCB). Transformatorns storlek var ca 2 × 2 × 2 m och dess innehåll av PCB var ca 1000 liter.

Först efter 4 dagar blev det klarlagt för räddningstjänsten att utsläppet bestod av PCB. Dykare gick ner i floden och kunde observera pölar av PCB på botten inom ett område med 15 m djup som sträckte sig 100 m ut från kajen. Inför en planerad upp-pumpning av det bottenliggande PCB-utsläppet utvärderade räddningsledningen tre alternativa tillvägagångssätt.

Enligt en metod skulle tungdykare gå ner med pumputrustning och ta upp kemikalien. Det bedömdes att en pråm behövdes för ändamålet som kunde rymma 400 kubikmeter. Efteråt måste det settlade slammet tas om hand av en mottagnings-/destrueringsanläggning och vattnet renas.

Enligt ett annat förslag skulle lättdykare använda små handhållna mudderpumpar och ta upp vatten/sediment-blandningen till settlingstankar varefter vattnet skulle renas med

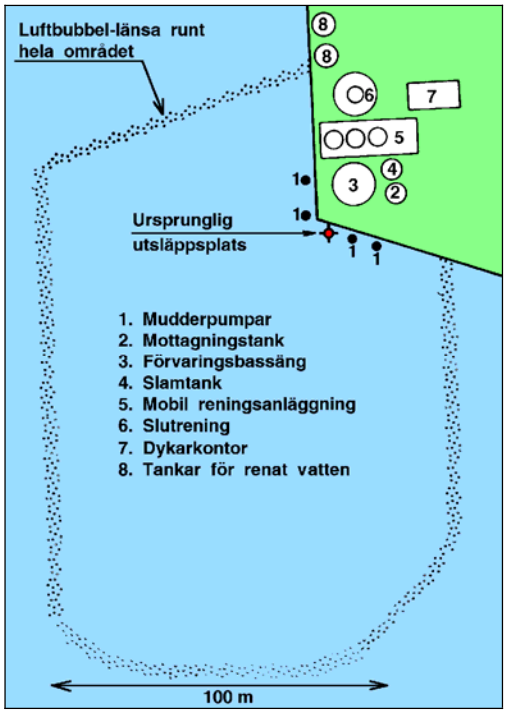
US Environmental Protection Agencys (EPA:s) mobila reningsanläggning.

Räddningsledningen valde dock ett tredje alternativ baserat på ett hydrauliskt s.k. pipeline-mudderverk (se Bilaga 7) med 55 cm mudderbredd utrustat med sänkbara diafragmapumpar.

Enligt de första planerna 30 000 kubikmeter PCB-kontaminerat slam och vatten skulle tas upp och transporteras till en liten ö i floden alldeles intill olycksplatsen. Operationen skulle kräva att flera stora dammar grävdes på ön för att ta emot muddermaterialet. En geologisk undersökning på ön visade dock att dammarnas bottnar måste tätas eftersom marken var sådan att den inte skulle kunna hålla kvar det förorenade vattnet. Man insåg då att det dels skulle ta en månad att bygga dammarna, dels skulle vara förenat med mycket höga kostnader. Inför dessa fakta beslöt räddningsledningen att stå fast vid valet av pipeline-mudderverket men även använda EPA:s mobila reningsanläggning för slutlig rening.

Området i floden runt olycksplatsen omgavs med en luftbubbellänsa (jfr Metod 63). Denna hade en tvåfaldig funktion. Dels skulle vandrande fisk i floden motas bort från det giftiga utsläppet, dels skulle PCB hindras att flyttas från platsen av det strömmande flodvattnet och de regelbundna tidvatteneffekterna.

EPA:s mobila reningsanläggning anlände den 9 oktober och muddringsarbetet startade den 12 oktober. Först användes sänkbara enkla diafragmapumpar som visade sig inte klara måttet utan ersattes med dubbla diafragmapumpar med högre kapacitet.



Utsläppsplatsen med arrangemang av luftbubbellänsa, mudderpumpar samt settlings- och reningsanordningar på kajen

Det uppumpade materialet settlades och renades i ett system av tankar och bassänger på kajen. Slutreningen utfördes med den mobila reningsanläggningen. Pumpningen pågick i 20 dygn. Kostnaden för operationen blev USD 150 000.

Orsak till olyckan

Skadad transformator som tappades från lyftkran.

Erfarenheter från olyckan

Bottenliggande PCB och förorenade bottenmassor kunde framgångsrikt tas upp med ett pipeline-mudderverk (se Bilaga 7) varefter förorenat vatten slutrenades med den mobila reningsanläggningen som tillhörde US Environmental Protection Agency.

Informationskällor Ref. 91

Total fiskdöd i norska Akerselva efter utsläpp av fosforsyra

(Olycka nr 03)

1988, 11 januari Idun fabrikker, Oslo, Norge

Fosforsyra (Klass 8); färglös vätska; frätande oorganisk syra

Akerselva är en å som rinner från sjön Maridalsvatnet 7 km norr om Oslo genom centrala Oslo och ut i Oslofjorden. Idun fabrikker ligger vid Akerselva ca 4 km från åns utflöde i Oslofjorden. Fabrikens huvudprodukter är jäst (gjær), ketchup, senap och ingredienser i konditorivaror.

Efter helgstängning 9-10 januari 1988 startades produktionen i Idun fabrikker måndagen den 11 januari. Man upptäckte då att en rörledning som gick från en lagertank med fosforsyra hade sprungit läck. Tankens innehåll av 9 ton (6 m3) 75 %-ig fosforsyra hade runnit ut på marken och ner i Akerselva. Myndigheterna, som omedelbart larmades, hade redan fått rapport om fiskdöd nedströms Akerselva. Läckan hade troligen skett på lördagen två dagar innan.

Den 12 januari undersöktes fiskbeståndet i Akerselva som visades vara normalt ovanför utsläppsplatsen men helt utslaget nedanför. Det mesta av den döda fisken (bl.a. lax) hade redan förts ut av strömmen i Oslofjorden men en hel del fanns på stränderna och på länsor i utloppet.

Orsak till olyckan

Mellan lagringstanken och fabrikslokalerna gick ett stålrör som var syrafast. Men röret var fastsatt i tanken med en övergångsnippel som var tillverkat av ett icke syrafast material. Denna nippel hade blivit sönderfrätt. En underleverantör till Idun fabrikker hade monterat den felaktiga nippeln.

Erfarenheter från olyckan

Det kan synas egendomligt att en så relativt begränsad mängd mindre farlig syra kan få så stora effekter vid utblandning i vattnet en hel å. Förklaringen är att ett momentant utsläpp bildar ett sammanhållet ”moln” i vattnet med sänkt pH som förs med strömmen längs hela åns sträckning utan att förändras nämnvärt. De organismer som inte tål pH-sänkningen hinner inte komma undan utan dör.

Även andra liknande olyckor i vattendrag har gett dramatiska effekter där det mesta av djurlivet i vattnet slagit ut nedströms. Se Olycka nr 01 och Olycka nr 05. Se även Olycka nr 07 där räddningsledningen utformade insatsen för att minimera riskerna och inget farligt utsläpp inträffade.

Informationskällor

Ref. 37

Rening av en herbicidförorenad damm med ett mobilt reningssystem

(Olycka nr 04)
1974, 24 juli Allentown, Pennsylvania, USA

Dinitrobutylfenol (DNBP, Dinoseb, klass 6) ; mörkt rödbrunt fast ämne som smälter vid 32-42ºC; en mycket hälso- och miljöfarlig herbicid; **marine pollutant**

Efter ett kraftigt regn den 24 juli 1974 i Allentown, Pennsylvania, USA, började fiskar dö i en av stadens vattenreservoarer som är en anlagd damm på andra sidan den närbelägna gränsen till New Jersey. Fiskdöden fortsatte och blev den 9 augusti uppmärksammad av myndigheterna. En undersökning visade att en biocid, dinitrobutylfenol (DNBP) hade tillförts dammen med regnvattnet. Medlet var godkänt att användas utspätt, men hade den 21 juli använts i koncentrerad form för ogräsbekämpning på en grusad parkeringsplats i närheten.

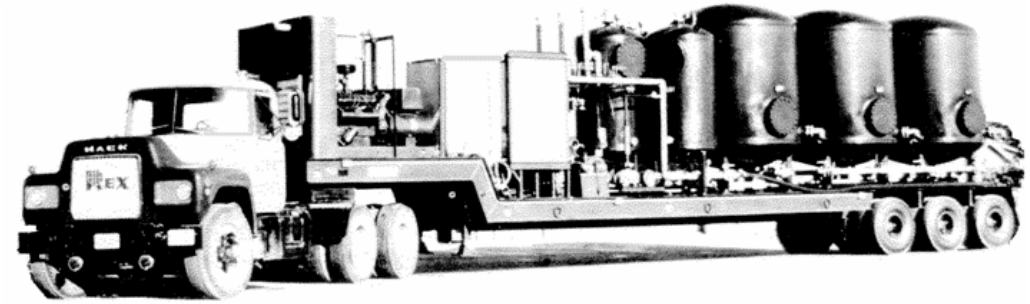
Parkeringsplatsen innehöll fortfarande synbara rester av bekämpningsmedlet. Av det översta gruslagret grävdes 14 kubikmeter upp och fördes till en särskild mottagningsanläggning. Längre ner i marken fanns ytterligare rester av medlet och vattnet i dammen hade koncentrationer på upp till 8 ppb av DNBP.

Det fanns nu två handlingsalternativ. Det ena var att hålla kvar vattnet i dammen och låta biociden brytas ner naturligt genom mikrobiella och fotokemiska processer. Det andra var att utnyttja aktivt kol för att rena vattnet och därefter bränna kolet under kontrollerade betingelser.

Data från tillverkaren av bekämpningsmedlet visade att det tog nio månader för medlet att brytas ner i naturen. Det skulle vara omöjligt att hålla dammen avstängd under så lång tid eftersom den snabbt ökar i volym av allt regnvatten. Det beslöts därför att alternativet med aktivt kol skulle tillgripas.

USA:s naturvårdsmyndighet Environmental Protection Agency (EPA) har ett mobilt vattenbehandlingssystem (Ref. 92), placerat på en trailer, som snabbt kan transporteras till olika platser i landet. Trailern har följande data:

Längd	15 m	Behandlingskapacitet	1100 kubikmeter/dygn
Bredd	2,5 m	Generator (bensindriven)	100 kW
Totalvikt	43 ton	Kostnad	$ 250 000



Picture source: US Environmental Protection Agency

Mobil reningsanläggning för förorenat vatten

Trailern har olika filtreringssystem för suspenderade substanser samt kolonner med aktivt kol som kan absorbera många typer av lösta organiska ämnen. Den har också system för neutralisering och behandling med flockningsmedel.

Systemet fick sitt jungfrudop när kreosot skulle tas upp från botten av Little Menomonee River, Milwaukee, Wisconsin, USA, under 1972 och 1974 (Ref. 99). Vid slutet av denna operation modifierades systemet efter de erfarenheter man erhållit och detta modifieringsarbete, som utfördes i Milwaukee, var nästan avslutat när larmet från Allentown kom.

Den 14 augusti kunde behandlingen av dammens vatten börja. Vatten togs in från den del av dammen där de högsta biocidkoncentrationerna fanns (ca 8 ppb) och släpptes ut nedströms nära dammens utlopp där koncentrationerna var låga (ca 0,002 ppb). Operationen pågick dygnet runt och kunde avslutas den 22 augusti.

Under arbetets gång sköljdes kvarvarande biocidrester ut från parkeringsplatsen med lågkontaminerat dammvatten. Utgående sköljvatten samlades upp i en för ändamålet nygrävd brunn och fördes till reningsanläggningen på trailern.

Denna mobila reningsanläggning användes ett par månader senare vid ett utsläpp av PCB i en flod i Seattle, Washington State (Olycka nr 04, Ref. 91) samt i mars 1975 vid ett utsläpp av biociden toxafen i en liten damm i Plains, Virginia, USA (Ref. 93).

Orsak till olyckan

Tillförsel till dammen av regnvatten som förorenats av ogräsbekämpningsmedel som i stället för att utspädas hade använts i koncentrerad form.

Erfarenheter från olyckan

Framgångsrik behandling av förorenat vatten med den mobila reningsanläggningen som tillhörde US Environmental Protection Agency.

Informationskällor

Ref. 92 (denna olycka)
Ref. 113, Annex 3, “Dinoseb 2, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Användning av den mobila reningsanläggningen vid andra olyckor:
Ref. 91 (Olycka nr 02)
Ref. 93
Ref. 99

Sjunken järnvägsvagn med en biocid

(Olycka nr 05)

1991, 14 juli Sacramento River strax norr om Dunsmuir i Kalifornien, USA

Metamnatrium (natriummetylditiokarbamat) i järvägstankvagn; gröngul vätska med kraftigt irriterande svavelliknande lukt; mycket hälso- och miljöfarlig; **marine pollutant**

Den 14 juli 1991 spårade ett tåg ur vid Sacramento River strax norr om Dunsmuir i Kalifornien. Sex järnvägsvagnar föll ner i den närliggande floden. En av vagnarna var en tankvagn med 75 000 liter metamnatrium (natriummetylditiokarbamat) som hamnade liggande på en halv meters djup.

En järnvägsvagn med biociden metamnatrium sjönk i Sacramento River

Metamnatrium är ett vätskeformigt bekämpningsmedel mot insekter och svamp. Det används främst som jordtillsatsmedel för potatisland. Metamnatrium var vid tillfället för olyckan inte klassificerat som farligt ämne ("hazardous material") av Transportministeriet i USA. Ämnet ger dock både akuta och kroniska hälsoeffekter på människa redan vid relativt små resorberade mängder i kroppen. I IMDG-koden anges metamnatrium som Marine Pollutant.

Myndigheterna insåg inte vidden av olyckan förrän påföljande dag. Flodens ekosystem var då redan allvarligt påverkat. Floden skummade nedströms i en ärtgrön färgnyans och mängder av forell hade dött. Luften blev svår att andas i Dunsmuir och många invånare uppsökte sjukhuset med värk i huvud och bröst, andnöd och illamående.

Räddningspersonal upprättade en riskzon kring olycksplatsen och startade planering av fortsatta insatser. Tankvagnen som bärgades innehöll endast 12 % av sitt ursprungliga innehåll och 66 000 liter metamnatrium hade kommit ut i floden.

Plymen drev nerför floden där den starka lukten spreds i omgivningarna. Befolkningen varnades och uppmanades att hålla sig undan. Metamnatrium löser upp sig i vatten och

kunde därför inte tas upp.

De insatsalternativ som nu bedömdes för att mildra skadeverkningarna var:

1) Reducering av flodens vattenflöde och behandling av utsatta partier med aktivt kol.
2) Muddring av förorenade bottenpartier.
3) Agitering och luftning av förorenade områden så att koncentrationerna nedbringades.

Alternativ 3 valdes. Dessutom kompletterades åtgärderna med luftridåer (från bottenliggande slangar) som placerades nedströms. Dessa tog hand om och agiterade eventuella substanskoncentrationer som undkom behandlingen uppströms.

Förbipasserande bilister i närheten fick följande uppmaning av polisen: "Roll up windows, don't breathe, drive like hell and don't stop".

Tre dygn efter tågurspårningen kom det gröna flodvattnet fram till Lake Shasta och trängde ner i det varmare sjövattnet. Efter ytterligare två dygn hade det mesta av utsläppet runnit ut i sjön och bildat ett 100 × 1000 m stort skikt som var 5 m tjockt och låg 5 – 10 m under vattenytan. Området stängdes av för båttrafik varefter en ring av prålmar med tung pumputrustning lades runt utsläppet. Grönfärgade vattenpartier sögs upp och luftbehandlades genom att sprutas ut i luften. Dessutom pumpades stora mängder luft ner i vattenmassorna för att lufta och röra om vattnet. Efter fyra veckor avslutades åtgärderna när mätningar endast kunde påvisa spår av kvarvarande föroreningar i ett av 78 prover från området.

Undersökningar efter olyckan visade att allt djurliv samt större delen av växtlivet i floden hade slagits ut på en sträcka från olycksplatsen och 72 km nedströms till Lake Shasta. Bl.a. hade 200 000 fiskar dött. Dessutom påverkades den kringliggande faunan som bl.a. bestod av björn, hjort, puma, prärievarg, utter samt mängder av fåglar och andra mindre djurarter. Man fruktar dessutom att träd längs flodbankarna kommer att dö, vilket gör att det tar upp till 50 år för naturen att återhämta sig.

Andra liknande olyckor har visat att ett momentant utsläpp av ett farligt ämne kan bilda ett "moln" i vattnet som driver med strömmen och slår ut det mesta av djurlivet i vattnet nedströms. Se Olycka nr 01 och Olycka nr 03. Se även Olycka nr 07 där räddningsledningen utformade insatsen för att minimera riskerna och inget farligt utsläpp inträffade.

Orsak till olyckan
Tågurspårning

Erfarenheter från olyckan
Försenad insats medförde att större delen av tankvagnens innehåll läckte ut i floden och gav svåra miljöskador.

Informationskällor Ref. 107

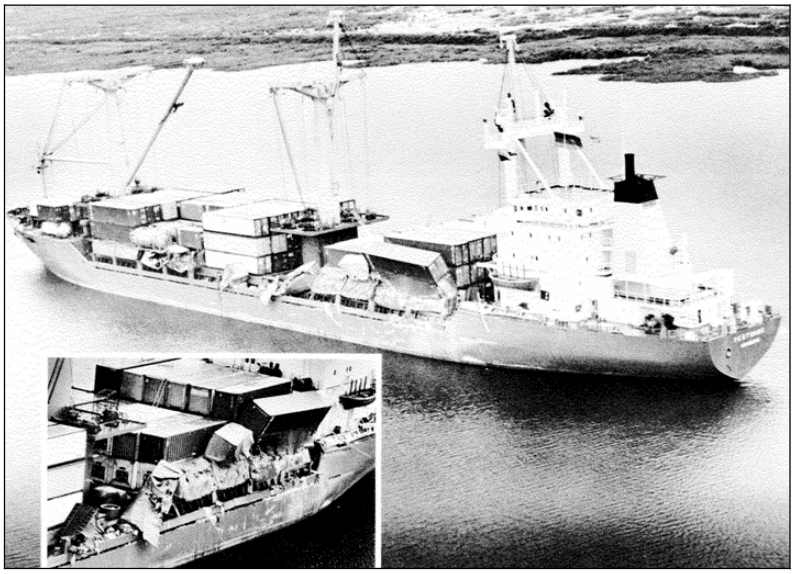
Muddring av sjunken PCP i Mississippi

(Olycka nr 06)

1980, 22 juli Mississippis mynning, Louisiana, USA

Pentaklorfenol (PCP) (Klass 6) i papperssäckar; mycket hälso- och miljöfarlig pulverformig biocid; **severe marine pollutant**
Bromväte (Klass 2 och 8) i stålcylindrar; frätande och mycket giftig gas

Den 22 juli 1980 inträffade en fartygskollision i Mississippis mynning, Louisiana, USA, varvid det västtyska containerfartyget *Testbank* skadades så att en del av dess last av kemikalier kom ut i vattnet och i luften.



Containerfartyget Testbank efter kollisionen

Picture source: Taylor Diving & Salvage Company, Inc., USA

Bromväte började läcka ut från punkterade stålcylindrar och ett vitt moln av den frätande gasen bildades runt fartyget. Besättningen stängde av fartygets ventilationssystem och tog skydd under däck. Molnet drev med vinden in över ett mindre samhälle där polisen evakuerade 75 invånare. Inga personskador inträffade.

Vid kollisionen skadades 8 containrar med kemikalier varav 4 st föll överbord och sjönk på 11 m djup. De senare innehöll 3 stålcylindrar med bromväte samt 16 ton pentaklorfenol (PCP) i 700 säckar om 23 kg vardera. PCP är en biocid som är giftig för både människa och miljö. Runt olycksplatsen upprättades en säkerhetszon där obehörig båttrafik förbjöds.

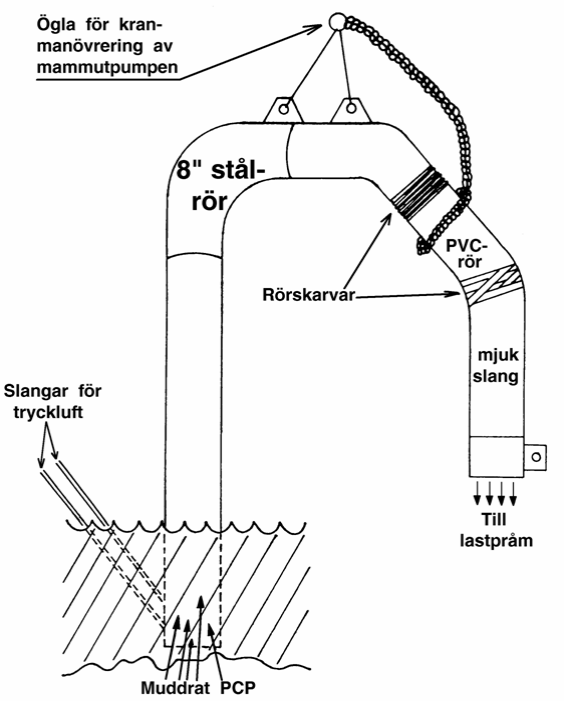
Olyckan tilldrog sig en enorm uppmärksamhet och blev det viktigaste inslaget i alla regionala nyhetsmedia under hela operationen som varade i 35 dygn. Louisianas guvernör försäkrade för delstatens oroliga befolkning att allt som stod i mänsklig makt skulle göras för att bärga de farliga kemikalierna.

Det visade sig vara mycket svårt att lokalisera den sjunkna lasten i det grumliga flodvattnet. Upprepade kartläggningar utfördes av aktuella bottenområden med skrivarförsedda ekolod. Sökningarna fick hela tiden följas upp med dykarundersökningar av misstänkta bottenekon. Dykeriarbetet underlättades väsentligt när en självgående offshorepråm kom till platsen. Den kunde fixeras med tre ben på botten och blev en stabil dykeriplattform.

Efter 5 dygn utan resultat sattes ytterligare olika instrument in i arbetet, bl.a. magnetometrar, sidscannande sonarer och flera ekolod. Det instrument som slutligen, efter 8 dagar, gav resultat var en sektorscannande sonar som gav färgkodade bilder med hög upplösning av bottnen. Det var en s.k. fishfinder av märket Chromascope. Med sin vikt av endast 12

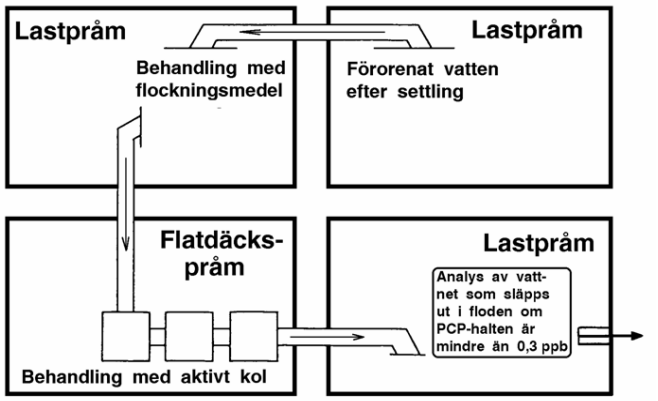
kg kunde det lätt opereras från små båtar.

Undersökning på flodbotten visade att containern med PCP hade demolerats. Säckarna hade spridits inom 15 m radie från containern och var så uppmjukade av vatten att de lätt gick sönder. Det stod klart att kemikalien måste muddras upp och den typ av mudderverk som valet föll på var mammutpump. Arbetet inleddes med att märka ut ett arbetsområde med långa pålar som drevs ner i botten. De bildade ett 25 × 35 m stort rutsystem som tjänade som vägledning under mudderarbetet.



Figur till höger: Mammutpump som användes för muddring av bottenliggande pentaklorfenol (PCP)

Med undantag för korta uppehåll när lastpråmarna flyttades pågick mudderarbetet utan avbrott i 9 dygn. Man lyckades muddra upp ca 90 % av den sjunkna PCP:n.

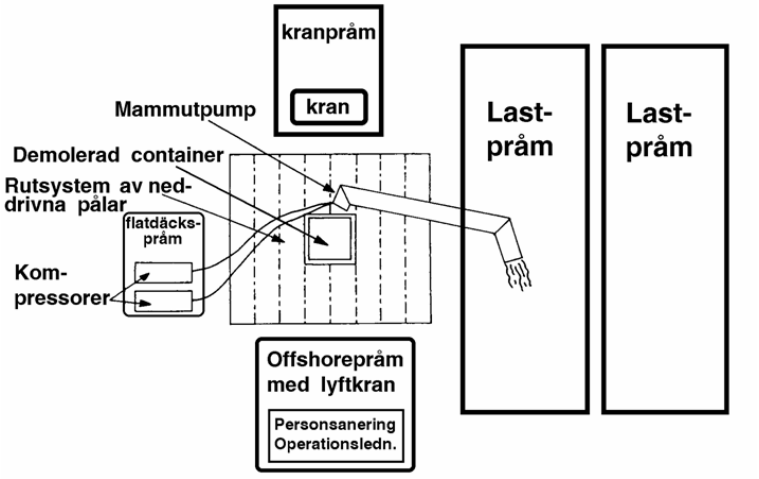


Figur till höger: Rening av muddervattnet genom settling, flockning och behandling med aktivt kol

Under hela operationstiden (från dag 1 till dag 35) växte operationsledningen successivt både med avseende på numerär och kunnande. Expertisen kom att spänna över områden som bärgningsteknik, dykning, personskydd, miljöundersökningar och humantoxikologiska kontroller av räddningspersonal. Arbeten förutom själva bärgningen som krävde stora förberedelse och resurser var

- uppröjning och sanering ombord på båda de inblandade fartygen
- personsanering på fartygen och vid muddringsplatsen
- hälsokontroll av all inblandad personal (240 personer).

Runt om arbetsområdet arrangerades 1) en kranpråm för bärgning av den demolerade containern, 2) den tidigare utnyttjade offshorepråmen med vars kran mammutpumpen nu hölls fast under arbetet, 3) en kompressorpråm som försåg mammutpumpen med tryckluft och 4) lastpråmar för mottagning av muddermassor.



Arrangemang vid olycksplatsen

Den demolerade containern bärgades och konstaterades vara helt tom. Bottenområdet avsöktes sedan med Chromascope-instrumentet så att en exakt kartläggning erhölls av PCP-förekomsterna på flodbotten. Ett system arrangerades med pråmar för att ta hand om muddermassorna och noggrant rena allt vatten innan det pumpades ut i floden igen.

Mudderarbetet kunde påbörjas dag 10 efter olyckan. Efter settling i en första pråm pumpades vattnet över till nästa pråm där det renades med flockningsmedel. Efter settling av flockningsmedlet pumpades vattnet vidare till en flatdäckad pråm där det slutrenades i ett filtreringssystem med aktivt kol. Slutligen testades vattnet i en fjärde pråm så att det innehöll högst 0,3 ppb PCP innan det fick gå ut i floden. Totalt 1100 ton förorenade muddermassor omhändertogs och transporterades till särskilda mottagningsanläggningar.

Orsak till olyckan Fartygskollision

Erfarenheter från olyckan

- Den använda scannande sonaren (Chromascope Color Video Fishfinder) visade sig vara ett utomordentligt bra hjälpmedel för sökning på botten.
- Mammutpump är en effektiv utrustning för muddring av bottenliggande granulära material på inte alltför stora djup (här 11 m).
- Denna typ av händelser blir mycket uppmärksammade i massmedia och skapade i detta fall panik bland lokala fiskare och deras familjer. Det ställdes mycket stora krav på räddningsledningens förmåga att ge saklig information och lugna upprörda personer.
- Säkerhetszonen runt olycksplatsen, där obehörig båttrafik hade förbjudits, förorsakade mycket stora ekonomiska förluster för samhället. Men zonen bedömdes som absolut nödvändig för att bedriva arbetet ostört.

Informationskällor

1) Ref. 63
2) Ref. 113, Annex 3, “Testbank, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

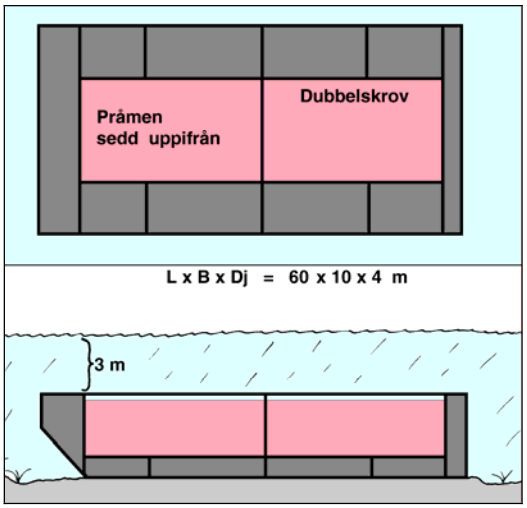
Sjunken pråm lastad med svavelsyra

(Olycka nr 07)

1988, 22 november Herculaneum vid övre Mississippi, Missouri, USA

Svavelsyra (93 %) lastad i en tankpråm med dubbelskrov

Den 22 november 1988 sjönk en pråm, lastad med 1400 ton 93-procentig svavelsyra, i Herculaneum som ligger vid övre Mississippi i Missouri, USA. Pråmen, som hade dubbelskrov, stod rättvänd på botten på 7 m djup med nästan hela lasten kvar ombord. En mindre skada hade uppstått i ytterskrovet och gett ett hål där vatten trängt in och fyllt delar av dubbelskrovet varvid pråmen sjunkit.



Den sjunkna pråmen med 1400 ton 93-procentig svavelsyra

Räddningsledningen insåg att en riskfylld situation skulle uppstå om vatten blandades in i syran. En kraftig värmereaktion skulle bli följden och som till och med skulle kunna ge explosionsliknande kokningsfenomen och förorsaka mekaniska skador på pråmen. Detta skulle snabbt kunna accelerera händelseförloppet så att mängder av skållhet syra kastades omkring. En sådan situation skulle innebära stora risker för både miljön och räddningsmanskap.

Om hela lasten skulle komma ut momentant kunde stora miljöskador uppkomma. Ett så stort "moln" av ett farligt ämne som driver med strömmen kan slå ut de flesta av de vattenlevande organismerna nedströms enligt erfarenheter från olyckor i Norge 10 månader tidigare (Olycka nr 03) och Ohio, USA, drygt tio år tidigare (Olycka nr 01). Även en liknande olycka tre år senare i Sacramento River i Kalifornien uppvisar förödande konsekvenser (Olycka nr 05).

Olika bärgningsmetoder diskuterades inom räddningsledningen. En naturlig lösning var att direkt försöka pumpa upp syran från den bottenliggande pråmen men man insåg snart att detta skulle medföra en mängd både tekniska och logistiska problem. En 93-procentig svavelsyra har den egenskapen att den inte angriper olegerat kolstål, som pråmen var tillverkad av. Men om vatten tillförs blir syran mycket reaktiv inom vissa procentgränser och reaktionen förstärks ytterligare av den förhöjda temperatur som erhålls vid vatteninblandningen. Det fanns troligen redan ett tunt vattenlager skiktat i tanken ovanpå syralasten vilket medförde att situationen blev riskfylld. Eftersom svavelsyra och vatten är lätt blandbara, d.v.s. svavelsyra är lättlöslig i vatten, kan en omröring av en sådan skiktad last leda till en våldsam kokning. Den stora densitetsskillnaden gör dock att en skiktning lätt uppstår om vatten sakta tillförs svavelsyra uppifrån.

Pumpning skulle röra om i vatten-syra-skiktet och ge en upphettad syralösning som skulle bli högkorrosiv mot kolstål. För att ta emot denna syralösning skulle krävas pråmar eller containrar av syrabeständigt ("rostfritt") stål. Sådana behållare av tillräcklig volym

fanns inte tillgängliga inom de tidsramar som gällde. Dessutom skulle pumpningen innebära tekniska problem. Kunde en dränkbar pump klara upptagning av 100-gradig korrosiv syrablandning med en densitet av kanske 1,8 och en total uppfordringshöjd (för kajplacerade tankar) av 15 meter? Troligen skulle det krävas en boosterpump. Härtill kom det svårlösta problemet att ersätta den bortpumpade syran i pråmen med något för att undvika vakuum. Att göra detta med vatten på ett säkert sätt, i samma takt som boosterpumpen, skulle troligen vara omöjligt. Om i stället luft användes måste pråmen stabiliseras på något sätt så att en krängning inte gav skrovskador. Risken fanns också att pumparbetet misslyckades vilket kunde resultera i en katastrofal händelseutveckling.

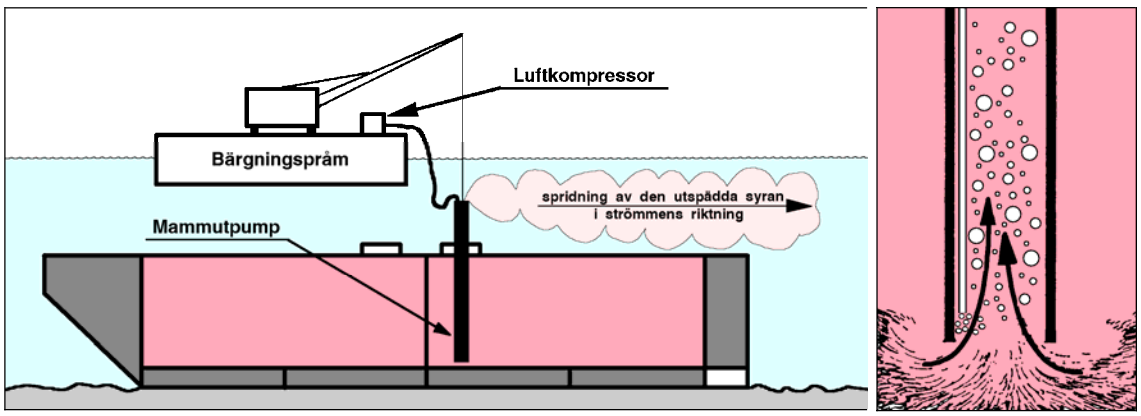
I stället för att pumpa syran ända upp till kajen skulle arbete kunna delas upp i två steg där syran först pumpades upp till en kofferdam som byggdes ovanpå den sjunkna pråmen med en höjd så att den nådde en bit upp över vattenytan. Närmare diskussion av detta alternativ avslöjade flera svårlösta problem. Kofferdammen måste tillverkas med god passform mot pråmen och den efterföljande tätningen måste vara perfekt. Den måste vara:
1) tillräckligt rymlig för både syran och pumputrustning
2) tillräckligt hög för att klara variationer i flodens vattennivå
3) tillräckligt stabil för att motstå flodens strömhastighet på 2-4 knop.

Denna lösning skulle kanske bli än mer riskabel för räddningspersonalen eftersom en stor bristning i kofferdammen skulle ge upphov till våldsam kokning och kaskader av het syra.

Ett alternativ till urpumpning av lasten med pråmen stående kvar på botten skulle vara att först ta upp pråmen till ytan och därefter pumpa ur lasten. Upptagningen till ytan skulle kunna ske antingen genom lyft med kranar eller genom att göra pråmen flytande igen. Det senare skulle kunna ske genom att lokalisera skadan, pumpa in luft i de vattenfyllda delarna av dubbelskrovet och täta läckan. Även dessa alternativ skulle innebära risker.

Omfattningen av skrovskadorna var okända och hade inte kunnat fastställas i det grumliga flodvattnet med nästan obefintlig sikt för dykare. Att röra hela pråmen med sin farliga last i det strömmande flodvattnet kunde ge riskabla påfrestningar på skrovet och dessutom oönskade rörelser hos den tunga syralasten.

Det alternativ som man slutligen valde var att långsamt och på ett kontrollerat sätt pumpa ut syran i det omgivande flodvattnet med pråmen hela tiden stående på flodbotten. Som pumpsystem valde räddningsledningen en mammutpump (jfr Metod Z4).



Användning av mammutpump för att tömma den sjunkna pråmen på dess last av svavelsyra. Tryckluften fördes in i en slang inuti pumpröret ner till dess mynning.

I motsats till den vanliga metoden att leda tryckluften i en slang utanför pumpröret lät man här denna slang gå inuti själva röret. Pumphastigheten justerades med tryckluften och avpassades hela tiden efter de resultat av pH-mätningar man erhöll nedströms. Kravet var hela tiden att pH i flodvattnet inte fick understiga 6 på ett avstånd av 90 meter nedströms från pråmen. Det visade sig att om pumpningen reglerades så att pH-värdet i floden hölls vid 6 på 90 meters avstånd blev det 7,5 på 370 meters avstånd.

Inströmmande vatten i pråmen, som ersatte den utpumpade syran, skiktade sig hela tiden, utan märkbar reaktion, ovanpå den kvarvarande syran. Pumpningen bedrevs efter dessa betingelser under dygnets ljusa timmar och tog en vecka att utföra. När huvuddelen av syralasten hade pumpats ut i floden kunde pråmen lyftas upp till ytan. Därefter reparerades prålens skrovskador och återstoden av syralasten togs om hand. Denna avslutande del av operationen tog tre månader. Några effekter på fisk eller andra miljöskador kunde inte noteras varken under eller efter operationen.

Denna metod, att långsamt släppa ut en farlig syra från en sjunken farkost, har även tillämpats i Sverige (Olycka nr 32).

Orsak till olyckan

Småskador i prålens yttervägg medförde att vatten trängde in i det luftfyllda dubbelskrovet varvid pråmen tyngdes ner och sjönk.

Erfarenheter från olyckan

En mycket besvärlig situation med en reaktiv kemikalie där utvägen var att långsamt släppa ut ämnet i det omgivande vattnet. Inga mätbara skador uppstod i miljön.

Informationskällor

1) Ref. 32
2) Ref. 113, Annex 3, “Sunken barge, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Läckande styren från sjunken pråm

(Olycka nr 08)

1992, 26 januari Wax Lake Spillway, Louisiana, USA

Styren (Klass 3) i en pråms lasttankar; brandfarlig vätska som avger irriterande ångor; kan polymerisera om den utsätts för föroreningar eller värme; **marine pollutant**

Den 26 januari 1992 kolliderade två bogserade prånar i kanalen Intracoastal Waterway, Louisiana, USA. Den ena prämen, som innehöll 340 m3 styren, skadades och började läcka. Den lösgjordes från bogserbåten och sjönk kort därefter under fortsatt läckage av styren.

Vätskan flöt upp på vattenytan. Den spreds snabbt ut över ytan och rörde sig nedströms. Styren är färglös och det var bara dess starka lukt som visade var styrenskikten fanns. Senare framkom att en forward-looking infrared imager (FLIR) med fördel kunde användas för att lokalisera styren på vattenytan.

Kanalen stängdes av för obehörig trafik och länsor lades ut för att i görligaste mån stoppa spridningen. En del av utsläppet flöt iland på stränderna och en del polymeriserade och bildade förorenade klumpar som sjönk. Senare fördes klumparna upp av vattenrörelserna och flöt iland.

Försök gjordes att ta upp styren från vattenytan med bandupptagare. Men upptagarnas band löstes upp vid kontakt med styren. Problemet kunde lösas genom att först blanda in torvströ i styrenspillen och därefter använda bandupptagare (jfr Metod 67). Det visade sig senare att prämplacerade sugpumpar fungerade ännu bättre vid upptagning av styren från vattenytan. Operationen fortsatte nära en månad och avslutades i slutet av februari..

Orsak till olyckan

Kollision mellan två prånar som bogserades av varsin bogserbåt.

Erfarenheter från olyckan

Det tog tre dagar att utarbeta en plan för kartläggning och mätning i området. Man bedömde att det mesta av lasten läckt ut i miljön. Intressanta rön var att:
1) styrenskikt på vattenytan kan registreras med FLIR (forward-looking infrared imager).
2) styrenutsläpp som förbehandlas med torvströ kan tas upp med bandupptagare.
3) i detta fall fungerade sugpumpar bäst vid upptagning av styren från vattenytan.

Informationskällor

Ref. 113, Annex 3, “Styrene Barge, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Sandoz-olyckan i Rhen

(Olycka nr 09)

1986, 1 november Den schweiziska kemikoncernen Sandoz AG, utanför Basel

Många olika hälso- och miljöfarliga kemikalier, bl.a. kvicksilver- och fosforföreningar samt nitrofenoler.

Den 1 november 1986 uppstod brand i ett lager hos den schweiziska kemikoncernen Sandoz AG, utanför Basel. Branden bekämpades inledningsvis med skumkanoner. Detta hade ingen effekt utan branden växte i styrka. Man övergick till vatten varvid 400 brandmän från 15 brandkårer lyckades släcka branden efter 5 timmar genom att, bl.a. med hjälp av en flodspruta, begjuta eldhärden med sammanlagt 6000 ton vatten.

Rhen är Västeuropas största flod

Under branden bildades farliga gasmoln som drev in över Baselområdet. För första gången sedan andra världskriget gavs katastroflarm över Basel och kringliggande städer. Via radio och högtalarbilar uppmanades invånarna att stanna inomhus, hålla fönster och dörrar stängda samt avvakta vidare information. Vidare stoppades bussar och tåg i regionen samt stängdes motorvägen från Zürich.

Släckvattnet förde med sig många ton farliga kemikalier ut i Rhen, bl.a. kvicksilver- och fosforföreningar samt nitrofenoler. Den stora omfattningen av olyckan gav inledningsvis upphov till stor förvirring hos dem som var ansvariga för räddningsinsatserna. Man missade att tillräckligt snabbt informera de närmaste orterna i grannländerna. Av denna anledning förorenades många av de angränsande kanalerna, i bl.a. Frankrike, eftersom slussarna inte hann stängas i tid. Det var också svårt att snabbt få fram fullständig information från Sandoz om vilka kemikalier som hade förvarats i det nedbrunna lagret.

Livet i flodens vatten skadades svårt, särskilt i övre Rhen mellan Basel och Karlsruhe. Mängder av fisk och andra organismer dog. TV-bolag i hela världen visade dramatiska bilder över hur tonvis med döda ålar bärgades ur floden för att sedan grävas ner. Dricksvattenintag för 20 miljoner människor måste stängas av. I Holland manövrerades flodportsystemen så att Rhens hela vattenflöde gick rakt ut i Nordsjön.

Vissa ekologer hävdade att olyckan hade omintetgjort de senaste 10 årens arbete att restaurera flodens biologiska system. Olyckan orsakade stor uppståndelse i hela Europa. Den ansågs vara den största icke-atomolycka som inträffat i Europa på lång tid.

Som en följd av denna olycka började många länder att se över sin beredskap mot stora kemikalieolyckor. De nordiska länderna intensifierade sitt samarbete i "Styrgruppen för Nordiskt Forsknings- och Utvecklingsarbete för Bekämpning av Kemikalieolyckor" som

delfinansierades av Nordiska Ministerrådet. Arbetet ledde fram till en gemensam Nordisk strategi för åtgärder mot kemikalieolyckor. Dessutom initierade och finansierade gruppen 101 st FoU-projekt (Ref. 137) inom området. Dessa var såväl nationella som gemensamma nordiska projekt.

Inom Sverige föranledde Sandoz-olyckan ett möte på högsta nivå i maj 1987 för att diskutera ansvarsförhållanden vid kemikalieolyckor och den förebyggande verksamheten att förhindra sådana. Man enades om att inleda ett samarbete i dessa frågor med Räddningsverket som sammanhållande. En samordningsgrupp bildades med namnet SAMKEM (Samordning av befolkningsskyddet och räddningstjänsten inom kemikalieområdet). Gruppens arbete syftade till att effektivisera insatserna och skapa en bättre samordning beträffande samhällets resurser att förebygga kemikalieolyckor samt begränsa och avhjälpa skador vid inträffade olyckor.

Orsak till olyckan

Brand i ett lager.

Erfarenheter från olyckan

- Efter omfattande undersökningar efter olyckan kunde den schweiziska polisen och Sandoz utesluta sabotageteorin.
- Det brinnande lagret hade allvarliga säkerhetsbrister. Det saknade både rökvarnare och sprinklersystem.
- Om det funnits en grav runt lagret för uppfångning av släckvattnet skulle miljökatastrofen ha undvikits.
- Rutinerna för att alarmera grannländerna och orterna nedströms utefter Rhen fungerade dåligt.
- Under den närmast tiden efter olyckan rapporterades flera mindre utsläpp av farliga kemikalier i Rhen från andra industrier - en rapportering som troligen orsakades av det nyvaknande miljöintresset för floden.
- Schweiziska myndigheter insåg efter olyckan det olämpliga i att kemiska industrier sköter sin säkerhet utan inblandning från myndigheterna.

Informationskällor

Ref. 111

Ilandflutna fat med propionsyra

(Olycka nr 10)

1975, 8-10 januari Svenska Västkusten ca 10 mil norr om Göteborg

Propionsyra (Klass 8) i plåtfat; frätande syra som avger irriterande och farliga ångor.

Vid ett flertal tillfällen under 8-10 januari 1975 drev ett 30-tal fat med propionsyra iland på olika ställen ca 10 mil norr om Göteborg. Propionsyra är en organisk syra besläktad med ättiksyra och används för framställning av bl.a. konserveringsmedel samt smak- och luktämnen.

Efter provtagning och analys i laboratorium kunde ämnet identifieras som propionsyra. Innan bärgningen av faten undersöktes de noga av Kustbevakningens personal för att leta efter eventuella skador och läckor. Faten bärgades varsamt från stränderna och lyftes ombord på Kustbevakningens fartyg.

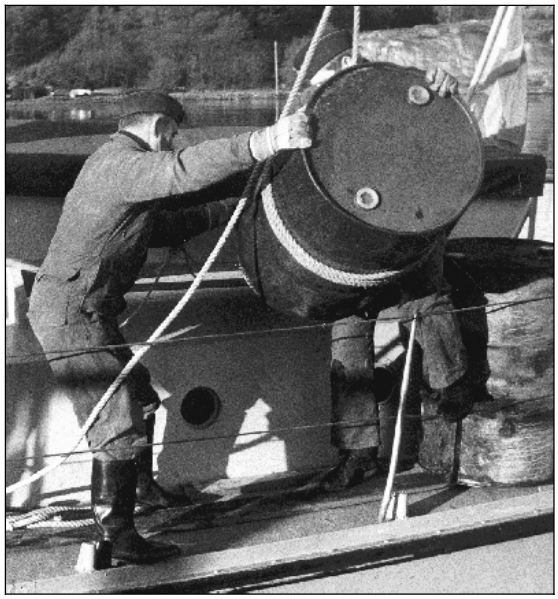


Foto Kustbevakningen

Faten var rostiga och saknade etiketter eller påskrifter som gav upplysning om innehållet. Det var inte möjligt att bedöma hur länge de hade flutit i havet och exponerats för havsvattnet. Faten transporterades till ett tillfälligt upplag innan de fördes vidare till en avfallsanläggning.

Stålfat med propionsyra sjunker i sötvatten. Men saltvattnet utanför den svenska västkusten har större bärkraft vilket förklarar att faten kunde flyta vid denna incident och föras in av vattenströmmarna till kusten.

Orsak till olyckan

Troligen tappad däckslast från fartyg.

Erfarenheter från olyckan

Insatspersonalen bar vanliga arbetsoveraller, handskar och gummistövlar. Visserligen hör propionsyra inte till de farliga syrorna men mängden i ett fat (160 liter) gör att den blir livsfarlig om den vid fatbristning rinner ut över en overallklädd person. Med hänsyn till propionsyrans egenskaper att fräta och avge farliga ångor borde personalen ha varit klädd i helskyddsutrustning. Efter det att stålfaten omhändertagits borde de omedelbart ha placerats i bärgningsförpackningar eller s.k. ”salvage drums” (se Bilaga 9 avsnitt B9.5). Insatserna blev endast kortfattat noterade i en loggbok. En detaljerad rapport borde ha skrivits med en utvärdering av operationen och erhållna erfarenheter.

Informationskällor

Ref. 113, Annex 3, “Propionic acid, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

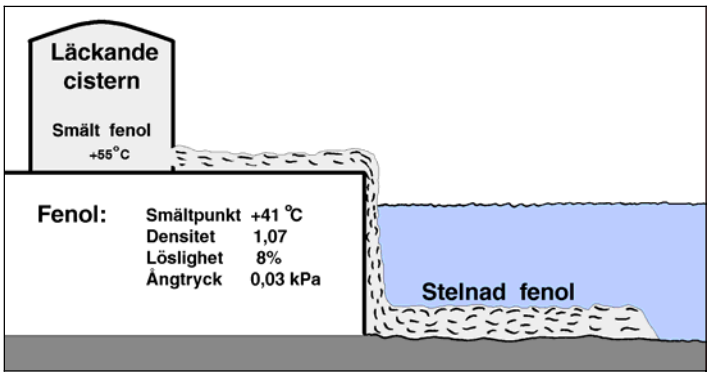
Fenololycka i Göteborgs hamn

(Olycka nr 11)

1973, 13 januari Göteborgs hamn, Sverige

Fenol (Klass 6) i en cistern; hälsofarligt fast ämne (smältpunkt +55 °C) med från lukt; avger irriterande ångor.

Den 13 januari 1973 sprang en cistern med fenol läck i Göteborgs hamn och 420 kubikmeter 55-gradig smält fenol vällde ut på kajen och ca 340 kubikmeter stelnad fenol hamnade på hamnbassängens botten.



Ca 340 kubikmeter stelnad fenol hamnade på hamnbassängens botten

Räddningspersonal som kom till platsen lyckades snart pumpa upp 70 kubikmeter fenol, som ännu inte hade stelnat, från diken och avloppsledningar. En riskzon inrättades runt den stelnade fenolen på kajområdet med 50 m säkerhetsavstånd. All arbetande personal använde skyddsdräkter och andningsapparater med säkerhetstryck.

Dykare kunde fastställa att stelnad fenol låg på botten inom ett 25 × 40 m stort område närmast kajen. Under ett par dagars tid togs fenolen upp med gripskopor. Den upptagna fenolen liknade förorenad is och hade formen av stora flak, varav en del var meterstora med ett par dm tjocklek. Ca 1000 kubikmeter fenol och fenolhaltigt slam togs upp och placerades i pråmar. Mängden förorenade fenolblock beräknades till knappt 400 kubikmeter. Fenolblocken avskiljdes och smältes sedan ner för att återanvändas. De förorenade muddermassorna placerades på en särskilt iordningsställd betongplatta för naturlig nedbrytning av fenolresterna.

Orsak till olyckan

Cistern som sprang läck.

Erfarenheter från olyckan

Modellförsök i liten skala har visat att smält fenol som kommer ut på vattenytan stelnar till små partiklar som snabbt upplöses. Förklaringen till fenolens beteende i denna olycka kan vara att den stora mängden utflöde medförde att vattenkolumnen mättades av upplöst fenol och att det mesta därmed nådde botten i stelnad form. Miljöundersökningar en tid efter olyckan visade mycket låga kvarvarande fenolhalter och inga effekter på undersökta organismer.

Informationskällor

Ref. 101
Ref. 113, Annex 3, “Phenol, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Utsläpp av ammoniakmoln vid slangbrott i gastankfartyg

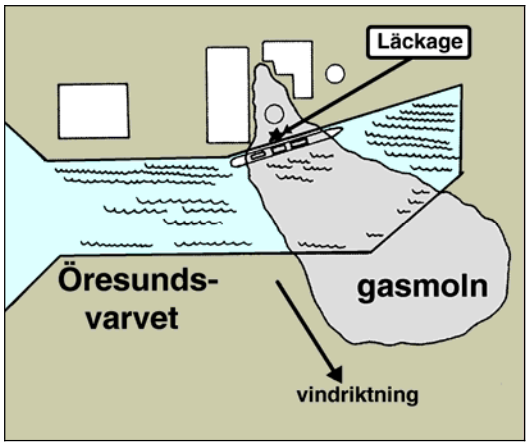
(Olycka nr 12)
1976, 17 januari Landskrona hamn, Sverige

Ammoniak kondenserad (Klass 2 och 8) i fartygstankar; färglös nerkyld vätska; kraftigt irriterande/frätande på ögon, hud och slemhinnor; mycket giftig för vattenorganismer

Den 17 januari 1976 lossade det belgiska gastankfartyget René 16 kondenserad ammoniak i Landskrona hamn, Sverige. Lossningen skedde med hjälp av två gummislangar, där den ena förde ammoniakgas under tryck till fartygets tankar och den andra förde flytande ammoniak till hamnens anläggning. Klockan 00.05 brast plötsligt gummislangen som användes för den flytande ammoniaken. Vätskan började läcka ut på kajen där den förångades och snabbt bildade ett växande livsfarligt moln som började omge fartyget. De besättningmän som befann sig i närheten av slangen flydde i panik och fartygets besättning på 7 man lämnade omedelbart fartyget.

Ventilerna på kajsidan stängdes omgående, men ventilerna på fartyget gick inte att komma åt då gasmolnet snabbt täckte hela fartyget. Därtill var de fjärrstyrda snabbstängningsanordningarna på fartyget placerade på ett svåråtkomligt sätt, vilket var mycket olyckligt. Om dessa säkerhetsanordningar hade suttit åtkomliga så hade mängden ammoniak som läckte ut kunnat minskas avsevärt.

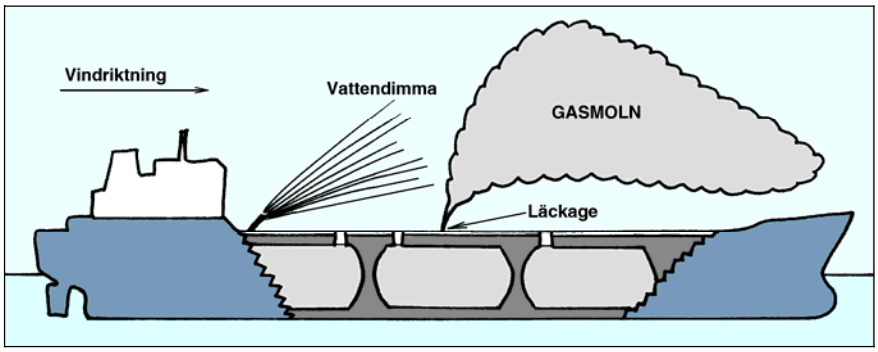
Gasmolnet som bildats började snart att driva iväg med vinden till det närliggande Öresundsvarvet på andra sidan hamnen. Man befarade att det fanns människor på varvsområdet och varvet kontrollerades. Lyckligtvis var området tomt, då samtliga personer som befunnit sig i närheten redan sökt skydd.



Ett vitt gasmoln drev i vindriktningen

Landskrona räddningstjänst larmades klockan 00.28. När räddningspersonal kom till platsen var fartyget till stor del dolt av ett vitt ammoniakmoln och vätskeformig ammoniak sprutade ner på kajen.

Två kemdykare iklädda kemskyddsdräkter försökte närma sig fartyget samtidigt som de besprutade molnet med vattendimma för att lösa upp molnet och få bättre sikt (jfr Metod 51).



Gasmolnet dämpades med vattendimma så att sikten blev fri

När sikten blev fri kunde kemdykarna gå ombord på fartyget. De gjorde flera försök att

komma åt ventilerna vid läckagestället vilket lyckades 00.55. Utflödet hade varat ca 50 minuter och ca 180 ton ammoniak hade kommit ut på kajen.

Av de totalt sju besättningsmännen hade fem tagits omhand omgående. Två av dem skickades till sjukhus med lättare skador. Dessvärre saknades fortfarande två besättningsmän. Så snart gasmolnet försvunnit så återfanns de båda på kajen ett femtiotal meter från olycksplatsen. De var fartygskaptenen och 1:e styrman som hade sprungit i vindens riktning och därför omsvepts helt av ammoniakmolnet. De hade båda omkommit av ammoniakförgiftning.

Orsak till olyckan

Fartyget genomsöktes noggrant och samtliga ventiler och tankar kontrollerades. Närmare undersökningar visade att den direkta orsaken till slangbrottet var att felaktig slang hade använts vid lossningen. Den var avsedd för propan och butan (gasol) och dess armering av polyester hade försvagats av den aggressiva ammoniaken.

Erfarenheter från olyckan

De fjärrstyrda snabbstängningsanordningarna på fartyget var svåråtkomliga vilket fördröjde räddningsinsatsen och medförde stort läckage av ammoniak. Dessutom var avstängningsventilerna svåra att se när fartyget var dolt av gasmoln. Räddningstjänsten handlade snabbt och dämpade molnet med vattendimma så att sikten blev fri och kemdykare kunde gå ombord på fartyget och stänga av ventilerna.

Bestämmelserna kring lossning av ammoniak skärptes efter denna olycka. Det är mycket viktigt att materielen som används är avsedd för de kemikalier som handhas. Därtill är det av yttersta vikt att säkerhetssystemen, såsom i detta fall stängningsanordningen för utflödesventilen, är lätt åtkomliga samt i funktion. Man bör därtill ha nödvändig personlig skyddsutrustning inom räckhåll i händelse av en olycka.

Informationskällor

Ref. 108
Ref. 109
Ref. 110

Läckande tank med saltsyra i ett fartygs lastrum

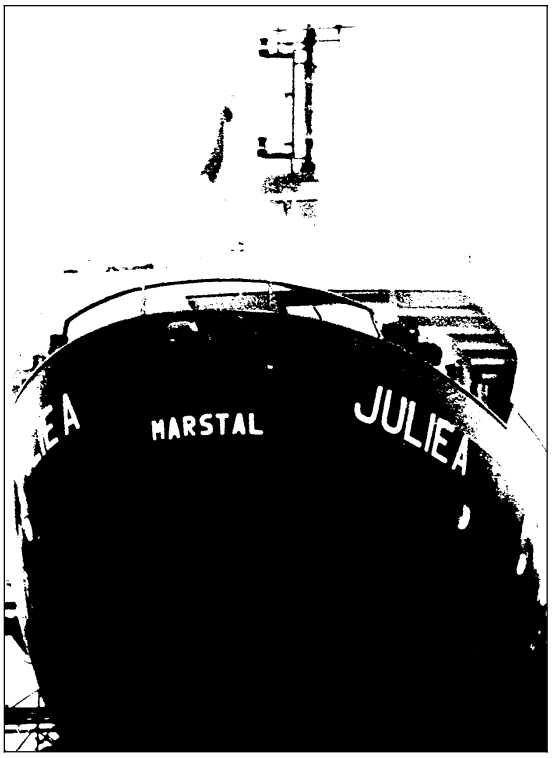
(Olycka nr 13)

1989, 4 november Århus hamn, Danmark

Saltsyra 33 % (Klass 8) i cylindrisk tank; hälsofarlig och korrosiv vätska

På morgonen lördagen 4 november 1989 upptäcktes ett läckage av 33% saltsyra ombord på styckegodsfartyget *Julie A* som låg förtöjt i Århus hamn. Sammanlagt fanns 600 ton saltsyra ombord, fördelat på tre cylindriska saltsyratankar placerade i fartygets nedersta lastrum. Saltsyratankarna var nytillverkade och bestod av järnplåt försedd med ett invändigt skikt av glasfiberarmerad polyester.

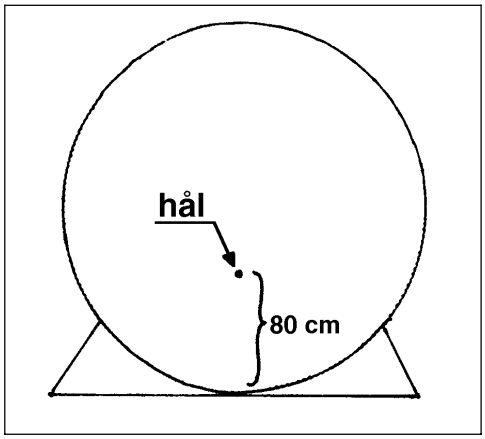
Fartyget låg med en svag slagsida och ångor från den utläckta syran vällde upp ur lastrummet. Saltsyra med 33% koncentration angriper järnplåt och löser upp denna med några millimeter per dygn under bildning av vätgas. Fartygets motorer stängdes av och fartyget gjordes strömlöst eftersom risk fanns att en antändning av vätgas skulle kunna ge en explosion.



Styckegodsfartyget Julie A råkade ut för läckage av saltsyra i Århus hamn

Det bedömdes att det var säkrast att först pumpa iland saltsyran och sedan ta hand om den. Tankanläggningen i hamnen var dock ännu inte godkänd för saltsyra och man tvingades därför söka efter pumpsystem och tankvagnar på annat håll. Under dagen fick man tag i sådan utrustning, men problem med pumpsystemet fördröjde operationen.

Vid 18-tiden på kvällen genomfördes en närmare undersökning av fartyget. Tre kemdykare, iförda kemskyddsutrustning, gick ombord och trängde ner i lastrummet. De tvingades vada i knädjup saltsyra med sikten begränsad till några få meter. De fann ett hål i den bakersta tanken på ca 80 cm höjd. Hålet som var 25-30 mm i diameter tätades med en träplugg för att stoppa ytterligare läckage. Tanken var dock kraftigt angripen och kring hålet var ytterskalet av järnplåt helt borta.



Hålets placering i den läckande tanken

Kemdykarna fortsatte sedan längst ner i fartyget och kunde då konstatera att saltsyra

även runnit ner i barlasttankarna. Man befarade därför att saltsyran skulle kunna tränga igenom bottenskrovet och detta gjorde situationen mer akut. Efter denna inspektion inleddes pumpning av utläckt saltsyra. Under kvällen märktes dock att fartygets stabilitet i vattnet försämrats kraftigt och det ansågs därför nödvändigt att förflytta fartyget till en torrdocka så fort som möjligt. Detta genomfördes under natten utan ytterligare komplikationer.

På söndag förmiddag tömdes fartyget på återstående utläckt saltsyra genom att ett hål borrades i botten av skrovet. Syran överpumpades till tankvagnar och transporterades vidare till en destruktionsanläggning. Under den följande veckan tömdes sedan den läckande tanken på resterande syra.

Efter inspektion konstaterades att de andra två tankarna inte läckte varför man nöjde sig med att bevaka dem. Efter en vecka började dock även en av dessa tankar att läcka varför man omedelbart tömde båda tankarna. Tre veckor efter att incidenten inträffat var fartyget helt tömt på saltsyra.

Beräkningar har i efterhand visat att den totala mängden saltsyra som läckt ut och inte tagits omhand uppgick till 1 - 5 ton.

Orsak till olyckan

Tankarnas konstruktion var olämplig för saltsyra. Tankarna var tillverkade av järn och var försedda med en invändigt skikt av glasfiberarmerad polyester. Varken det invändiga polyesterskiktet eller järnplåten kunde motstå angreppet från den korrosiva saltsyran.

Erfarenheter från olyckan

Olyckan visar hur allvarliga följder en felaktig förvaring av farliga kemikalier kan få. Testmetoder för kemikalietankar var uppenbarligen bristfälliga vid denna tid, eftersom tankarna hade godkänts för transport av saltsyra. En viktig erfarenhet var att testmetoderna för tankar avsedda för saltsyra måste förbättras.

Informationskällor

1) Rapport 107/89 från "Stadsingeniørens kontor" i Århus, Danmark.
2) En artikel ur danska tidskriften Brandværn 2'90 av Knud Aage Eriksen.
3) Ref. 113, Annex 3, “Julie A, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Skadat fartyg med utsläpp av 1100 ton konstgödsel

(Olycka nr 14)

1993, 10 oktober Östersjön, Salvo rev, norr om Fårö, Gotland, Sverige

Monoammoniumfostat (ammoniumdivätefosfat), icke giftigt pulverformigt konstgödningsmedel; näringsämne för alger och syreförbrukande

Det tyska torrbulkfartyget *Frank Michael* grundstötte på Salvo rev norr om Gotland den 10 oktober 1993 och fick allvarliga skrovskador i botten.

Fartyget stod efter grundstötningen fast på botten i grunt vatten. Dess last av 1100 ton konstgödningsmedel började läcka ut och lösas upp i det omgivande vattnet.

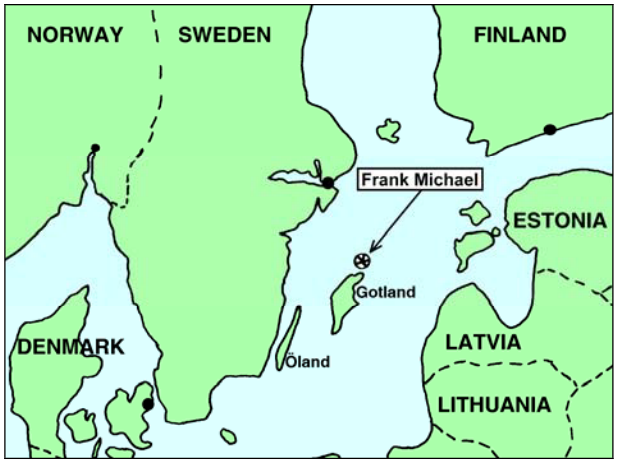


Foto Kustbevakningen

Frank Michael stod på revet i grunt vatten med svåra skrovskador

En diskussion startade bland ansvariga svenska myndigheter om nödvändigheten att till varje pris bärga lasten av konstgödsel. Det årliga utsläppet av liknande ämnen till Östersjön är miljontals ton jämfört med de 1100 ton i den aktuella lasten. Dessutom var vattenomsättningen för tillfället god i området vilket minskade risken för syrebrist i vattenområdet där fartyget låg. Men den allmänna uppfattningen var att utsläpp av syreförbrukande ämnen alltid skall begränsas i det känsliga Östersjön.

En konkret fråga var hur stora ekonomiska resurser som var rimliga att lägga ner på en bärgning av lasten. Som en jämförelsesiffra fördes fram att det skulle kosta USD 3,5 miljoner att rena 1100 ton konstgödsel i ett kommunalt reningsverk. Men de ansvariga räddningstjänstmyndigheterna ansåg inte att den eventuella miljövinsten skulle rättfärdiga en insats av denna storleksordning. Bunkeroljan i *Frank Michael* läktrades men inga åtgärder vidtogs för att bärga lasten av konstgödsel beroende på dess låga miljöfarlighet.

Sjögången tilltog i styrka och hela lasten löstes upp i havet under de följande veckorna efter grundstötningen.

Orsak till olyckan

Grundstötning beroende på misstag vid navigeringen.

Erfarenheter från olyckan

Det visade sig vara svårt att snabbt få besked från ansvariga miljövårdsmyndigheter om huruvida det var nödvändigt att till varje pris bärga lasten av konstgödsel.

Informationskällor

1) Olika PM från berörda myndigheter.
2) Ref. 113, Annex 3, “Frank Michael, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

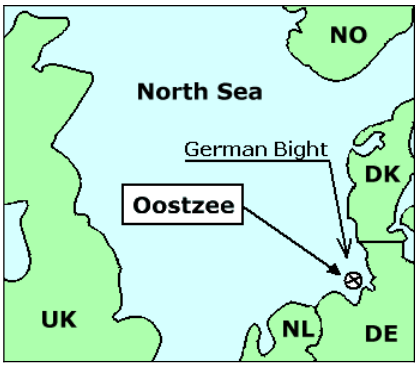
Skadat torrlastfartyg med 3900 fat epiklorhydrin

(Olycka nr 15)

1989, 18 juli Nordsjön, Tyska bukten

Epiklorhydrin (Klass 6) i stålfat; mycket hälsofarlig vätska som avger giftiga och irriterande ångor; potentiell carcinogen.

Det tyska torrlastfartyget *Oostzee* hamnade i storm under en resa från Rotterdam till Leningrad. På fartygets mellandäck fanns 3900 stålfat med 975 ton epiklorhydrin (250 kg per fat) stuvade i upprätt position. Faten saknade föreskriven lastsäkring på det hala däcket. Fulla fat stod blandade med tomma fat som pressades ihop under stormen vilket ledde till en växande lastförskjutning.



Läckande fat gav upphov till ångor av epiklorhydrin som ledde till förgiftningssymtom hos flera i besättningen. Fartyget instruerades därför av German Shipping Administration att ankra utanför Cuxhaven varvid hela besättningen på 14 man fördes till sjukhus för behandling och observation i 10 dar.

Räddningspersonal gick ombord och fann ett stort antal skadade och läckande epiklorhydrin-fat blandade med annan last. Mycket farliga koncentrationer av epiklorhydrin kunde uppmätas på fartyget. Som en första åtgärd pumpades utspilld epiklorhydrin upp och transporterades till en mottagningsanläggning. Därefter togs fartyget till en hamn i ett mindre befolkat område i Elbes mynning där det ventilerades för att bringa ner koncentrationerna av gaser ombord. En säkerhetszon upprättades runt fartyget med 1000 m diameter samt 2000 fot uppåt i luftrummet. Alla skadade fat överfördes till bärgningsförpackningar eller s.k. ”salvage drums” (se Bilaga 9 avsnitt B9.5) för vidare transport till en mottagningsanläggning.

Orsak till olyckan

Felaktig stuvning och lastsäkring vilket resulterade i lastförskjutning och skador på fat.

Erfarenheter från olyckan

Under operationens inledning var det svårt att bedöma risken med den farliga atmosfären varför *Oostzee* av säkerhetsskäl måste flyttas flera gånger. Orsaken var att det inte fanns bogserbåtar tillgängliga med säkerhetsutrustning för arbete i farlig atmosfär. Gaserna från lasten av epiklorhydrin befanns vara farligare än väntat och 30 personer från räddningstjänst och massmedia måste föras till sjukhus för undersökning. En person fick bestående skador. Erfarenheterna från operationen ledde till att man efteråt ifrågasatte säkerhetsrutinerna kring hantering av epiklorhydrin vid räddningsinsatser.

Informationskällor

1) "The OOSTZEE Case July/August 1989", Waterways and Shipping Directorate North, Special Federal Unit for Marine Pollution Control, Deichstr. 12, D-2190 Cuxhaven, DE.
2) Ref. 113, Annex 3, “Oostzee, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Brand i tankcontainer med trimetylfosfit på rorofartyg

(Olycka nr 16)

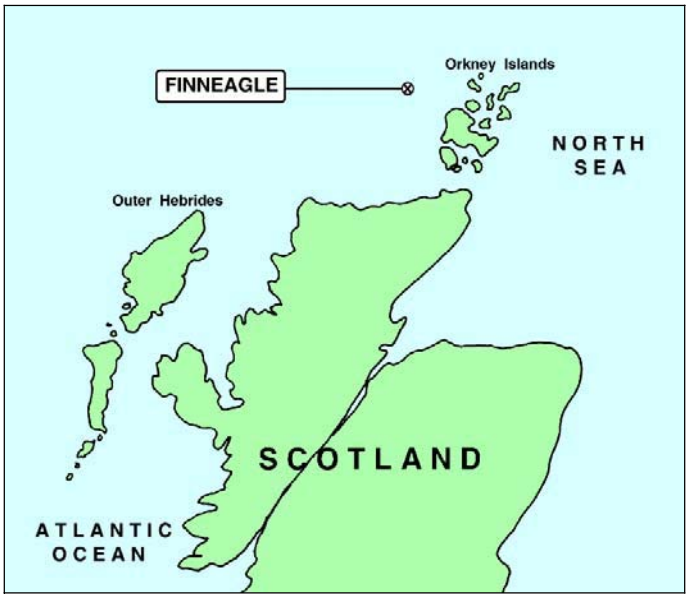
1980, 1 oktober Nordsjön, 30 n.m. väster om Orkneyöarna

Trimetylfosfit (Klass 3) i tankcontainer; brandfarlig vätska med hög flampunkt (dvs låg brandfarlighet; Klass 3.3); avger irriterande ångor; reagerar häftigt med vatten och syror under bildning av hälsofarlig fosforpentoxid i rökgaserna.

Finneagle var ett rorofartyg med bruttodräktigheten 8 761 BRT. Det byggdes år 1979. Det ägdes av Skärhamns Oljetransport AB i Sverige och hade Skärhamn som hemmahamn.

Totallängd (LOA)	183 m
Bredd	24 m
Djupgående	8,5 m
Djup till mellandäck	9,4 m
Djup till övre däck	16,65 m

Det svenska rorofartyget *Finneagle* befann sig på resa från New Orleans till Vallhamn i Sverige. Ombord fanns 22 personer varav tre kvinnor och två barn, 7 och 4 år gamla.



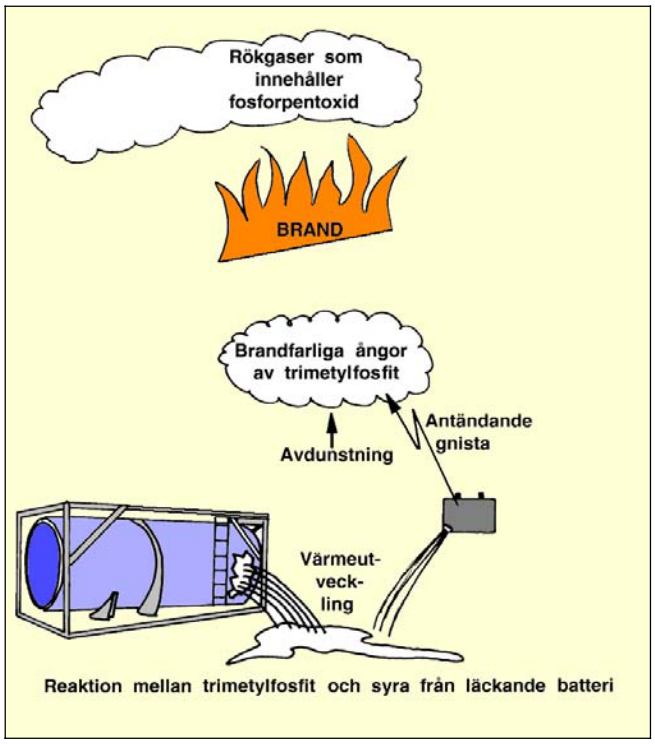
Den 1 oktober 1980 råkad fartyget ut för hårt väder i Nordsjön och fick förskjutning i lasten norr om Skottland. En tankcontainer med trimetylfosfit kom i rörelse. Den säkrades av besättningen men kom loss igen och skadades så att innehållet började läcka ut och tog eld.

Den brinnande tankcontainern med trimetylfosfit var lastad på mellandäck. Branden fick snart ett häftigt förlopp åtföljt av en explosion. Fartygets sprinklersystem sattes automatiskt igång med indosering av lättvatten. Efter 1 timme upphörde sprinklingen på grund av att elinstallationen slogs ut vilket medförde att trycket i brandvattenledningen försvann. Besättningen arbetade förgäves med systemet under ett par timmars tid utan att få fram något tryck till brandposterna på däck. Branden på mellandäcket spred sig till underrummet och så småningom till väderdäcket.

Trimetylfosfit används som utgångssubstans vid tillverkning av bl.a. insektsmedel.

Trimetylfosfit är en färglös vätska som är irriterande på ögon, andningsvägar och hud. Dess flampunkt +28 °C antyder måttlig brandrisk men ämnet reagerar häftigt med vatten och syror under kraftig värmeutveckling. Vid denna reaktion ökar brandrisken väsentligt.

Brandgaserna innehåller fosforpentoxid och andra fosforoxider som är hälsofarliga och mycket irriterande.



Reaktion mellan trimetylfosfit och syra från läckande batteri

Händelseutvecklingen i lastrummet

Branden på *Finneagle* utvecklade kraftig rök (som innehöll fosforpentoxid). Situationen blev kritisk och de 22 ombordvarande måste dra sig undan röken från båtdäck ända upp till bryggvingarna och toppbryggan. Det stod klart att fartyget måste överges.

Livbåtar eller livflottar kunde inte sjösättas på grund av den kraftiga sjöhävningen. Två helikoptrar som först anlände till haveriplatsen kunde inte utföra något räddningsarbete på grund av det hårda vädret. En tredje större helikopter som anlände strax efter midnatt kunde sända ner en fånglina. Under en räddningsoperation som varade i 1 timme och 35 minuter kunde samtliga 22 ombordvarande räddas under mycket svåra och dramatiska förhållanden.

Sedan fartyget övergivits fortsatte det på egen hand i nordvästlig riktning med 7-8 knops fart. På morgonen de 2/10 var dieseloljan i dagtanken förbrukad. Ett bärgningsfartyg hade då hunnit upp haveristen och börjat bekämpa branden utifrån.

Vid middagstid den 2/10 äntrades *Finneagle* av bärgningspersonal och kl 15 kunde bogsering påbörjas. Den 3/10 nådde fartyget Lerwicks redd på Shetlandsöarna med 12° slagsida åt styrbord. Det brann fortfarande i lasten på väderdäck.

Den 4/10 var branden släckt på däck men sekundärbränder i containrar fortsatte till den 6/10. Den 8/10 sprack väderdäcket tvärskepps. Efter en provisorisk reparation kunde *Finneagle* bogseras till Vallhamn dit fartyget anlände den 14/10.

Orsak till olyckan

Tankcontainern med trimetylfosfit var otillräckligt surrad med kedjor och var inte placerad vid lastsäkringsanordningar på däcket. Ett läckage av gummilösning hade gjort däcket halt. Det hala däcket och den otillräckliga lastsäkringen var orsak till förskjutningen av lasten i det hårda vädret.

Tankcontainern punkterades när den upprepade gånger slog emot en kyltrailer. Utläckt

trimetylfosfit reagerade med syra från skadade batterier i kyltrailern. Reaktionen utvecklade värme som förångade vätskeblandningen varvid ångan förmodligen antändes av gnistor från batterierna.

Erfarenheter från olyckan

Sprinklersystemet på *Finneagle* hade en otillfredsställande utformning. Det sprinklade 300 ton vatten under en timme varefter det slutade fungera på grund av tryckfall i brandvattenledningen. Vatten är olämpligt som släckmedel för trimetylfosfit – skum eller pulver måste användas.

Besättningen arbetade rationellt och effektivt under mycket svåra förhållanden. Man kontrollerade lasten och förbättrade lastsäkringen efter bästa förmåga. Utrustade med andningsmasker bekämpade besättningsmännen branden i det rökfyllda maskinrummet. Kaptenen styrde fartyget för hand under hela operationen och lyckades hela tiden hålla upp det mot vinden i det mycket hårda vädret. Hans agerande var av avgörande betydelse för den lyckliga utgången av helikopterräddningen av de ombordvarande.

British Search and Rescue Service, som anlände med en stor räddningshelikopter, genomförde räddningen på ett mycket professionellt sätt under det hårda vädret i nattens djupa mörker. *Finneagle* höll 8 knops fart och doppade stäven djupt i sjön. Besättningen på helikoptern upplevde sjöhävningen som enorm. Ett försök att från helikoptern fira mer en ytbärgare misslyckades i den starka vinden som satte snabb rotation på ytbärgaren i änden på vinschlinan.

Från en position för om fartyget kunde en vinschlina, belastad med 6 kg bly, manas ner med två räddningsselar. När aktionen skulle börja kom en mycket kraftig våg som lyfte fartyget. Eftersom risken var överhängande att helikoptern skulle få master i rotorn gjorde man ett snabbt lyft med helikoptern.

Strax efter upplevde helikopterbesättningen, enligt egen berättelse, en mycket svår stund när man i strålkastarskenet såg att selarna bar två kvinnor som svängde våldsamt i stormen långt utanför fartygets reling. Kvinnorna höll krampaktigt var sitt barn, 7 och 4 år gamla, hängande utanför selarna. Barnen hade i rycket tappat skorna och en del av de övriga kläderna. En stund senare lyckades man vinscha ombord de fyra.

Helikoptern hovrade hela tiden i mörkret över *Finneagle*. Under 1 timme och 35 minuters arbete fick helikopterbärgarna upp samtliga 22 personer från fartyget och kunde återvända och landa på Orkneyöarna med nästan tomma bränsletankar. Det var en mycket dramatisk operation med ett lyckligt slut.

Informationskällor

1) "Fire on Cargo Deck in Swedish Ro-Ro Vessel Finneagle off the Orkneys, October 1, 1980", Marine Accident Report, February 23, 1982, Swedish Maritime Investigation Commission.
2) Ref. 113, Annex 3, “Finneagle, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Brinnande torrlastfartyg med fat innehållande peroxider och cyanider

(Olycka nr 17)
1977, 10 januari Bremerhavens hamn, Tyskland

Natriumperoxid (Klass 5) i stålfat; fast ämne som reagerar häftigt med vatten och organiskt material; kraftigt oxiderande ämne som vid hetta avger syre och därigenom kan förorsaka explosion vid kontakt med brännbara ämnen.

Natriumcyanid, kaliumcyanid (Klass 6) i stålfat; mycket giftiga fasta ämnen som vid kontakt med vatten, fukt, oxidanter eller syror avger extremt giftig **cyanväte**.

Under lastning av det tyska torrlastfartyget *Burgenstein* skadades ett stålfat med natriumperoxid av en gaffeltruck varvid en del av innehållet kom ut bland plastmaterial i lastrummet där också regnvatten hade runnit ner. Ett av truckens hjul slirade i den fuktiga plasten med utspilld peroxid. Plasten tog eld och stora lågor slog upp. Branden spred sig snabbt till andra till andra spill av peroxid och vidare till lasten där en häftig brand uppstod. Flera stuveriarbetare lyckades fly uppför en stege från det brinnande lastrummet men tre man omkom i lågorna.

Räddningstjänsten anlände och började bekämpning med vatten och skum. Branden spred sig till andra delar av lasten. Explosioner tvingade räddningspersonalen att tillfälligt dra sig tillbaka. Brandbekämpningen måste utföras under stor försiktighet på grund av risken för utveckling av cyanväte från cyanidlasten.

Hamnen och ett stort område runt hamnen förklarades som riskzon. Befolkning i närliggande bostadsområden uppmanades att hålla dörrar och fönster stängda.

Efter 5 timmar hade räddningstjänsten fått kontroll över branden och efter ytterligare 4 timmar var branden släckt.

Orsak till olyckan

En gaffeltruck skadade ett stålfat. Natriumperoxid från fatet rann ut på fuktig plast där ett slirande truckhjul startade en brand som snabbt spred sig och växte i styrka.

Erfarenheter från olyckan

Räddningstjänsten använde först vatten som släckmedel. Detta var ett allvarligt misstag eftersom 1) natriumperoxid reagerar häftigt med vatten och 2) cyanider reagerar med vatten under utveckling av extremt giftig cyanväte.

Informationskällor

Ref. 113, Annex 3, “Burgenstein, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

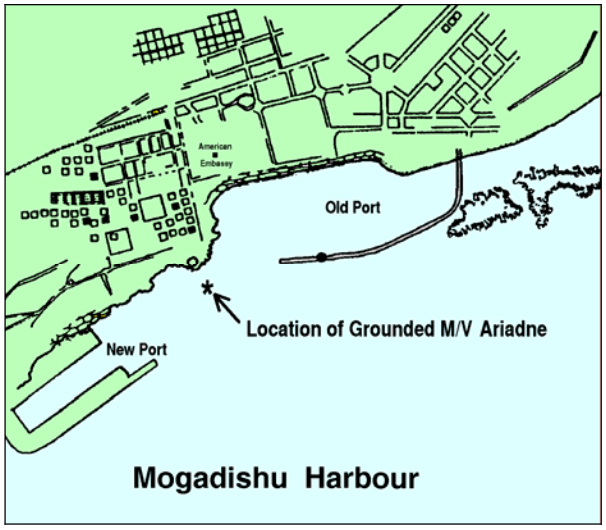
Skadat fartyg med ett hundratal containrar med farligt gods

(Olycka nr 18)

1985, 24 augusti Mogadishus hamn, Somalia

Ett Panamaregistrerat containerfartyg, *Ariadne*, 16 000 GRT, grundstötte i Mogadishus inre hamn, Somalia, den 24 augusti, 1985, kl 1915 lokal tid. Fartyget var lastat med 600 containrar samt en del motorfordon. 118 containrar innehöll ett 40-tal olika kemikalier, bl.a. följande (där inledande siffra anger klass enligt IMDG-koden):

3. Aceton	3. Isobutylalkohol	5. Väteperoxid
3. Butylacetat	3. Isopropylalohol	6. Klororganiska biocider
3. Dipenten	3. Metylisobutylketon	6. Natriumpentaklorofenat
3. Etylacetat	3. Metyletylketon	6. Tetraetylbly
3. Hexan	3. Toluen	6. Trikloroetylen
3. Hydrazin	3. Xylen	8. Salpetersyra



Ariadne fastnade på klippor 100 m från stranden, 200 m från närmaste bebyggelse. En tillfällig brand framtvingade en begränsad evakuering av närliggande bostadsområden på grund av rökgaser och kemikalieångor. Brand eller explosion i vraket var de händelser som ansågs kunna innebära största risker för befolkningen.

På begäran av den somaliska regeringen sände fem länder team av tekniska rådgivare till Mogadishu. Teamen hade experter på bärgning, brandsläckning, bekämpning av miljöfarliga utsläpp, kemi och miljöfrågor.

Försök att dra fartyget flott misslyckades. Ganska snart kollapsade delar av fartygsdäcket i den kraftiga sjögången runt grundet. Därefter bröts fartyget itu varvid last och bunkerolja spreds på vattenytan. 14 containrar hamnade i vattnet och ungefär 250 fat flöt iland.

Picture source: Hazardous Cargo Bulletin

Det skadade fartyget Ariadne

M/V *Ariadne* var ett malm-bulk-containerfartyg på 16 168 GRT. Det byggdes år 1979 och ägdes av Mediterranean Shipping Ltd., Pireaus, och var registrerat i Panama.

Totallängd (LOA)	177 m
Bredd	23 m
Djupgående	14 m
Fribord	10 m
Höjd från köl till antenn	43 m

Fartyget hade 5 st lastrum av storleken (L × B × H) 25 × 19 × 12 m. Varje lastrum var försett med 2 lastluckor av storleken 20 × 9 m utom de två förligaste, på lastrum nr 1, som hade storleken 14 × 7 m.

Fartyget innehöll 9925 ton last bestående av containrar, motorfordon och övrig last samt 645 ton eldningsolja och 163 ton dieselolja.

Containrarna var stuvade både i lastrummen och på väderdäck. I de 118 containrarna med farligt gods fanns kemikalier förpackade i stålfat, plastfat och säckar. Under lastrum 1, 2 och 3 fanns ca 600 ton bunker.

Händelseutveckling under de 7 första veckorna:

24/8 Under bogsering av M/V *Ariadne* ut från hamnen i Mogadishu brister bogserlinan varvid fartyget grundstöter. Fartygets får slagsida och 14 containrar och flera fordon faller överbord.

26/8 Fartygsägaren kontrakterar Murri International Salvage i Mombasa för bärgning av fartyget.

26/8 Murri International Salvage gör ett försök att dra fartyget flott men misslyckas.

14-15/9 Murri International Salvage gör förnyade försök att dra loss fartyget men misslyckas ånyo. Operationen avbryts när maskinrummet vattenfylls och bärgningsbolaget förlorar sin pumputrustning. Lossning inleds av däckslastat gods från fartyget.

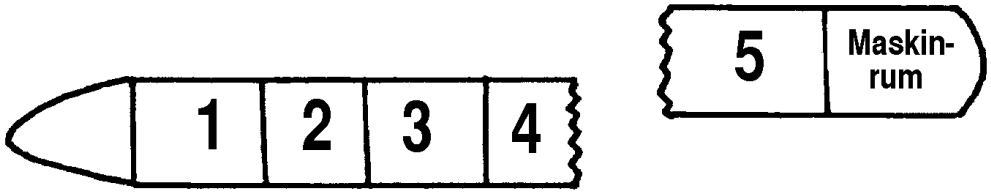
22/9 Fartyget börjar brytas sönder i sjögången runt grundet och uppvisar en bristning

framför manskapsutrymmena och en bristning mellan lastrum 4 och 5. Olja läcker ut från fartyget och förorenar stränderna.

23/9 Murri International Salvage har nu lossat och fört iland 108 containrar med farligt och allmänt gods av de totalt 600 som fanns ombord.

26/9 Däcket över lastrum 5 kollapsar. Kl 0730 utbryter en kortvarig brand på däck över lastrum 4. Rökgaser och kemikalieångor driver in över bostadsområdet i hamnen som evakueras av den lokala polisen. Den lokala brandkåren för ut brandmän och utrustning i en mindre båt och släcker branden. Orsaken till branden var att läckande salpetersyra hade kommit i kontakt med en livbåt av glasfiberarmerad plast, vilket gav upphov till en så kraftig värmeutveckling att brand uppstod.

27/9 Fartyget bryts i två delar vid lastrum 5. Containrar faller i vattnet och stora mängder kemikaliefat kommer loss och driver iland tillsammans med löskommen olja. Mängder av personer strömmar till stränderna för att lägga beslag på gods.



28/9 Olika specialister anländer till Mogadishu från USA, England, Frankrike och Västtyskland. De delas upp i två grupper: "Tekniska experter" och "kemiska experter". Efter råd från dessa spärrar myndigheterna av stränderna för allmänheten med hjälp av polis och militär.

29/9 Lastrum 3 vattenfylls. Upptäckten av olja på vattnet i lastrummet antyder att dubbelbotten brutits sönder. 113 containrar med farligt gods lossas från fartyget och fraktas bort. Löskommen olja fortsätter att driva iland tillsammans med gods från lastrum 5.

30/9 Akterskeppet separerar ytterligare från fartygets förliga sektion och intar 90o slagsida. All återstående däckslast faller överbord. Containrar och löst gods driver in och spolas iland på stränderna. Man hade planerat att försöka dra loss förliga sektionen men dessa planer överges. Oljeutflödet tilltar och oljan driver in på stränderna.

2/10 Lossning påbörjas av gods i lastrum 1. Somaliska myndigheter ombesörjer insamling av gods från stränderna.

3/10 Det anlitade bärgningsbolaget överges och ett nytt kontrakt tecknas, nu med Smit Tak International.

4/10 Godset i lastrum 1 lossas och lossningen påbörjas därefter i lastrum 2 och 3.

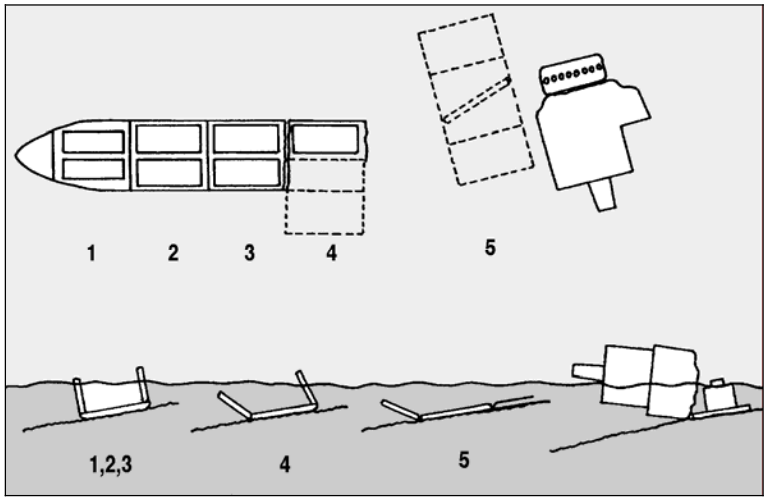
5/10 Det mesta av godset i lastrum 3 lossas men gods finns kvar under vattenytan i det delvis vattenfyllda lastrummet.

10/10 Allt ilandflutet gods har nu omhändertagits och placerats i förråd.

Så småningom kunde återstoden av bunkeroljan läktras. Vid försök att bärga återstående last av farligt gods ägnades särskild uppmärksamhet på innehållet i lastrum 5 som var vattenfyllt och bl.a. innehöll natriumpentaklorofenat, tetraetylbly och trikloretylen vilka alla är mycket hälso- och miljöfarliga kemikalier. Mängden tetraetylbly var 118 ton i stålfat som var stuvade i 7 containrar placerade i botten av lastrum 5. Det är svårt att bedöma i detalj vad som hände med dessa farliga kemikalier. Det står emellertid klart att delar av denna last aldrig bärgades.

Under oktober och november fortsatte fartyget att brytas sönder. Lastrum 4 skildes från fartygets förliga sektion och lastrum 5 skildes från maskinrummet.

I slutet av december bogserades fartygets främre del, innehållande lastrum 1-3, ut till havs och sänktes 35 nautiska mil från kusten.



Bärgningen av fartygets återstående delar och last fortsatte till 31 maj 1986. Resterna av vraket bärgades slutligen av ett bärgningsfartyg och fördes av en stor pontonkran från Mogadishu till Europa.

Orsak till olyckan

Grundstötning förorsakad av brusten bogserlina.

Erfarenheter från olyckan

Olyckan visar att det är oundgängligt med utländsk assistans vid komplicerade kemikalieolyckor i tredje världen. I detta fall var det olyckligt att vissa kemikalier försvann efter att de flutit iland på stränderna och att en del av de farligaste kemikalierna inte bärgades.

Informationskällor

Ref. 114
Ref. 113, Annex 3, “Ariadne, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Explosion i containerfartyg med aluminiumfosfid

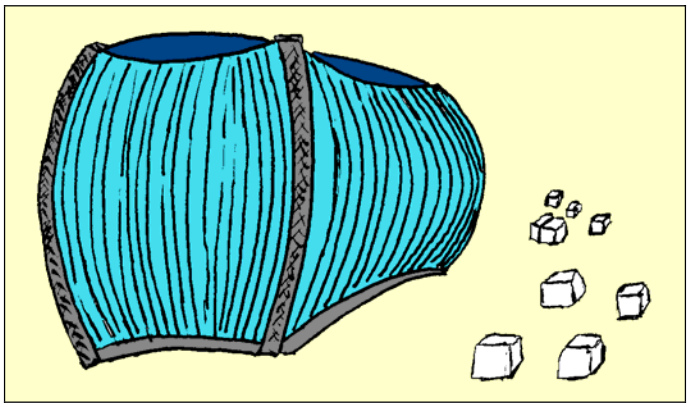
(Olycka nr 19)

1984, 27 juli Houstons hamn, Texas, USA

Aluminiumfosfid (Klass 4 och 6) i aluminiumflaskor; en giftig pulverformig biocid som används som insektsmedel (mot bl.a. kackerlackor); reagerar med fukt under bildning av fosfin som är en mycket giftig, irriterande och reaktiv gas; förutom fosfin bildas även små mängder difosfin som är självantändligt i luft (även vid rumstemperatur) och kan ge explosion. Aluminiumfosfid har varit inblandat i åtminstone en incident i Norden (Finland) under samma varunamn Toxin som nedan.

Under lossning av gods i Houstons hamn inträffade en explosion i en container ombord på det argentinska fartyget *Rio Neuquen*. En stuveriarbetare dödades och flera skadades. Containern var stuvad med 500 kartonger innehållande totalt 7000 aluminiumflaskor med insektsmedlet Gastoxin. Medlet består av aluminiumfosfid som vid kontakt med fukt avger explosiv självantändande gas.

I ett av lastrummen fann kemdykare en kraftigt deformerad container och kringkastade kartonger med aluminiumflaskor.



Containern deformerades av explosionen

Fartygets befälhavare vägrade att lämna fartyget under den farliga operationen som nu startades. Han måste avlägsnas med våld av den amerikanska Kustbevakningen.

Aluminiumflaskorna överfördes först till 230-liters bärgningsförpackningar eller s.k. ”salvage drums” (se Bilaga 9 avsnitt B9.5) med pulver av bränd kalk som torkmedel i botten. Locken på faten lämnades lösa för att ventilera innehållet och minska risken för explosion. Atmosfären ombord på fartyget mättes kontinuerligt med gasspårningsutrustning.

Ansvariga myndigheter i Houston ville inte ge tillstånd till vägtransport av faten. Efter genomgång av olika alternativ beslöts att lasten skulle dumpas till havs. I vattnet ombildas nämligen aluminiumfosfid till fosforsyra som späds till ofarliga nivåer i vattenmassorna. Faten överfördes till ett supply-fartyg där lasten hela tiden hanterades av per-

sonal iklädd helskyddsutrustning. För att flaskorna skulle sjunka i vattnet måste de först punkteras manuellt med brandyxor.

Orsak till olyckan

Läckande aluminiumflaskor innehållande aluminiumfosfid som reagerade med fuktig luft och utvecklade fosfin och difosfin som självantände och exploderade.

Erfarenheter från olyckan

- Den första informationen om lasten var felaktig och måste kontrolleras noga.
- Hanteringen av gasspårningsinstrumenten var oprofessionell på grund av bristande övning i instrumentens hantering.
- Användning av bränd kalk visade sig var olämplig eftersom den gav stora problem med damm.
- Operationens start försenades två dygn innan beslut kunde tas att med våld föra iland fartyget motsträvige befälhavare.
- Efter noggrann bedömning visade det sig att dumpning av den farliga lasten var ofarligt för miljön och kan rekommenderas för liknande kemikalier.

Informationskällor

Ref. 44
Ref. 113, Annex 3, "Rio Neuquen, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

Sjunkna fat med arseniktrioxid och sanering av lastrum med magnesiumfosfid

(Olycka nr 20)

1992, 4 januari 30 n.m. utanför Cape May, New Jersey, USA

Arseniktrioxid (Klass 6) i stålfat; a mycket hälsofarlig, fast biocid; carcinogen.
Magnesiumfosfid (Klass 4 och 6) i stålfat; en giftig pulverformig biocid som används som insektsmedel (mot bl.a. kackerlackor); reagerar med fukt under bildning av **fosfin** som är en mycket giftig, irriterande och reaktiv gas; förutom fosfin bildas även små mängder **difosfin** som är självantändligt i luft (även vid rumstemperatur) och kan ge explosion.

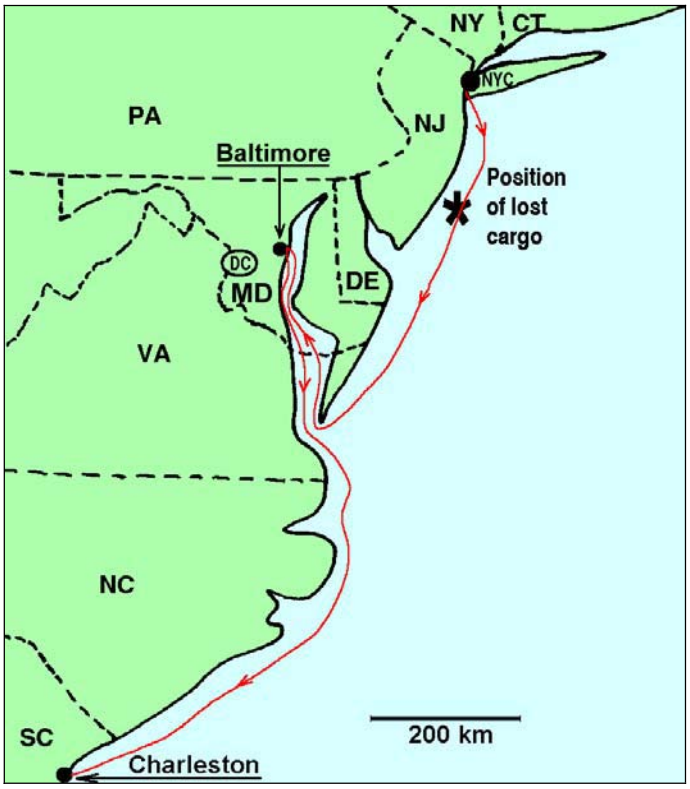
Santa Clara I (9593 GRT), ett 144 m långt Panamaregistrerat containerfartyg, råkade ut för en av de mest komplicerade kemikalieolyckor till sjöss som den amerikanska kustbevakningen (US Coast Guard) dittills varit inblandad i.

Den 4 januari 1992 var *Santa Clara* på väg söderut, med blandad last, från New York till Baltimore utanför Washington DC.

Det blåste upp till full storm och fartyget förlorade 21 containrar i havet ca 30 n.m. utanför New Jerseys kust. Fyra av dessa containrar innehöll sammanlagt 414 fat med 70 ton arseniktrioxid. Lasten sjönk till botten på 40 m djup.

I området där faten låg var de farliga för fiskare eftersom arseniktrioxid är en giftig och cancerogen substans.

Santa Claras färdväg kartlades och under de följande dagarna utfördes en omfattande sökoperation med bl.a. helikoptrar från marinen som bogserade sidscannande sonarer.

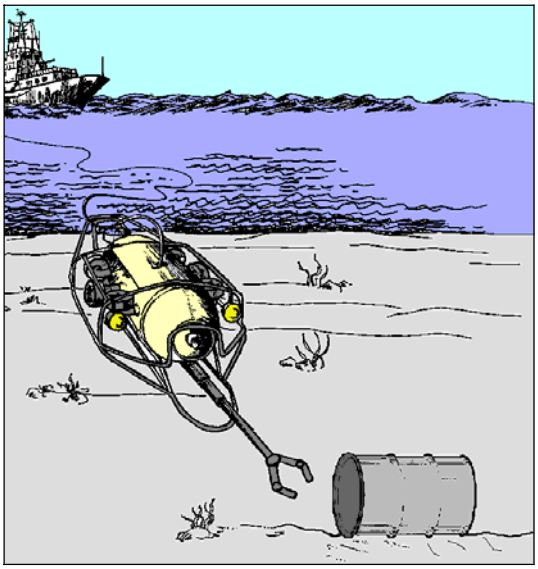


Fartygets färdväg längs USA:s ostkust

Baserade på erhållna sonarbilder kunde en ROV (Remotely Operated Vehicle) sändas ner och identifiera skadade, tömda containrar på 40 m djup och så småningom även finna de flesta av de kringströdda faten.

En stor pråm sattes in som plattform under operationen. ROV:s med manipulatorarmar användes för att hantera de bottenliggande faten.

Man beslöt att varje påträffat fat skulle överföras med hjälp av en ROV till en bärgningsförpackning eller s.k. ”salvage drum” (se Bilaga 9 avsnitt B9.5) fylld med cementblandning.


En ROV med manipulatorarm

Ett par stora rackar byggdes som vardera kunde ta 20 st salvage drums (jfr Metod Z2).

En särskild ROV fyllde en salvage drum i sänder med cementblandning varefter en ROV med griparm tog ett fat från havsbotten och placerade det i cementblandningen.

När racken var fylld och cementen stelnat lyftes den upp, spolades av grundligt och transporterades till en mottagningsanläggning.

320 av de 414 faten med arseniktrioxid kunde bärgas från havsbotten.

Picture source: US Coast Guard

Rack för 20 st salvage drums

Dagen efter olyckan, den 5 januari, anlände *Santa Clara* till Baltimore med en container, full med arseniktrioxidfat, delvis hängande utanför relingen.

Picture source: US Coast Guard

Ett stort antal fat fanns spridda på däck. Där fanns även arseniktrioxid i fri form i en mängd som uppskattades till två ton. Kemdykare avlägsnade faten och sanerade däcket. I lastmanifestet fanns endast arseniktrioxid angivet som farlig last. Men i ett lastrum med allmän last under däck hade *Santa Claras* besättningen påträffat 360 kg av ett insektsmedel. Fyndet av insektsmedel anmäldes inte till Coast Guard utan *Santa Clara* lämnade Baltimore och ankom påföljande dag till Charleston i South Carolina. Där väntade emellertid Coast Guard som tog hand om fartyget och skickade besättningen till läkarundersökning.

Insektsmedlet visade sig vara magnesiumfosfid som bl.a. skall vara försett med giftetikett. Ämnet reagerar med vatten eller fuktig luft under bildning av gasen fosfin som är mycket giftig och dessutom kan självantända och explodera.

Fartyget evakuerades förutom en 10 mans nödbesättning som förde fartyget till en mer isolerad ankarplats. En specialstyrka från US National Strike Force anlände och påbörjade åtgärder för att sanera fartyget.

Mer än 400 kg magnesiumfosfid fanns utspillt i ett av lastrummen. Höga halter av fosfin kunde konstateras i lastrummet varför det först måste ventileras och torkas noga.

På grund av de stora riskerna med magnesiumfosfid och den genererade gasen fosfin måste allt arbete utföras under rigorösa säkerhetsåtgärder.

Santa Clara sanerades mycket noga av kemdykarna från National Strike Force.

Picture source: US Coast Guard

Orsak till olyckan

US Coast Guard utförde en noggrann undersökning efter operationen och kom fram till följande orsaker till olyckan:
1) Felaktig lastsäkring.
2) Oförnuftigt framförande av fartyget i kraftig storm.

Erfarenheter från olyckan

Flera aspekter av denna olycka gjorde att den blev en unik erfarenhet för US Coast Guard. Arseniktrioxidens stora giftighet måste särskilt beaktas under arbetet med *Santa Claras* huvuddäck samt vid sanering av lastluckor som var bemängda med slamlager av detta ämne när fartyget anlände till Baltimore. Vid ankomsten till Charleston var dessutom atmosfären i lastrummet med magnesiumfosfid extremt giftig och brandfarlig. Det blev således mycket besvärligt att sanera fartyget. Saneringsteamet i Charleston måste invänta bättre väder innan lastrummet kunde öppnas för sanering.

Den dåliga dokumentationen av lasten gjorde att saneringsarbetet blev extra besvärligt. Lasten med magnesiumfosfid fanns inte antecknad i lastmanifestet. Flera besättningsmän hade blivit kontaminerade av lasten utan att det anmäldes till Coast Guard vilket försenade den medicinska behandlingen.

Fartygsägarens ovillighet att samarbeta med Coast Guard fördröjde insatserna. I Baltimore hade ägaren anlitat en firma, som konstaterat skadorna i lastrummet med magnesiumfosfid, utan att informera Coast Guard om detta. Därför kunde fartyget gå vidare till Charleston med det livsfarliga läget i lastrummet med utspridd magnesiumfosfid.

Informationskällor

1) Proceedings of the US Marine Safety Council, Jan-Feb 1993, Vol. 50, No. 1
2) Ref. 113, Annex 3, “Santa Clara, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Våldsam brand i torrlastfartyg med natriumklorat

(Olycka nr 21)

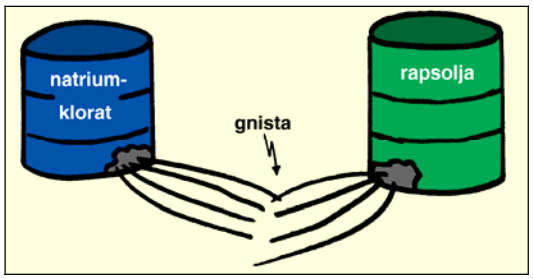
1971, 15 juli Göteborgs hamn, Sverige

Natriumklorat (Klass 5) i stålfat; fast oxiderande ämne som avger syre vid upphettning och kan förorsaka brand och explosion vid kontakt med brännbara ämnen.

Karbider (Klass 4) i stålfat; fasta ämnen som reagerar snabbt med vatten under bildning av den brandfarliga och explosiva gasen **acetylen**.

Den 15 juli 1971 lastade det danska torrlastfartyget *Poona* stålkonstruktioner i Göteborgs hamn. Det lastrum där arbetet pågick innehöll även 36 ton natriumklorat i hundrakilosfat och 600 ton rapsolja i tvåhundralitersfat. Alla faten var lastade på pallar i samma lastrum.

Tunga stålbalkar firades ner i lastrummet med en lyftkran. Balkarna kom i svängning och råkade punktera ett fat med natriumklorat och ett fat med rapsolja. Innehållet i faten rann ut och blandades. En balk som gled på golvet alstrade gnistor som satte eld på blandningen av klorat och olja.



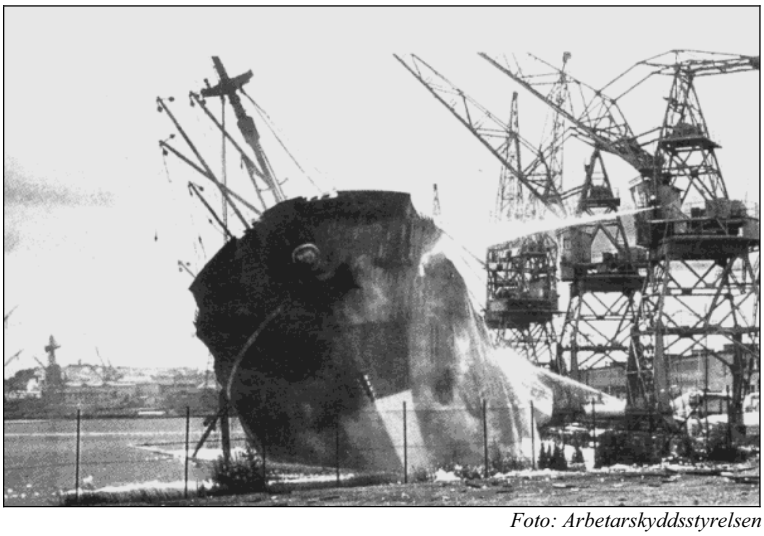
Fat med natriumklorat och rapsolja var stuvade på pallar i samma lastrum

Natriumkloratet sönderdelades av hettan till fri syre som startade en våldsam brand i lastrummet. Efter några minuter kom flera explosioner i snabb följd. Explosionerna var så kraftiga att tunga lastluckor kastades ner på kajen och en del luckor flög flera hundra meter bort.

Brandbekämpningen blev komplicerad dels på grund av den våldsamma branden, dels på grund av att det även fanns karbider i fartygslasten som förhindrade användning av vatten som släckmedel eftersom acetylen då skulle utvecklas och förstärka branden ytterligare.

Brandbekämpningen fortsatte i fyra dygn både från kajsidan och sjösidan. Den avslutande brandsläckningen tog 10 dygn.

Tre personer omkom och sex skadades under olyckan.



Bekämpning av branden på Poona

Foto: Arbetarskyddsstyrelsen

Orsak till olyckan
Se redogörelsen ovan. Det var ett allvarligt misstag att lasta oxiderande ämnen och brännbara ämnen i samma lastrum.

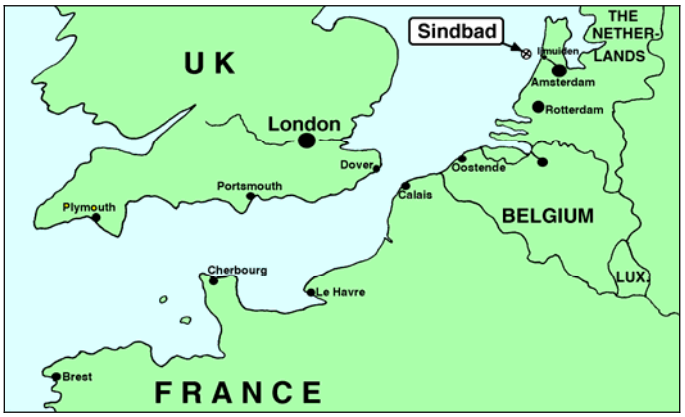
Erfarenheter från olyckan
Denna brandbekämpning var den mest komplicerade och svåraste som räddningstjänsten i Göteborg dittills varit med om.

Informationskällor
Ref. 113, Annex 3, "Poona, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

Sjunkna behållare med klorgas
(Olycka nr 22)
1979, 10 december Nordsjön, 20 n.m. väster om IJmuiden, Holland

Klor (klass 2 och 8) i 1000-kilos stålbehållare; korrosiv och mycket giftig tryckkondenserad gas; **marine pollutant**

Det irakiska fartyget *Sindbad* var den 10 december 1979 på väg i hårt väder från Hamburg till Rotterdam. Utanför IJmuiden i Holland förlorade fartyget sin däckslast. Bland denna fanns 51 st 1000-kilos stålbehållare med klor som sjönk på ett djup av 25-30 m. Den kondenserade gasen (kp -34 °C) höll ett tryck av 340 kPa vid en bottenvattentemperatur av +5 °C.



En sökning startade med två minsvepare utrustade med sidscannande sonarer. I januari 1980 kunde 5 av behållarna lokaliseras. De togs upp med stålvajrar som dykare hade anbringat på dem. Efter dessa fynd avblåstes denna sökning som hade organiserats av myndigheterna. Ekonomisk ersättning erbjöds till fiskare för varje behållare som de bärgade och förde iland.

Under de följande fyra åren fick fiskare upp 7 klorgasbehållare under trålning. Den sista av dessa var så kraftigt korroderad att myndigheterna insåg att det förelåg stor risk om en behållare skulle gå sönder under bärgning. Trycket i behållarna skulle snabbt ge upphov till ett stort moln av den giftiga gasen.

Efter fem år utarbetade de holländska myndigheterna en strategi för sökning efter och omhändertagande av de återstående 39 behållare som fanns kvar på havsbotten. Omfattande sökningar startade med Duplus II sidscannande sonarer. Registrerade bottenekon undersöktes närmare med ROV:s (remotely operated vehicles). Vissa av de påträffade behållarna flyttades först till en säkrare plats på havsbotten innan åtgärderna fortsattes.

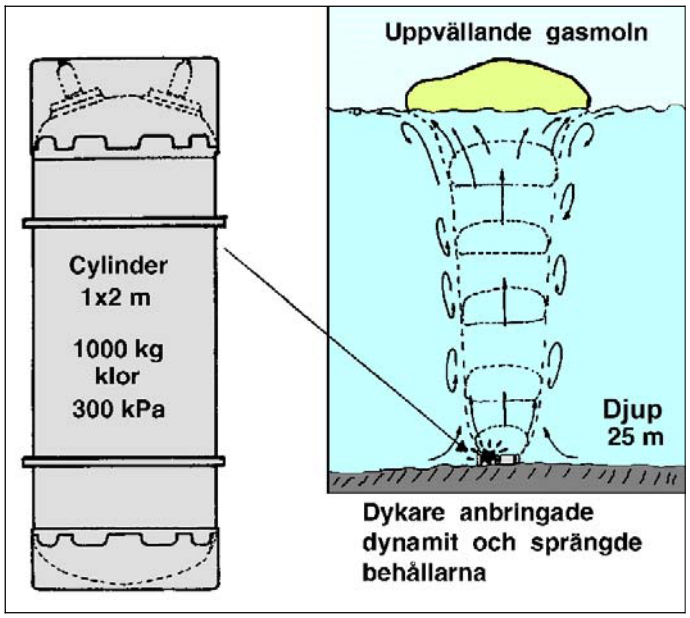
Klorgasens farlighet illustrerades med all önskvärd tydlighet under den återupptagna operationen. Det hände att måsfåglar förirrade sig in i klorgasmoln som på deras flyghöjd ändå hade blivit utspädda genom uppblandning i luften. Man skulle kanske tro att fåglarna skulle förblindas och vingla till innan de sjönk ner mot vattenytan. Men insatspersonalen kunde berätta att effekten blev dramatisk. Fåglarna kvävdes blixtsnabbt och föll som stenar ner i vattnet.

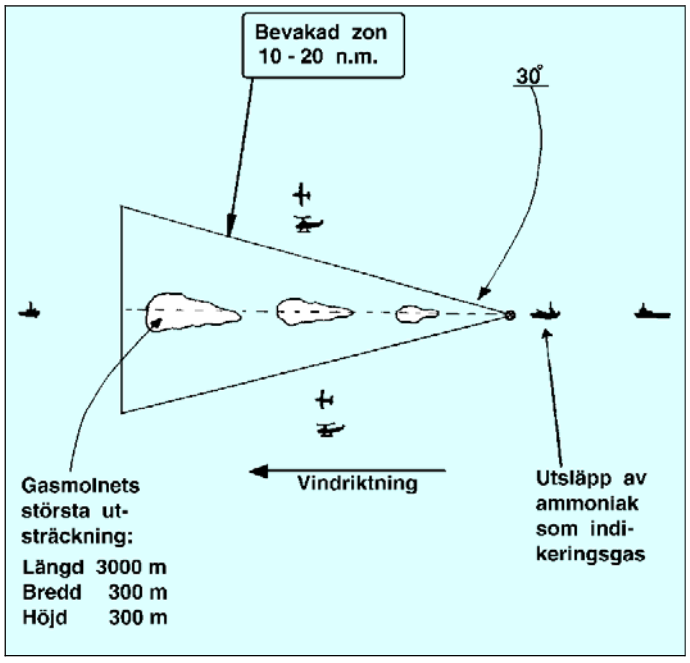
Dykare placerade 6 kg av explosivämnet Donarit S under varje behållare som påträffades. Behållarna sprängdes sedan under rigorösa säkerhetsåtgärder (jfr Metod Z3).

All insatspersonal bar full skyddsutrustning och all övrig personal i området bar andningsskydd.

Vid sprängningen av behållarna steg klorgasen snabbt upp till vattenytan. Hade behållarna i stället för klor innehållit kondenserad ammoniak hade inget av innehållet nått vattenytan utan lösts upp i vattnet. Den låga vattenlösligheten hos klor gör att mycket lite av ämnet löser sig i vattnet.

Klorgas är gulgrönt till färgen men blir snart färglöst vid blandning i luft. Gasen är dock fortfarande mycket farlig. För att synas bättre indikerades molnet genom inblandning med ammoniak som släpptes ut av ett följefartyg lovart om klorgasmolnet. Indikeringsgasen reagerar med klor till ett tydligt vitt moln av ammoniumklorid. Efter en timme hade det bildats ett 3 km långt moln med bredden 300 och höjden 300 m.





Molnet bevakades av fartyg, flygplan och helikoptrar

Orsak till olyckan
Tappad däckslast i hårt väder.

Erfarenheter från olyckan
Det tog nästan fem år innan myndigheterna finansierade den slutliga operationen. Orsaken till detta är oklar och det kan ifrågasättas varför den inledande operationen strax efter olyckan avblåstes.

Strategin med kontrollerad sprängning av de bottenliggande klorgasbehållarna valdes efter utvärdering av olika alternativ. Det visade sig vara en framgångsrik metod kombinerad med noggrann övervakning av molnens spridning. Inblandning av ammoniak som indikeringsgas visade sig vara ett utmärkt sätt att göra molnen tydligt observerbara.

De flesta av de sjunkna klorgasbehållarna återfanns och sprängdes. Ingen miljöskada kunde upptäckas förutom enstaka måsfåglar som dog i gasmolnen.

Operationens totalkostnad för de holländska myndigheterna blev ca USD 1 miljon.

Informationskällor
1) Ref. 45
2) Ref. 113, Annex 3, "Sindbad, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag
3) Personlig kommunikation med insatspersonalen.

Sjunkna fat med biociden Dinoseb

(Olycka nr 23)

1984, 13 januari Nordsjön, 150 n.m. öster om Esbjerg, Danmark

Dinitrobutylfenol (DNBP, Dinoseb, klass 6) ; mörkt rödbrunt fast ämne som smälter vid 32-42ºC; en mycket hälso- och miljöfarlig herbicid; **marine pollutant**

Det danska containerfartyget *Dana Optima* råkade fredagen den 14 januari 1984 ut för svår storm i Nordsjön under en resa från North Shields i England till Esbjerg i Danmark. I den grova sjön stannade fartygets huvud- och hjälpmaskiner vilket gav upphov till att en del av däckslasten föll överbord. En förlorad container innehöll 80 st 200-liters stålfat med den ytterst hälso- och miljöfarliga biociden Dinoseb. Djupet på platsen var 40 m.

En stort upplags sökoperation startade med fartyg från Danmark och Holland utrustade med sonarutrustning, precisionsnavigeringssystem och remotely operated vehicles (ROV:s). Den 27-30 mars lyckades holländska trålare finna och bärga 13 av de 80 faten.

Därefter genomfördes en systematisk sökning efter ett planerat rutnät varvid holländska minsökningsfartyg utrustade med sidscannande sonarer fann 40 fat den 2 april.

Bärgningen av faten utfördes av dykare under uppsikt av läkare. Faten placerades i bärgningsförpackningar eller s.k. "salvage drums" (se Bilaga 9 avsnitt B9.5) och transporterades till en mottagningsanläggning.

Danska fartyg slutförde operationen och fyra månader efter olyckan hade totalt 72 av de 80 faten bärgats. Faten hade skadats av såväl det höga vattentrycket som av fiske- och bärgningsutrustning. En del av fatens innehåll av Dinoseb hade kommit ut i miljön. Någon miljöskada kunde inte upptäckas vilket möjligen kunde tillskrivas ämnets låga vattenlöslighet.

Operationens kostnad för Danmark blev USD 1 miljon.

Orsak till olyckan

Maskinskada i svår storm som gav upphov till slagsida hos fartyget följt av lastförskjutning och förlust av däckslast överbord.

Erfarenheter från olyckan

Operationen gav värdefulla erfarenheter där en framgångsrik strategi kunde utarbetas. En översiktlig sökning utfördes först med sektorscannande sonarer av den typ som används av fiske- och minsökningsfartyg. ”Heta” områden undersöktes sedan noggrant med hjälp av sidscannande sonarer varvid områdena kartlades och alla misstänkta föremål prickades in med hjälp av precisionsnavigeringssystem. Dessa föremål undersöktes sedan närmare ROV:s försedda med videokameror. Identifierade fat med Dinoseb bärgades slutligen av dykare.

Informationskällor

1) IMO document MEPC 21/INF.2, Loss and Salvage of Drums Containing DINOSEB, presenterat av Danmark.
2) "Dana Optima", en rapport (på danska), utgiven av Miljøstyrelsen, Danmark.
3) Ref. 113, Annex 3, “Dinoseb 1, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Brand i containerfartyg med bl.a. natrium

(Olycka nr 24)

1987, 5 december Nordsjön, utanför Spaniens nordvästra kust

Natrium (Klass 4) i stålfat; Natrium är en alkalimetall som reagerar mycket häftigt med vatten under bildning av väte som kan självantända under reaktionen. Natrium är frätande på hud och ögon.

Under en resa i hårt väder från Antwerpen till Shanghai utbröt brand ombord på det Panamaregistrerade containerfartyget *Cason* 12000 GRT. Fartyget sände först ett SOS-larm och meddelade en timme senare att branden var utom kontroll och att besättningen övergav fartyget.

Evakueringen av *Cason* blev svår och tragisk i det hårda vädret. Av besättningen på 31 personer omkom 23 man.

Den farligaste lasten ombord bestod av följande ämnen:	Natrium (11 containrar)	1430 fat	Orto-kresol	500 fat
	Xylen	1285 fat	Anilinolja	434 fat
	Butanol	1123 fat	Butylakrylat	430 fat

Ett bogserfartyg försökte fästa en bogserlina vid *Cason*. Men branden och det hårda vädret omöjliggjorde försöken. *Cason* grundstötte på klippor 100 m från stranden och fick bottenplåtarna allvarligt skadade.

Räddningspersonal började att bärga en del av den farliga lasten. Men arbetet stoppades av det hårda vädret som gav skador på natriumfat som tog eld. Ganska snart därefter utbröt en explosionsartad brand som syntes långt ut till sjöss. Moln av vattenånga drev in mot den närliggande staden Finisterre som evakuerades trots att molnen var ofarliga.

En vecka efter brandens uppkomst blev det möjligt för räddningspersonal att åter borda fartyget och återstående last kunde omhändertas. Arbetet försenades vid flera tillfällen beroende av dåligt väder och tekniska svårigheter vid bärgningen. Efter tre veckor avslutades räddningsarbetet. Under det fortsatta bärgningen måste delar av fartyget slitas upp med stora kranar. Tre månader efter olyckan hade bärgningsarbetet avslutats.

Omsorgsfulla miljöundersökningar efter olyckan kunde inte påvisa några miljöskador eller förhöjda halter av föroreningar i miljön.

Orsak till olyckan

Under hårt väder utbröt brand i en container med natriumfat. Orsaken var troligen felaktig laststuvning.

Erfarenheter från olyckan

Lasten av natrium medförde att hela arbetet blev mycket farligt och komplicerat. Natriumlastens farlighet omöjliggjorde effektiva insatser innan den försvunnit genom reaktion med havsvattnet. Efteråt fördröjdes arbetet också av det hårda vädret. Arbete med farligt gods under däck blev besvärligt och tidsödande. Som ett resultat av denna olycka blev transportreglerna strängare beträffande förpackning och stuvning av natrium. Ett annat resultat var att uppmärksamheten fokuserades på olämpligheten att använda handelsnamn vid transport av farliga ämnen. Handelsnamn försvårar identifieringen av farliga ämnen vid räddningsinsatser.

Under evakueringen av staden Finisterre uppstod nästan panik bland befolkningen. Efteråt kunde konstateras att evakueringen var helt onödig eftersom molnen från fartyget, som drev mot staden, endast bestod av vattenånga.

Erfarenheterna från det internationella samarbetet vid räddningsinsatsen blev mycket positiva. Särskilt gällde detta samarbetet mellan Marine Environment Division från International Maritime Organization (IMO) och expertgruppen "Task Force" från EG.

Informationskällor

1) En anonym och odaterad rapport från EG med titeln "The CASON case, December 1987, Northwest Spain".
2) Ref. 113, Annex 3, “Cason, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Brinnande tankfartyg med vinylacetat

(Olycka nr 25)

1999, 19 mars Pentland Firth, Söder om Orkneyöarna, Scotland

Vinylacetat (Klass 3) i fartygstankar; hälso- och brandfarlig vätska som avger irriterande ångor; kan polymerisera våldsamt om den utsätts för föroreningar eller värme.

Under passage genom Pentland Firth den 19 mars 1999 rapporterade kemikalietankern *Multitank Ascania* brand ombord. Branden hade uppkommit i maskinrummet där en oljeläcka från en pump tagit eld.

Fartyget hade en brandfarlig last av 1800 ton vinylacetat som under vissa omständigheter kan reagera explosivt.

Besättningen försökte förgäves släcka branden med portabla brandsläckare. Det hjälpte inte heller att fylla maskinrummet med koldioxid.

Räddningspersonalen som anlände beslöt, på grund av explosionsrisken, att omedelbart evakuera besättningen med helikopter. Fartygets befälhavare stannade dock som siste man ombord och lyckades ankra fartyget innan också han hämtades med helikopter.

Det fanns en risk att lasten av vinylacetat kunde explodera varför en riskzon med 5 km radie upprättades. Den lokala polisen i ett närliggande samhälle övervägde att evakuera 600 invånare men åtgärden behövde inte verkställas. En bogserbåt försökte bogsera bort *Multitank Ascania* men bogserlinan brast.

Fartygsbranden övervakades med värmekamera från en helikopter. När situationen bedömdes stabil bordades fartyget av räddningspersonal som utförde noggrannare temperaturmätningar och observationer. När branden avtagit i styrka den 21 mars beslöts att göra ett förnyat försök att bogsera *Multitank Ascania*, vilket nu lyckades och fartyget togs till en hamn på Orkneyöarna. Resan kunde inte fortsätta på grund av allvarliga skador i maskinrummet. Den 30 mars läktrades lasten till ett annat fartyg och *Multitank Ascania* bogserades sedan till Rotterdam för reparation.

Orsak till olyckan

Brand i läckande oljepump.

Erfarenheter från olyckan

Operationen förlöpte smidigt vilket till stor del berodde på en övning som insatspersonalen hade genomfört två dagar innan olyckan. Besättningen på *Multitank Ascania* misslyckades visserligen att släcka branden men hade ändå hanterat släckutrustningen på ett riktigt sätt.

Informationskällor

1) Pressrelease 2000/0487 från Department for Transport, Local Government and the Regions, UK.
2) "Exercise To Action - Fire Dramas On The High Seas", från Briggs Marine, UK.
3) Ref. 113, Annex 3, “Ascania, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Grundstött gastankfartyg med butadien

(Olycka nr 26)

1996, 6 november Key Biscane, Florida, USA

Butadien (Klass 2) i fartygsgastankar; kondenserad gas; hälsofarlig och mycket brandfarlig; avger irriterande ångor; kemiskt reaktiv; kan polymerisera.

Den 6 november 1996 gick gastankern *Igloo Moon* på grund utanför Key Biscane i Florida USA. Fartyget hade en last av 6600 ton kondenserad butadien som är en brandfarlig och polymeriserbar gas. En tillsatt kemisk inhibitor förhindrade polymerisation. Butadien är en potentiell carcinogen.

Den första åtgärden blev att läktra fartygets bunkerolja vilket slutfördes den 8 november. Därefter utvärderades olika handlingsplaner för åtgärder mot lasten av butadien. Man gjorde även upp en plan, för evakuering av befolkningen i det närliggande området, att tillgripas vid behov.

Att släppa ut lasten i miljön under kontrollerade betingelser bedömdes vara olämpligt. Lastens kemiska stabilitet var av största betydelse och garantin för inhibitorns varaktighet gick ut den 9 november. Ny inhibitor sändes till platsen men den användes inte på grund av risken att lasten kunde förstöras. I stället utfördes test av den befintliga inhibitorn som visade att den skulle vara säker till den 1 december.

Operationen blev mycket komplicerad på grund av det ringa djupet på olycksplatsen. En detaljerad kartering av vattenområdet utfördes för att finna den bästa tillfartsvägen för en annan gastanker som kunde läktra lasten från *Igloo Moon*.

Det var också angeläget att skydda miljön från *Igloo Moons* barlastvatten som kunde innehålla främmande icke önskvärda organismer. Området ingår i en fredad nationalpark som skulle kunna ta skada av inkräktande organismer. Därför behandlades *Igloo Moons* barlastvatten med 50 ppm kalciumhypoklorit.

Den 20 november ankrades läktringsfartyget *Selma Kosan* långsides med *Igloo Moon* varefter hela lasten läktrades. *Igloo Moons* barlastvatten tömdes sedan ut i havet och fartyget kunde dras flott den 21 november

Orsak till olyckan
Grundstötning av okänd orsak.

Erfarenheter från olyckan
Räddningsaktionen blev mycket komplicerad. Eftersom olycksplatsen låg i en nationalpark blev det särskilt viktigt att skydda miljön från skador. Själva lasten av butadien var den största faran för befolkning i närheten medan barlastvattnet var den största risken för miljön. Operationen kunde genomföras framgångsrikt genom att barlastvattnet steriliserades och hela butadien-lasten kunde läktras.

Informationskällor
1) "The M/T IGLOO MOON Incident: Case Study of a Successful Response" rapport från National Oceanic and Atmospheric Administration, USA, 1998.
2) Ref. 113, Annex 3, "Igloo Moon, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

Sjunket fartyg med kromföreningar
(Olycka nr 27)
1973, 29 september Östersjön, 1 n.m. norr om Ölands nordspets, Sverige

Kromtrioxid, (Klass 5 och 8) i stålfat; korrosivt hälso- och miljöfarligt fast rött ämne; kan avge mycket irriterande damm; potentiell carcinogen; oxiderande ämne som vi upphettning avger fri syre och kan förorsaka brand och explosion vid kontakt med brännbara ämnen; bildar frätande kromsyra vid upplösning i vatten.

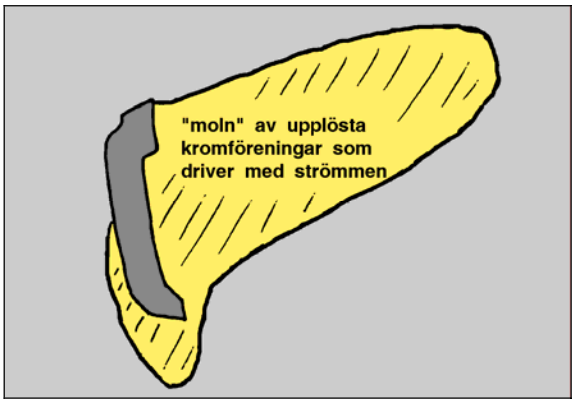
Natriumdikromat (Klass 6) i stålfat; hälso- och miljöfarligt fast rött ämne; potentiell carcinogen; bildar frätande kromsyra vid upplösning i vatten.

Det västtyska torrlastfartyget *Viggo Hinrichsen* var med två mans besättning (fartygskapten och en jungman) på väg från Rotterdam till Rönnskär i norra Sverige och råkade i hårt väder ut för maskinhaveri i Östersjön norr om Öland. Fartyget fick bogserhjälp mot Öland. Lasten försköts dock i den grova sjön och fartyget sjönk på 17 m djup 1 n.m. norr om Ölands nordspets.

Fartygslasten bestod av 234 ton kromtrioxid och 180 ton natriumdikromat i 1100 resp. 700 stålfat. Alla fat var av den vanliga typen för pulverformiga ämnen med avtagbara

toppar (”removable head drums”) som satt fast med spännring. Faten var stuvade i lastrum. Dock fanns även 27 fat stuvade på väderdäck.

Fartyget lade sig på havsbotten på babords sida. Efter ett dygn visade vattenprover att kromföreningar löstes ut i havsvattnet och ett gulfärgat gult moln drev med bottenvattenströmmen. Vid information om dessa vattenprover beslöt ansvariga centrala myndigheter att fartyget skulle bärgas.

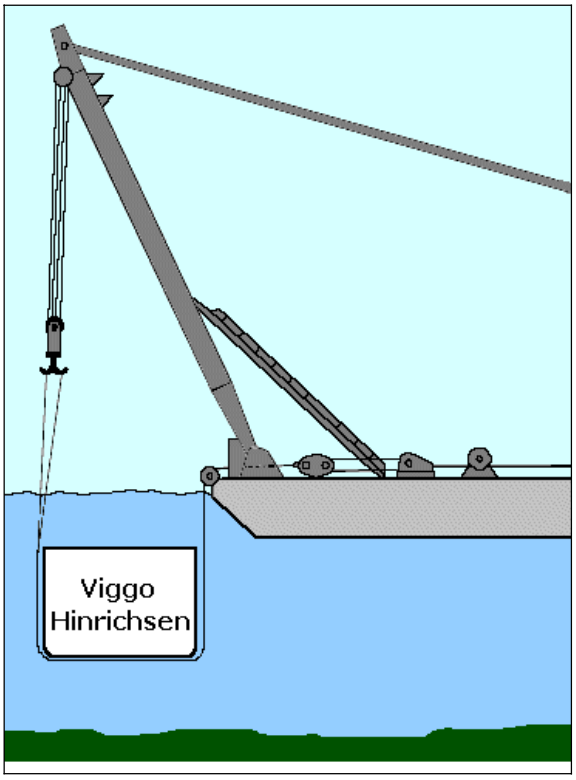


Koncentrationen av kromsyra var mindre än 1 g/l i bottenvattnet nära fartyget och några mg/l ca 100 m nedströms.

Tre dygn efter olyckan behandlades platsen med 11 ton ferrosulfat vilket hälldes från uppskurna pappsäckar över vattenytan ovanför det liggande vraket. Ferrosulfat är ett reduktionsmedel som minskar miljöfarligheten hos de upplösta kromsalterna.

Sonarutrustning användes för att lokalisera flera fat från *Viggo Hinrichsens* däcklast som fallit överbord under bogseringen fram till den slutliga olycksplatsen. Vissa lösa fat på havsbotten nära vraket visade sig ha krossats när fartyget sjönk och hade tömts på sitt innehåll.

Det stormiga vädret vid tiden för olyckan hade lagt sig ganska snart efteråt. Under en dryg veckas akuta räddningsinsatser rådde kav lugnt väder vilket hade en mycket gynnsam inverkan på operationen.



Sex dygn efter olyckan anlände två pontonkranar till platsen. Med hjälp av dessa kunde *Viggo Hinrichsen* vinschas upp till marvatten. Hängande i ytläge kunde sedan fartyget föras in till hamn där lasten omhändertogs.

Den totala utsläppet av kromföreningar till miljön uppskattades till 1 -2 ton. De enda miljöskador som kunde registreras var en mindre mängd döda fiskar och maneter. Kostnaderna för operationen blev ca USD 3 miljoner.

Orsak till olyckan

Maskinhaveri förorsakat av storm och underbemanning. Besättningen bestod av endast två personer (fartygskapten och en jungman).

Erfarenheter från olyckan

Händelsen rönte enormt intresse bland allmänhet och nyhetsmedia. Tidningspressen slog

upp nyheten på löpsedlarna om det farliga ”giftfartyget” på havets botten. En oro spred sig och många fruktade det värsta. Det skrevs att livet i halva Östersjön kunde slås ut. Anförvanter till Kustbevakningens dykare ringde till räddningsledningen och ville inte att dykarna skulle riskera livet i det farliga ”giftmolnet”. Det visade sig hur svårt det är att ge en balanserad information vid sådana händelser.

Operationen mot *Viggo Hinrichsen* gav många värdefulla erfarenheter. Bl.a. krävs bättre information om vilka kemikalier som transporteras i Östersjöområdet. Dessutom visades på nödvändigheten att ha en bra beredskap för insatser mot kemikalieolyckor till sjöss. Många lärdomar erhölls beträffande ansvarsfördelning, skyddsutrustning, sökutrustning, kemikaliespridningsmodeller, mätmetoder m.m. När olyckan hände 1973 fanns i Sverige ingen utpekad ansvarig myndighet för åtgärder mot kemikalieolyckor till sjöss. Detta ansvar fick Kustbevakningen året efteråt.

Informationskällor

1) Ref. 100
2) Ref. 113, Annex 3, “Viggo Hinrichsen, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

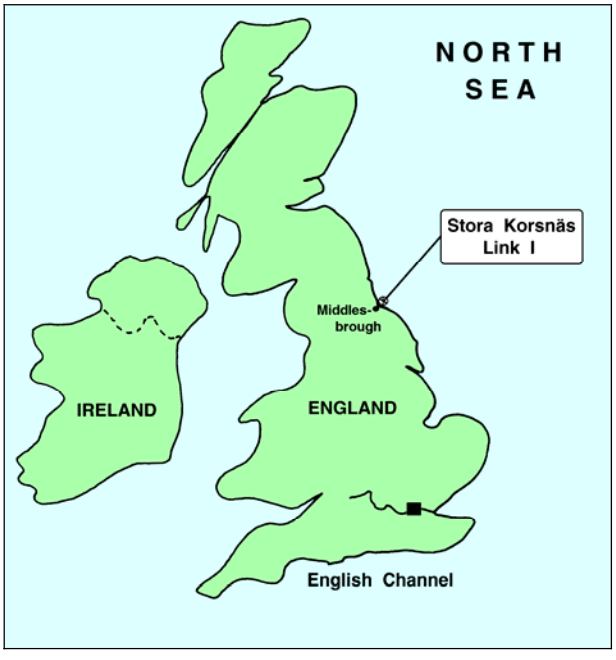
Explosion i rorofartyg med last av natriumklorat

(Olycka nr 28)

1991, 5 november 10 n.m. öster om Teeside, Englands ostkust

Natriumklorat (Klass 5) i entons storsäck (småbulkbehållare, IBC, se Bilaga 9 – B9.3); fast oxiderande ämne som avger syre vid upphettning och kan förorsaka brand och explosion vid kontakt med brännbara ämnen.

Det svenska rorofartyget *Stora Korsnäs Link I* var den 5 november 1991 på väg från Sverige till Hartlepool i England när brand utbröt i dess maskinrum. Besättningen misslyckades att släcka branden trots att man fyllde hela maskinrummet med koldioxid. Huvudmaskinerna stängdes och fartyget drev fritt för vinden som var hård nordvästlig (20-30 knop). Räddningstjänsten larmades i den närmaste hamnen Teeside. Räddningsfartyg sändes till platsen och brandmän bordade fartyget. Inte heller brandmännen kunde släcka elden som spred sig till övre däck. Bogserbåtar drog då fartyget längre ut till sjöss.



Stora Korsnäs Link I hade en deklarerad last av trävaror. Bärgningsbolaget lyckades få kontakt med lastägaren och erhöll då information om följande last på undre däck:

40 ton **natriumklorat** i 2 containrar
112 ton **talloljeharts** i 5 trailers

Samtlig personal lämnade då omedelbart fartyget. Med hänsyn till explosionsrisken lämnade räddningsfartygen platsen och en riskzon upprättades med radien 1 nautisk mil runt fartyget. Emellertid togs snart ett nytt beslut att försöka rädda fartyget.

Ett räddningsfartyg med brandbekämpningsutrustning sändes ånyo till platsen och sprutade vatten över *Stora Korsnäs Link I* för att försöka kontrollera branden. Även detta försök misslyckades och branden spreds till övriga lastdäck.

Picture source: Hazardous Cargo Bulletin

Den 8 november inträffade en våldsam explosion nära containrarna med natriumklorat. Ena fartygssidan trycktes ut och fartyget rullade över åt sidan och kantrade. Efter några timmar sjönk *Stora Korsnäs Link I* på 40 meters djup. De enda övriga skador som explosionen åstadkom var att två vindrutor på räddningsfartyget blåstes sönder.

Orsak till olyckan

Brand i maskinrummet som spred sig till lastdäck.

Erfarenheter från olyckan

Stora Korsnäs Link I:s lastmanifest var ofullständigt och innehöll inte information om den farliga lasten som slutligen exploderade. Räddningspersonalen var omedveten om explosionsrisken. Det sista försöket till brandbekämpning var oförnuftigt eftersom man då hade fått information om den farliga lasten. Lyckligtvis kom ingen människa till skada.

Informationskällor

1) “Gap in the paper chain”, Hazardous Cargo Bulletin, January 1992.
2) Report S 1992:5, Swedish Board of Accident Investigation.
3) Ref. 113, Annex 3, “Korsnäs Link, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

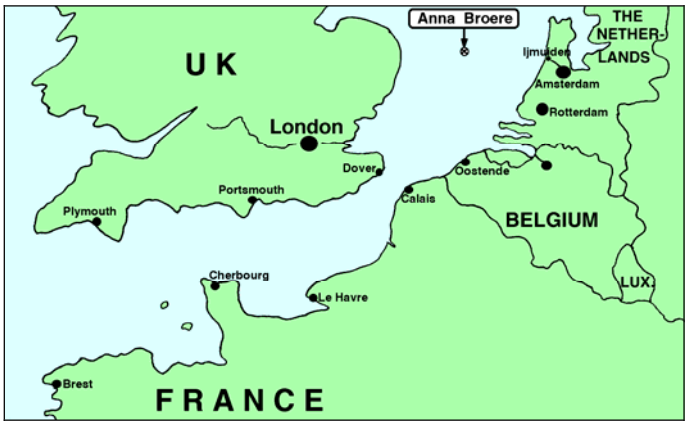
Skadat tankfartyg med akrylonitril

(Olycka nr 29)

1988, 27 maj Nordsjön, 60 n.m. väster om Ijmuiden, Nederländerna

Akrylonitril (Klass 3 och 6) i fartygstankar; brandfarlig vätska som avger irriterande ångor; mycket hälso- och miljöfarlig; **marine pollutant**.
Dodecylbensen (Klass 4); brännbar vätska som vid brand kan avge irriterande och giftiga ångor.

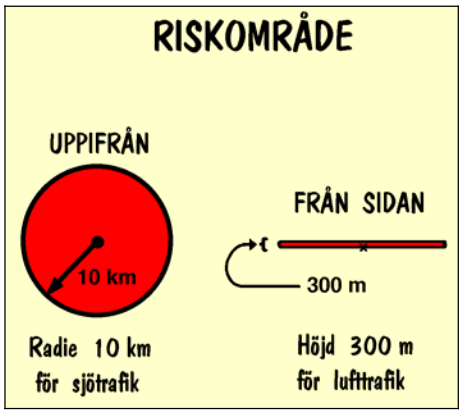
Den 27 maj 1988 kolliderade den holländska kemikalietankern *Anna Broere* och det svenska containerfartyget *Atlantic Compass* i Nordsjön, 60 n.m. väster om den holländska kusten. *Atlantic Compass* kunde fortsätta sin resa medan *Anna Broere* fick stora skrovskador och sjönk på grunt vatten.



Fartyget låg med allvarlig skrovskada på grunt vatten. Fören stack upp 15 m över vattenytan. I *Anna Broere* fanns 547 ton akrylonitril som är mycket farligt för både människa och miljö. Där fanns också 500 ton dodecylbensen som är mindre farligt. Akrylonitril läckte ut i det omgivande vattnet.

Picture source: Hazardous Cargo Bulletin

En riskzon upprättades i form av en låg cylinder med en radie av 10 km och höjd 300 m. Det senare måttet avsåg lufttrafik. Under hela operationen utfördes kontinuerliga mätningar av halterna akrylonitril i både luft och vatten.



Ansvariga holländska myndigheter inledde åtgärder för att försöka bärga lasten innan alltför mycket akrylonitril hunnit läcka att ut i miljön. En stor pontonkran anlitades för att först såga itu vraket så att bogpartiet kunde separeras från de läckande tankarna.

Båda delarna av fartyget bärgades sedan och den akrylonitril som fanns kvar i tankarna kunde tillvaratas. Hälften av fartygets last av akrylonitril hade försvunnit ut i omgivningen.

Operationen varade i totalt 73 dygn av vilka man kunde arbeta i bara 25 dygn på grund av hårt väder. Kostnaden för operationen blev USD 7 miljoner.

Orsak till olyckan
Fartygskollision som förorsakade sådana skador i *Anna Broeres* skrov att fartyget sjönk och hälften av den farliga akrylonitril-lasten läckte ut.

Erfarenheter från olyckan
Bärgningsoperationen blev framgångsrik med hänsyn till omständigheterna. Hårt väder gjorde att bärgningsarbete endast kunde utföras under en tredjedel av den totala operationstiden. Vädret medförde också att kostnaderna för operationen blev mycket högre än beräknat. För att skydda räddningspersonalen utfördes under hela operationen kontinuerliga mätningar av halterna akrylonitril i både luft och vatten. De 200 ton akrylonitril som läckte ut i havet gav mycket mindre miljöskador än den marinbiologiska expertisen hade befarat.

Informationskällor
1) Incident report on the Anna Broere, Rijkswaterstaat North Sea Directorate, The Netherlands.
Ref. 113, Annex 3, "Anna Broere, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

Sjunket tankfartyg med akrylonitril och etylendiklorid
(Olycka nr 30)
1991, 1 februari Adriatiska havet, 16 n.m. nordost om Molfetta, Italy

Akrylonitril (Klass 3 och 6) i fartygstankar; brandfarlig vätska som avger irriterande ångor; mycket hälso- och miljöfarlig; **marine pollutant**.
Etylendiklorid (Klass 3 och 6) i fartygstankar; brandfarlig vätska som avger irriterande ångor; mycket hälso- och miljöfarlig; potentiell carcinogen; **marine pollutant**.

Den 1 februari 1991 sjönk kemikalietankern *Alessandro Primo* på 110 m djup i Adriatiska havet 16 n.m. nordost om Molfetta, Italien. Fartyget hade en last av 550 ton akrylonitril och 3000 ton etylendiklorid. En cirkulär riskzon med 10 n.m. radie etablerades i havet runt vraket.

Under de följande dagarna togs vattenprover på olika djup runt vraket. Fyra dagar efter olyckan påvisades spår av akrylonitril 500 m från vraket. Undersökning av vraket med en Remotely Operated Vehicle (ROV) visade också att det läckte akrylonitril. Fartyget hade skadats allvarligt när det stötte mot havsbotten. På grund av skadorna kunde vraket inte bärgas.

Vanliga dykare kunde inte gå ner på det stora djupet varför tre olika dykeriföretag engagerades för att bärga lasten. Den första åtgärden blev att täta läckan vilket gjordes den 21 februari. I början av april startade bärgning av lasten. Med hjälp av stora bärgningsfartyg och pontoonkranar tömdes vrakets tankar på mindre än en månad. Under arbetet vidtogs olika försiktighetsåtgärder där området övervakades av helikoptrar, fartyg och olika specialister. En stor del av akrylonitril-lasten hade läckt ut innan operationen startade, men det mesta av den återstående lasten kunde bärgas utan några incidenter.

Orsak till olyckan
Orsaken blev inte offentliggjord i engelskspråkiga rapporter om olyckan.

Erfarenheter från olyckan
På grund av det stora djupet och kemikaliernas farlighet blev bärgningsoperationen komplicerad och riskfylld. Den mätbara miljöskadan blev obetydlig.

Informationskällor
1) Rapporten "Alessandro Primo accident" från REMPEC av G. Tosco.
2) Rapport från EniChem, Milano, 1996.
3) Projektdokumentation från Smit Tak, Rotterdam.
4) Ref. 113, Annex 3, "Alessandro Primo, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

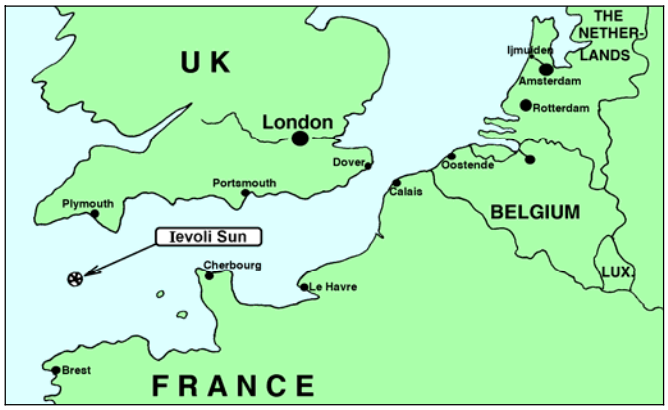
Sjunket tankfartyg med styren, metyletylketon och isopropylalkohol

(Olycka nr 31)

2000, 30 oktober Engelska kanalen , 45 n.m. nordväst om Batz, Frankrike

Styren (Klass 3) i en pråms lasttankar; brandfarlig vätska som avger irriterande ångor; kan polymerisera om den utsätts för föroreningar eller värme; **marine pollutant**.
Metyletylketon (MEK) (Klass 3) i fartygstankar; mycket brandfarlig vätska som avger irriterande ångor.
Isopropylalkohol (Klass 3) i fartygstankar; mycket brandfarlig vätska som avger irriterande ångor.

Den 30 oktober 2000 fick MRCC i Brest, Frankrike, ett SOS från den italienska kemikalietankern *Ievoli Sun*, från en position i Engelska kanalen. En lasttank i fartygets bogparti hade börjat läcka.



Ievoli Sun hade följande last:

4000 ton styren
1000 ton metyletylketon
1000 ton isopropylalkohol

Fartyget var på väg från Fawley i England till Barcelona och hade 14 mans besättning.

En oceangående bogserbåt och en räddningshelikopter sändes till platsen. Med hänsyn till den farliga lasten vinschades fartygsbesättningen upp i helikoptern.

Utsläpp kunde observeras i havet runt fartyget och vädret var sådant att fartyget riskerade att driva mot franska kusten där en grundstötning kunde förvärra skadan. Räddningspersonal vinschades ner till fartyget och kunde fästa en bogserlina varefter bogsering påbörjades i riktning mot halvön Cotentin väster om Cherbourg. Innan ankomsten till halvön sjönk *Ievoli Sun* på 70 m djup 20 n.m. väster om Cotentins nordspets.

En miljöräddningsaktion startade nu med insats av fartyg och flygplan från både England och Frankrike. Vrakplatsen märktes ut med radiobojar och all obehörig sjötrafik i området avlystes. Efter dykarundersökning av vraket beslöts att all styren och bunkerolja skulle pumpas upp från vraket medan metyletylketon och isopropylalkohol skulle släppas ut i havet under noggrann miljöövervakning. Operationen avslutades under maj 2001. Miljöprovtagning i området visade inga spår av föroreningar.

Orsak till olyckan

Läckage i fartygets bogsektion vars orsak inte redovisades.

Erfarenheter från olyckan

Både den franska och brittiska räddningsorganisationen hade samarbetat i Erika-olyckan mindre än ett år tidigare och kunde nu tillämpa de erfarenheter som erhållits. En nyutvecklad teknik kunde användas med fjärrstyrd läktring av vrakets styrenlast och bunker.

Informationskällor

1) Kortfattad rapport på engelska från Cedre, Frankrike (www.le-cedre.fr).
2) Ref. 113, Annex 3, “Ievoli Sun, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag.

Sjunket tankfartyg med saltsyra

(Olycka nr 32)

2000, 28 mars Väster om Kullen, norra Öresund, Sverige

Saltsyra 33 % (Klass 8) i cylindrisk tank; mycket hälsofarlig och korrosiv vätska; avger mycket irriterande ångor av klorväte; avger klor vid upphettning eller vid kontakt med vissa ämnen.

På morgonen den 28 mars 2000 kolliderade kemtankern *Martina* med lastfartyget *Werder Bremen* väster om Kullen i norra Öresund, Sverige.

Vid kollisionen klövs *Martina* i två delar och akterpartiet sjönk omedelbart. Den andra delen, som innehöll 600 ton 30 % saltsyra, flöt några timmar innan den också sjönk.

Sjön var grov och det rådde stark vind med kraftigt snöfall. Två personer kunde räddas från havet av besättningen på sju man. Fruktlösa försök gjordes att kontakta eventuella instängda besättningsmän i det sjunkande förpartiet.

Under de första två dagarna efter kollisionen var det omöjligt att nå vrakdelarna på grund av det hårda vädret. Den 30 mars lokaliserades båda delarna med remotely operated vehicles (ROV:s) av den svenska Kustbevakningen. Lasttanken var oskadad och det var ingen omedelbar risk för läckage från varken lasttank eller bunkertank. Ett bärgningsföretag engagerades för att ta hand om last och bunkerolja.

Bunkeroljan pumpades upp från vraket eftersom den annars kunde ge miljöskador. Saltsyra är vattenlöslig och inte miljöfarlig i mycket låga koncentrationer varför den långsamt släpptes ut under noggrann övervakning med pH-mätare. Dessa operationer utfördes den 20-23 maj och förlöpte utan problem. Miljöundersökning i området efteråt visade inga tecken på miljöskador.

Denna metod, att långsamt släppa ut en farlig syra från en sjunken farkost, har även tillämpats i USA (Olycka nr 07).

Orsak till olyckan

Kollision i hårt väder varvid kemtankern *Martina* klövs i två delar som sjönk till botten.

Erfarenheter från olyckan

Det hårda vädret vid olyckstillfället omöjliggjorde en lokalisering av vrakdelarna omedelbart efter olyckan. Efter två dygn hade vädret mojnat men var fortfarande för hårt för dykare varför ROV:s (remotely operated vehicles) användes för att lokalisera vrakdelar-

na. Bunkeroljan kunde pumpas upp och saltsyra-lasten kunde långsamt släppas ut i det omgivande havsvattnet under kontrollerade betingelser så att miljöskador undveks.

Informationskällor

1) Rapporten "Redovisning av operation Martina" av svenska Kustbevakningen.
2) Ref. 113, Annex 3, “Martina, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

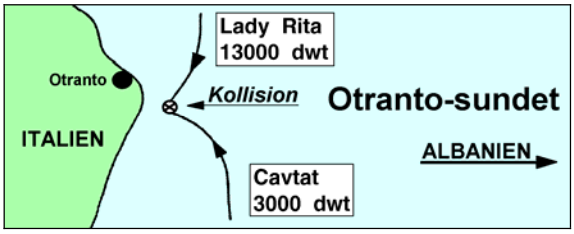
Sjunket fartyg med tetraalkylbly

(Olycka nr 33)

1974, 14 juli Otrantosundet i södra Adriatiska havet mellan Italien och Albanien

Trametylbly (TML, klass 6) och **tetraetylbly** (TEL, klass 6) i stålfat; vätskeformiga ämnen som är mycket hälsofarliga vid inandning och hudexponering; avger irriterande ångor; som handelsvaror är de oftast färgade rött, orange eller blått; **marine pollutants**.

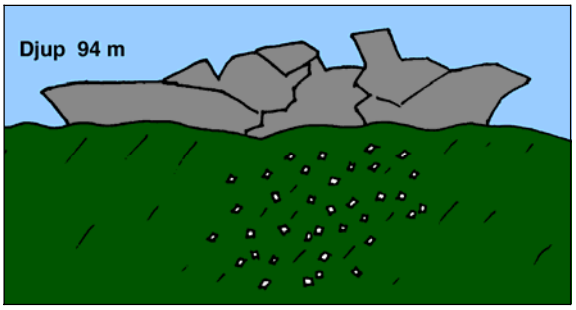
Den 14 juli 1974 kolliderade det jugoslaviska torrlastfartyget *Cavtat* med det Panamaregistrerade torrbulkfartyget *Lady Rita*. Fyra timmar efter kollisionen sjönk *Cavtat* på 94 m djup 3 nautiska mil utanför den italienska kusten. Vraket låg på italienskt territorialvatten.



Kollision mellan två fartyg i Otrantosundet i Adriatiska havet

Lasten i *Cavtat* bestod av 150 ton trametylbly (TML) i 500 fat lastade på väderdäck och 120 ton tetraetylbly (TEL) i 400 fat i lastrummen.

Cavtats skrov hade spräckts vid kollisionen och anslaget mot havsbotten. De 400 faten med trametylbly låg spridda på havsbotten runt vraket medan de övriga faten med tetraetylbly fanns kvar i lastrummen. Många fat hade krossats. Som en kuriositet kan nämnas att en koralldykare lyckades ta sig ner utan andningsutrustning och fästa en lina runt ett fat som därvid kunde bärgas.



Fartyget låg sönderbrutet på havsbotten med kemikaliefat utspridda runt om

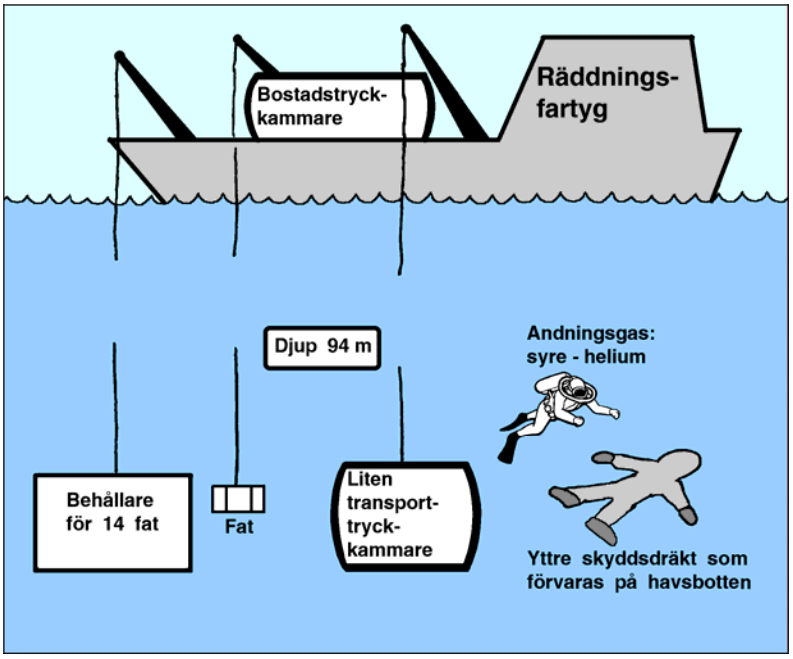
En livlig debatt uppstod i massmedia där man kunde läsa att 60 miljoner människors liv hotades av den farliga lasten. Den kände franske havsforskaren Jacques-Yves Cousteau engagerade sig intensivt i debatten och krävde att lasten måste bärgas. Otrantos polismästare instämde i Cousteaus krav och blev den ledande företrädaren för lokala myndigheter i regionen som framförde ovilkorliga krav på bärgning.

De italienska och jugoslaviska myndigheterna diskuterade ansvaret för en eventuell bärgning. Det stod klart att det skulle bli mycket besvärligt och dyrbart att bärga lasten och Jugoslavien hävdade att ansvaret log hos Italien eftersom vraket låg på italienskt ter-

ritorialvatten. Skadorna på *Cavtat* var så allvarliga att det inte fanns någon möjlighet att bärga hela fartyget. De 400 fat som låg utspridda på havsbotten måste ändå bärgas separat.

Efter mer än två års politiska diskussioner beslöt det italienska parlamentet att finansiera bärgningen av lasten. Uppdraget gick till det italienska offshorebolaget Saipem. I februari 1977 startade en förundersökning på platsen och i april 1977 kunde bärgningen startas. En representant för den svenska Kustbevakningen och en svensk marinbiolog besökte platsen och kunde studera hur bärgningen utfördes.

Arbetet på havsbotten utfördes som mättnadsdykning med tryck-kammare (se Bilaga 10 och Metod Z6) av alternerande lag med två lättdykare i varje lag. De andades en blandning av syrgas och helium. Dykarna arbetade på botten 8 tim/dygn och vistades övrig tid, för nattvila och intagande av föda, i en tryck-kammare placerad på räddningsfartygets däck. Efter 20 dygn under tryck följde dekompression under 3 dygn varefter ett nytt lag med 2 dykare avlöste.



Varje morgon tog sig dykarna över till en mindre tryck-kammare som sänktes ner till arbetsplatsen på 94 m djup. På havsbotten förvarades skyddsdräkter som dykarna tog på utanpå lättdykardräkterna. Via radiokontakt med ytfartyget flyttades faten med hjälp av lyftlina till en större behållare som rymde 14 fat. När denna behållare var full tillslöts den gastätt och lyftes upp till ytan varefter den ersattes med en tom behållare som firades ner till dykarna. Arbetet pågick i ett år.

Sammanfattning av operationen 1974 - 1978

Juli 1974	Kollisionen
Nov 1976	Ett fat bärgades av en koralldykare
Febr 1977	Förundersökning startade
April 1977	Bärgning av lasten startade
April 1978	Bärgningen avslutades

93 % (250 ton) av lasten bärgades
7 % (20 ton) av lasten hade skingrats

Bärgningskostnaden blev ca 125 milj kr

Orsak till olyckan
Fartygskollision.

Erfarenheter från olyckan
Beslutet om bärgning blev kraftigt fördröjt och togs inte förrän 2,5 år efter olyckan av italienska parlamentet efter kraftfulla påtryckningar av forskare, politiker och massmedia. När beslutet var taget utfördes bärgningen på ett professionellt sätt av offshorebolaget Saipem. Undersökningar på platsen efter bärgningen visade endast mindre miljöpåverkan.

Informationskällor
1) Till stor del personlig kommunikation.
2) Ref. 105
3) Ref. 113, Annex 3, "Cavtat, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

Vätgasexplosion i tankfartyg med natriumhydroxidlösning

(Olycka nr 34)

1984, 31 oktober Väster om Golden Gate Bridge, San Francisco, USA

Natriumhydroxidlösning (50 %, klass 8); frätande vätska som reagerar med många metaller (t.ex. zink) under utveckling av vätgas som är mycket brandfarlig och bildar explosiv blandning med luft; kan avge kraftigt irriterande ångor.

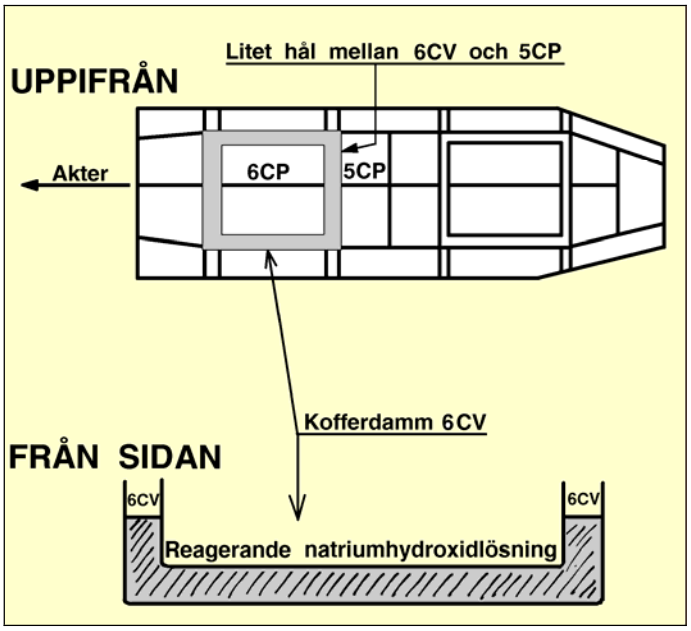
Av en ren tillfällighet kunde piloterna ombord på ett av amerikanska kustbevakningens flygplan bli ögonvittnen till en våldsam fartygsexplosion. Deras flygplan patrullerade den 31 oktober 1984 i farvattnen utanför San Francisco då de plötsligt såg en 150 m stor eldboll slå upp från det USA-registrerade tankfartyget *Puerto Rican*. Explosionen följdes av en brand med 400 m höga lågor.

En lots skulle just lämna *Puerto Rican* vid en position 8 n.m. väster om Golden Gate Bridge när explosionen inträffade i mitten av fartyget i närheten av en kofferdam.

Huvuddäck ovanför kofferdammen och närliggande vingtankar lyftes upp och kastades framåt av explosionen. Tankarna landade upp och ner på centertanken. Den våldsamma branden rasade utom kontroll under flera timmar.

I explosionsögonblicket befann sig lotsen, en tredjestyrman och en matros på babordssidan om huvuddäck. Alla tre kastades överbord av tryckvågen. Lotsen och tredjestyrman kunde räddas från havet men var allvarligt skadade. Matrosen återfanns aldrig. Återstående 26 besättningsmän kunde oskadda lämna fartyget. Några timmar efter explosionen boxerades fartyget längre ut till havs för att skydda stränderna från eventuella utsläpp från fartyget. Efter några dagar i kraftig sjö bröts fartyget itu varvid aktersektionen sjönk. Bogsektionen förblev flytande och bogserades senare till ett varv.

Tre veckor innan olyckan hade fartyget lastat 50 % natriumhydroxidlösning i tanken 5CP. Efter olyckan upptäcktes ett litet hål i tankväggen mellan 5CP och kofferdammen 6CV. Under de tre veckorna hade natriumhydroxidlösning läckt in i kofferdammen. Lösningen reagerade där med zink som fanns i epoxybeläggning på väggarna i kofferdammen. Reaktionen utvecklade vätgas och vätgaskoncentrationen ökade efter hand som tiden gick. När koncentrationen vid ett tillfälle hade nått den undre brännbarhetsgränsen för vätgas exploderade gasen.



Orsak till olyckan

Undersökning efteråt fastslog att den främsta orsaken till olyckan var det hål som uppkommit mellan lasttanken med natriumhydroxidlösning och kofferdammen. Omkring 400-500 m3 natriumhydroxidlösning hade läckt från tanken genom hålet och bildat en halvmeter hög vätskenivå i kofferdammen. Lösningen reagerade med zink-haltig epoxybeläggning (tank coating) i kofferdammen som alstrade vätgas. Genom hålet läckte även 200 m3 alkylbensen in i kofferdammen. Alkylbensenen antändes alldeles innan vätgasexplosionen. Orsaken till antändningen var troligen en gnista i kofferdammen som uppkommit genom metall-mot-metall-kontakt eller statisk elektricitet.

Erfarenheter från olyckan

Två veckor efter *Puerto Ricans* lastning av natriumhydroxidlösning noterades att dess volym i tanken 5CP var för liten vilket antydde att det kunde vara fråga om ett läckage. Kaptenen antog att det var fråga om ett mätfel men undersökte ändå de angränsande tankarna utom just kofferdammen 6CV som han förutsatte vara hermetiskt tillsluten och inertad med kväve. Man hittade ingen natriumhydroxidlösning i de undersökta tankarna och kaptenen tog det olyckliga beslutet att vänta med en noggrannare undersökning av natriumhydroxidtanken 5CP till dess tankens last hade lossats.

Vid den efterföljande utredningen framkom att fartyget hade ett system (”eductor system”) för påvisande av eventuellt innehåll i kofferdammen 6CV. Besättningen var dock inte medveten om systemets existens.

Informationskällor

1) Rapporter från US Coast Guard Marine Board of Investigation och US National Transportation Safety Board.
2) Ref. 113, Annex 3, “Puerto Rican, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

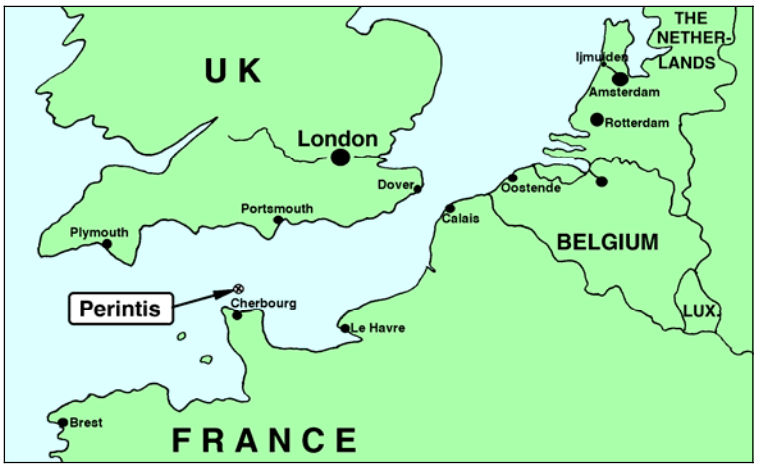
Sjunket containerfartyg med biocider

(Olycka nr 35)

1989, 13 mars Engelska kanalen, 7 n.m. norr om Cherbourg, Frankrike

Lindan (Klass 6) i stålfat; mycket giftig fast biocid; **severe marine pollutant**
Permetrin (Klass 6) och **Cypermetrin** (Klass 6), giftiga fasta biocider; mycket giftiga och bioackumulerande för flera vattenlevande organismer.

Det Panamaregistrerade och Indonesienägda containerfartyget *Perintis*, 1700 GRT, kantrade och sjönk den 13 mars 1989 under mycket hårt väder i ett viktigt fiskeområde i Engelska Kanalen.



Fartyget var på väg från Antwerpen till Indonesien. I dess last fanns bl.a. containrar med 6 ton av den mycket farliga biociden lindane och 1 ton vardera av biociderna permetrin och cypermetrin. Kemikalierna var förpackade i stålfat med avtagbara toppar (”removable head drums”). Faten med lindan (116 st) var stuvade i en container lastad på däck. Faten med de andra två biociderna (32 st) var stuvade i lastrum.

Alla tre biociderna är farliga för livet i havet. Lindan är farligast och har formen av vaxartade flagor som är nästan olösliga i vatten

Lindan är:
→ Ytterst farligt för människors hälsa och livet i havet
→ Bioackumulerande
→ Förbjudet i många länder för användning i jordbruket

Efter att besättningsmedlemmarna hade räddats togs information fram om lasten. I lastmanifestet hittade räddningsledningen information om de tre biociderna. Flera containrar hade setts flyta iväg från olycksplatsen och nu startade en omfattande sökning efter vraket och containrarna med biocider varvid fiske i närområdet avlystes.

Perintis återfanns på havsbotten efter sökning med sidscannande sonar. Lastluckorna hade slitits loss och containern med lindan hade spolats bort.

Flera flytande containrar bärgades ur havet. Containern med lindan påträffades den 15 mars och togs under natten på släp av en fransk bogserbåt i riktning mot Cherbourg. Under denna bogsering inträffade det olyckliga missödet att containern tappades i nattmörkret på okänd position och kunde sedan inte återfinnas trots intensiva eftersökningar. Eftersom lindan har mycket låg löslighet i vatten bedömdes så småningom att sökningen efter denna last kunde avblåsas.

Picture source: IMO

Omfattande undersökningar utfördes på havsbotten runt det sjunkna vraket där 28 av totalt 32 fat med permetrin och cypermetrin kunde lokaliseras. Med hjälp av fjärrstyrda remotely operated vehicles (ROV:s) försedda med manipulatorarmar överfördes faten till större behållare som sedan vinschades upp till bärgningsfartyg (jfr Metod Z2).

Under lång tid efter operationen utfördes miljöundersökningar i området utan att några skador eller tecken på biocider upptäcktes.

Orsak till olyckan

Fartyget kantrade och sjönk i mycket hårt väder.

Erfarenheter från olyckan

Efter operationen kunde man dra den slutsatsen att det var felaktigt att utan särskilda åtgärder bogsera en container med ett så farligt innehåll som lindan. Containern borde antingen tagits ombord på ett fartyg och/eller försetts med en sändare som kunde möjliggöra säker lokalisering av containern om den skulle tappas.

En viktig erfarenhet erhölls beträffande bogsering av en fraktcontainer. Om den utförs med containern släpande i rak position blir vattenmotståndet så stort att bogserlinan kan brista. Bogseringen bör i stället utföras med containern liggande asymmetriskt i vattnet och i övrigt förberedas med bestämda rutiner enligt Metod Y4.

Informationskällor

1) “The Perintis Incident”, rapport från Department of Transport, UK, 1992.
2) Ref. 113, Annex 3, “Perintis, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Skadat rorofartyg med 450 ton uranhexafluorid

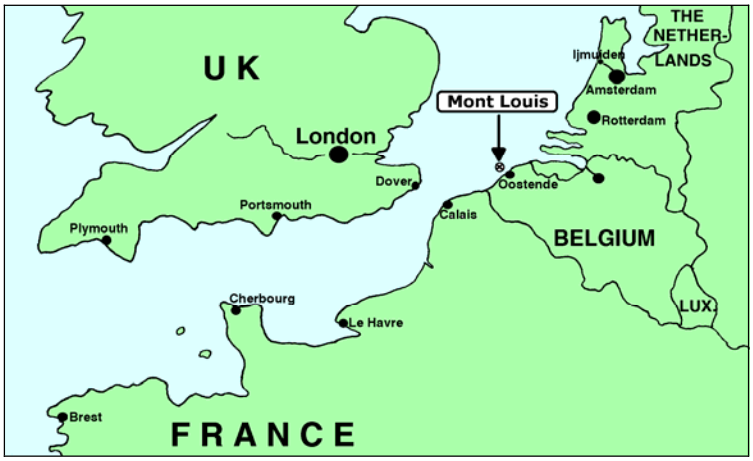
(Olycka nr 36)

1984, 25 augusti Engelska kanalen, 12 n.m. utanför Oostende, Belgien

Uranhexafluorid (Klass 7 och 8) in stålcylindrar; fast radioaktivt ämne med låg aktivitet; reagerar med vatten under bildning av mycket korrosivt och giftigt fluorväte; reagerar med många andra ämnen; avger irriterande och giftiga ångor.

Den 25 augusti 1984 kolliderade det franska rorofartyget *Mont Louis* med bilfärjan *Olau Britannia* utanför den belgiska kusten.

Mont Louis var på väg mot Riga i Lettland och hade en last av bl.a. 30 stålcylindrar med vardera 15 ton av reaktorbränslet uranhexafluorid, lastat i Le Havre, Frankrike.



Mont Louis träffades på styrbordssidan där ett stort hål revs upp som sträckte sig både över och under vattenlinjen. Efter kollisionen drev de två fartygen fastlåsta i varandra under flera timmar i riktning mot kusten innan fartygen lossnade varvid *Mont Louis* rullade över åt styrbord och sjönk på internationellt vatten några n.m. från kusten. Fartyget låg på 15 m djup delvis exponerat över vattenytan vid lågvatten.

Det holländska bärgningsbolaget Smit Tak International engagerades för att bärga lasten och belgiska myndigheter höll kontinuerlig uppsikt över operationen. Skrovet på *Mont Louis* skars upp och lasten av uranhexafluorid kunde efter vissa besvär lokaliseras och bärgas. Arbetet måste avbrytas vid flera tillfällen på grund av dåligt väder. Den 11 september började vraket brytas sönder av sjögången. Stålcylindrarna med uranhexafluorid motstod emellertid naturkrafternas åverkan. Fram till den 4 oktober, 40 dygn efter kollisionen, kunde en efter en av de 30 stålcylindrarna bärgas.

Redan någon dag efter kollisionen hade arbetet startat för att få tag i information om den last som fanns ombord på *Mont Louis*. Detta blev tidskrävande och den första informationen som erhölls visade sig vara felaktig. Inte förrän tre veckor efter kollisionen hade de belgiska myndigheterna en klar bild över lasten och dess risker. Man fick klart för sig att radioaktiviteten hos uranhexafluorid var låg och att den huvudsakliga faran var ämnets kemiska reaktivitet med vatten där korrosivt och giftigt fluorväte bildas.

Kostnaden för operationen blev USD 4,6 miljon.

Orsak till olyckan

Fartygskollision var orsak inte redovisades.

Erfarenheter från olyckan

Vid arbetet med att hämta uppgifter om lasten från besättningen på *Mont Louis* och ansvariga franska myndigheter upplevde den belgiska räddningsledningen anmärkningsvär-

da svårigheter att få korrekt information. Det var också svårt att få en klar bild över lastens farlighet och risker. Uttalanden av olika specialister skapade avsevärd förvirring och en hel del tid måste ägnas åt att dementera felaktig information. Kontakterna med massmedia blev därför besvärliga och tidskrävande. Den mediala nyhetsrapporteringen innehöll ofta felaktig information.

Bärgningen av lasten blev besvärlig och tog lång tid på grund av dels dåligt väder, dels den komplicerade operationen att skära hål i fartyget och söka efter last i lastrummen. Stålcylindrarna med uranhexafluorid förblev intakta under operationen och inga utsläpp inträffade, vare sig kemiska eller radioaktiva.

Informationskällor

1) "Scientific Evaluations of an Incident at Sea Involving a Sunken Ship Carrying a Dangerous Cargo", Thierry G. Jacques, Proceedings från "Symposium on Oceanology", Brussels, Belgien, 4-6 March, 1985.
2) Ref. 113, Annex 3, "Mont Louis, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

Sänkning av skadat torrlastfartyg med last av kalciumkarbid

(Olycka nr 37)

1981, 2 april Nordsjön, utanför den holländska ön Texel

Kalciumkarbid (Klass 4) i stålfat; fast ämne som reagerar snabbt med vatten under bildning av den brandfarliga och explosiva gasen **acetylen**.

I slutet av mars 1981 lastade det polska torrlastfartyget *Stanislaw Dubois* bl.a. följande last i Gdynia/Gdansk och Hamburg:

857 ton kalciumkarbid i stålfat
955 ton natriumhydroxid i säckar
5,4 ton organiska peroxider
5,6 ton explosivämnen

Med denna farliga last och andra produkter lämnade fartyget Hamburg den 1 april och ställde kursen mot Sydostasien. Den 2 april kolliderade *Stanislaw Dubois* med det sudanesiska fartyget *Omdurman* utanför den Holländska ön Texel.

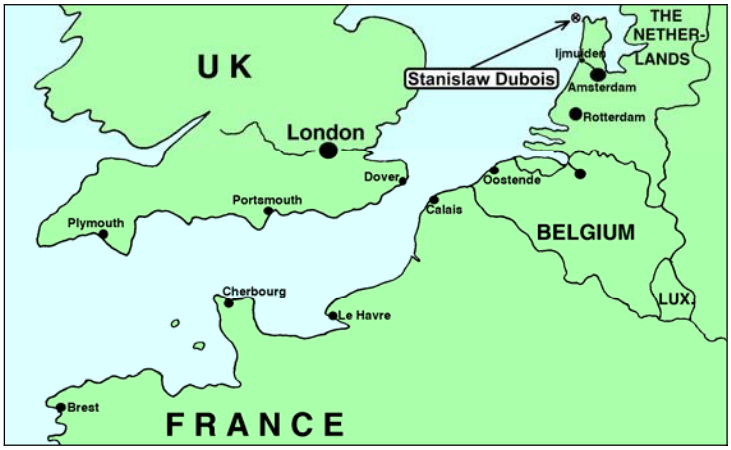
Stanislaw Dubois träffades på babordssidan där ett hål med storleken 7 × 7 m slets upp en meter ovanför slingerkölen varvid lastrummen nr 2 och 3 snabbt vattenfylldes. Fartyget fick även en hel del skador på däck. Bogserbåtar anlände till platsen och förde fartyget i riktning mot Rotterdam för en planerad reparation.

Ett av de vattenfyllda lastrummen i *Stanislaw Dubois* innehöll 500 ton kalciumkarbid och 400 ton cellulosa. Den senare lasten hade svällt upp av vatten och tryckte mot kalciumkarbiden som fanns i icke täta stålfat med avtagbara toppar ("removable head

drums"). Därmed fanns en risk att vatten kunde tränga in i faten och reagera med kalciumkarbiden och ge upphov till en explosiv luftblandning med acetylen.

Explosionsrisken medförde att *Stanislaw Dubois* inte fick angöra någon hamn i Holland eller övriga EG. Å andra sidan var det inte heller tekniskt möjligt eftersom fartygets djupgående hade ökat till 15 meter på grund av vattenfyllda lastrum.

Efter en veckas överläggningar i Holland beslöt myndigheterna att *Stanislaw Dubois* skulle sänkas. Fartyget hölls flytande av bärgningsfartyg som kontinuerligt pumpade bort inträngande vatten. Efter läktring av bunkeroljan eskorterades fartyget av den holländska marinen till en position 90 n.m. nordväst om ön Texel varefter *Stanislaw Dubois* sänktes på 72 m djup den 9 april 1981.



Orsak till olyckan

Fartygskollision som rev upp ett hål i babordssidan med följd att lastrum vattenfylldes. Vatten trängde in i lastpartier med kalciumkarbid vilket medförde akut explosionsrisk. De vattenfyllda lastrummen ökade fartygets djupgående så att det inte kunde angöra någon hamn för reparation.

Erfarenheter från olyckan

Det drastiska beslutet att sänka fartyget var kanske den enda möjliga lösningen eftersom ingen hamn kunde utnyttjas för reparation.

Informationskällor

1) Kortfattad rapport 1991 från Polish Ocean Lines, Gdynia, Poland.
2) Ref. 113, Annex 3, "Stanislaw Dubois, Maritime Chemical Accident", Engelskt sammandrag

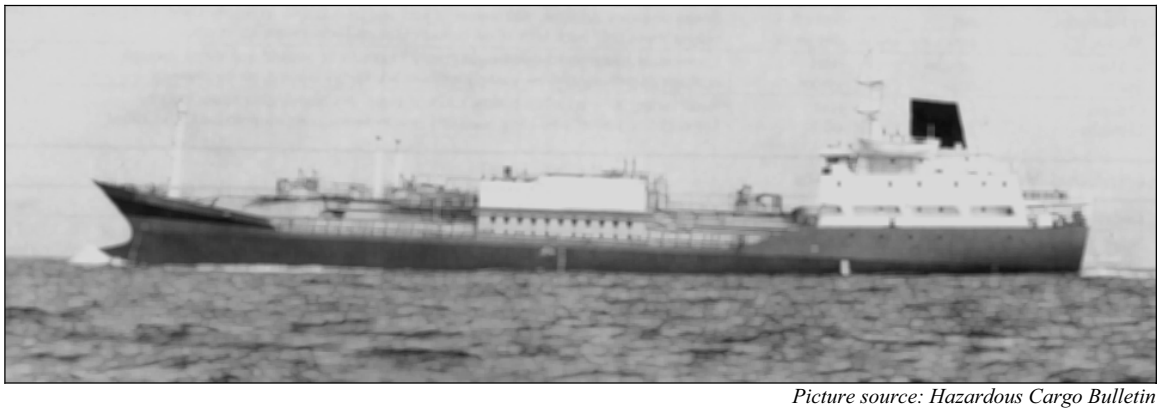
Gastankfartyg med brinnande last av propylen

(Olycka nr 38)

1990, 28 april Hamnen i Brindisi, södra Adriatiska havet, Italien

Propylen (Klass 2) i fartygsgastankar; kondenserad gas; mycket brandfarlig.

Den 28 april 1990 lossade gastankfartyget *Val Rosandra* propylen i Brindisis hamn i sydöstra Italien. Brand utbröt plötsligt mellan kompressorrummet och lasttank nr 3. Besättningen lyckades dock inte släcka branden utan larmade myndigheterna. Två besättningsmän skadades lätt under det fruktlösa arbetet.



Picture source: Hazardous Cargo Bulletin

Av säkerhetsskäl bogserades fartyget till en position 10 km utanför kusten. *Val Rosandra* begöts med vatten av brandsläckningsfartyg som låg på långt säkerhetsavstånd. Brandsläckningsförsöken fortsatte under tre veckor innan man gav upp. Den 15 maj (17 dygn efter brandens början) bogserades fartyget ytterligare 40 km från kusten där en riskzon etablerades dels runt fartyget, dels 6 km uppåt i luftrummet. Därefter sprängdes tanklucko-rna bort för att låta återstående 1800 ton propylen brinna av. Även bunkeroljan brändes av med hjälp av explosivämnen. Den 11 juni, 41 dygn efter brandens början, sänktes *Val Rosandra* med hjälp av sprängämnen. Undersökningar i området efter sänkningen visade inga tecken på miljöskador.

Orsak till olyckan

Brand mellan kompressorrummet och tank nr 3.

Erfarenheter från olyckan

Olyckan startade som en ganska liten brand som besättningen borde ha kunnat släcka. Men de kunde inte hantera brandsläckningsutrustningen på rätt sätt. När branden tilltagit i styrka kom räddningsledningen så småningom fram till slutsatsen att den bästa lösningen var att låta branden självdö och sedan sänka fartyget på djupt vatten.

Informationskällor

1) “The fire of gas carrier Val Rosandra”, rapport från REMPEC av G. Tosco.
2) “Hard nuts to crack”, Hazardous Cargo Bulletin, September 1990.
3) Ref. 113, Annex 3, “Val Rosandra, Maritime Chemical Accident”, Engelskt sammandrag

Bilaga 1
Första åtgärder vid kemikalieolycka

B1.1 Allmänna inledande åtgärder

Kapitel 1, Avsnitt 1.3 ger en kortfattad uppställning av allmänna rutiner som nästan alltid bör vidtas vid alla slag av incidenter och olyckor med kemikalier och farligt gods oavsett typ och omfattning.

International Maritime Organization (IMO) har utarbetat en "Manual on Chemical Pollution" där en första del (Ref. 42) beskriver allmänna åtgärder i samband med kemikalieolyckor och en andra del (Ref. 19) beskriver särskilda åtgärder beträffande förpackat farligt gods.

B1.2 Exempel på en checklista

Under en operation i samband med en större eller allvarlig kemikalieolycka är det värdefullt att följa en checklista där viktiga åtgärder prickas av under operationens förlopp. Nedanstående checklista (Tabell B1-1) kan tjäna som ett ***exempel*** (den används av National Strike Force i US Coast Guard).

1.	Riskbedömning utförd	☐
2.	Personlig skyddsutrustning utvald	☐
3.	Första insatsåtgärd beslutad	☐
4.	Arbets- och riskzon upprättad	☐
5.	Personlig skyddsutrustning kontrollerad	☐
6.	Personsaneringsanläggning upprättad	☐
7.	Mätinstrument kalibrerade	☐
8.	Kommunikationsplan upprättad	☐
9.	Kemdykare har blivit medicinskt godkända före insats	☐
10.	Initial insatsplan upprättad	☐
11.	Åtgärdsnivåer fastställda	☐
12.	Provtagningsplan upprättad	☐
13.	Initial orientering utförd	☐
14.	Övning genomförd i personsaneringsanläggningen	☐
15.	Kommunikationslinjerna kontrollerade	☐
16.	Erforderliga tillstånd utverkade/givna för operationen	☐
17.	Kemdykare har blivit medicinskt undersökta efter insats	☐
18.	Genomgång utförd med kemdykare efter initial insats	☐
19.	Modifieringar utförda av insats- och säkerhetsplan	☐
20.	Genomgång utförd av sanerad utrustning	☐
21.	Förorenat material omhändertaget	☐
22.	Protokoll upprättade beträffande personexponeringar av farliga ämnen	☐
23.	Genomgång utförd med OSC	☐

Tabell B1-1

B1.3 Minneslistor som stöd för första åtgärder och upprättande av checklista

B1.3.1 Typ av olycka

Grundstötning	Kollision	Brand ombord	Sjunket fartyg	Tappat farligt gods
- last - liv - läckage - brand	- last - liv - läckage - brand	- last - liv - gas - explosion	- last - djup	- container - typ av emballerat gods

B1.3.2 Risksituation

Vädersituation	Ämnen		Övrigt
- vind - ström - temperatur - spridningsprognos	- mycket brännbar vätska - annan brännbar vätska - frätande kemikalie - giftigt ämne - giftigt/brännbart ämne	- oxiderande ämne - giftig gas - giftig frätande gas - brännbar gas - brännbar giftig gas	- Tankar - tryckkärl

B1.3.3 Resursbehov

Fartyg/flyg	Personal	Sanering	Sjukvård
- miljöskyddsfartyg - flyg - annan myndighet - läktrare	- kemgrupper - RITS - övrig personal - experter	- container - dusch större - dusch mindre - kärl	- sjukvårdspersonal - akutväskor - skeppsapotek - sjukvårdsväska, dyk - Oxy-box

Personlig skyddsutrustning	Sökutrustning	Upptagningsutrustning
- kemskyddsdräkter - brandskyddsdräkter - dykardräkter - transportlådor	- ROV - släpsonar - övrig sonar (ex marinen) - flygspaning	- salvage drums (recovery drums, overpacks) - periferimunstycke (PIJESP) - mammutpump - skimmer - muddringsutrustning - borrutrustning för läktring av sjunket fartyg

Begränsningsutrustning	Mätinstrument
- vatten - länsor - kilar - expanderpluggar	- gasmätningsinstrument - explosimeter - syrgasmätare - radiakmätare

- utrustning för impaktering (återkondensering) - absorberingsmedel - övriga behandlingsmedel	- penndosimeter - mätinstrument för kemiska stridsmedel

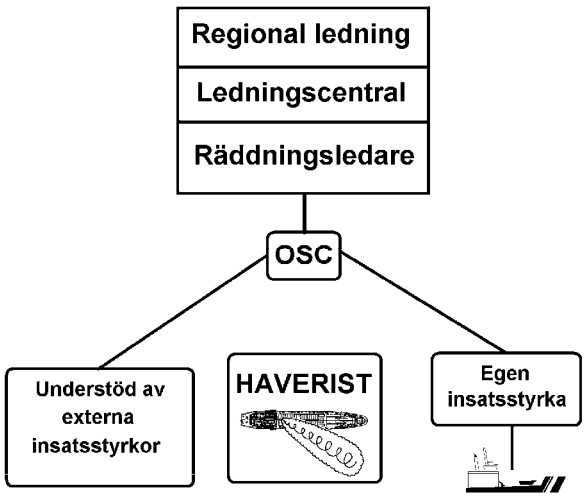
Beslutet om val av personlig skyddsutrustning och annan erforderlig utrustning tas av OSC (On-Scene Commander) som utgår från checklistor och aktuell hotbild (riskmiljö).

B1.4 Organisationsschema för insats vid större olycka

En OSC (On-Scene Commander) skall utses som är särskilt tränad för att leda insatser mot kemikalieolyckor i vatten-områden.

OSC skall leda både egna och externa insatsstyrkor
(se Figur B1-2).

Insats ombord på haverist skall alltid göras av vältränade kemdykare.



Figur B1-2

B1.5 Hotbild

En korrekt bedömning av den aktuella hotbilden är väsentlig när insatsen planeras och säkerheten utformas för insatspersonalen. Risknivån kan variera avsevärt beroende på insatsens målsättning och den typ av arbete som skall utföras. Behovet av risktagning för personalen måste hela tiden ifrågasättas under operationens förlopp.

Av praktiska skäl bör utformningen av kemdykarinsatsen baseras på en gradering av riskmiljön i två olika nivåer:

- **Högriskmiljö** med någon av följande egenskaper:

  - insatspunkt (ex ombord på fartyg) med lång inträngningsväg, dvs längre än en livlina
  - dålig sikt
  - risk för att kemdykares reträttväg kan spärras
  - risk för särskilda svårigheter beroende på fartygets konstruktion eller objektets art

- **Annan än högriskmiljö** är sådan miljö som ej klart kan hänföras till högriskmiljö.

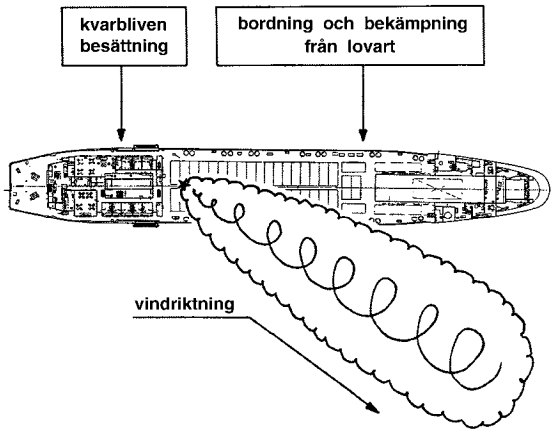
B1.6 Prioritetsordning för olika insatser

1. Livräddning: - Sökning efter skadade - Borttransportering av skadade från riskområde - Förstahjälpen - Sanering av skadade - Vidaretransport av skadade	**2.** Stoppa, begränsa och bekämpa utsläpp (t.ex. ta upp, neutralisera, spola överbord) **3.** Minska skada (brandbekämpa, kyl gods genom vattenbegjutning, flytta gods)

B1.7 Att närma sig haverist som är utsatt för kemikalieolycka

B1.7.1 Allmän strategi med hänsyn till vindriktning

Vid en kemikalieolycka ombord på ett fartyg kan farlig atmosfär uppstå och bilda ett synligt eller osynligt gasmoln som förflyttar sig i vindriktningen. I en sådan situation skall, om möjligt, det drabbade fartyget manövreras så att besättningens personalutrymmen hamnar snett i lovart om gasmolnet enligt Figur B1-3. Bordning och bekämpning bör också ske från lovartsidan enligt figuren.



Figur B1-3

B1.7.2 Alternativa transportmedel till och från haveristen

	Fördelar	Nackdelar
Med fartyg	Bra arbetsplattform Bra materielkapacitet Välkänd arbetsmiljö	Långsamt Svårt att borda Väderberoende
Med helikopter	Snabbt Lätt att sätta ombord personal oberoende av väder	Begränsad lastkapacitet Speciella säkerhetsbestämmelser (ex. dåligt väder)

Tabell B1-4

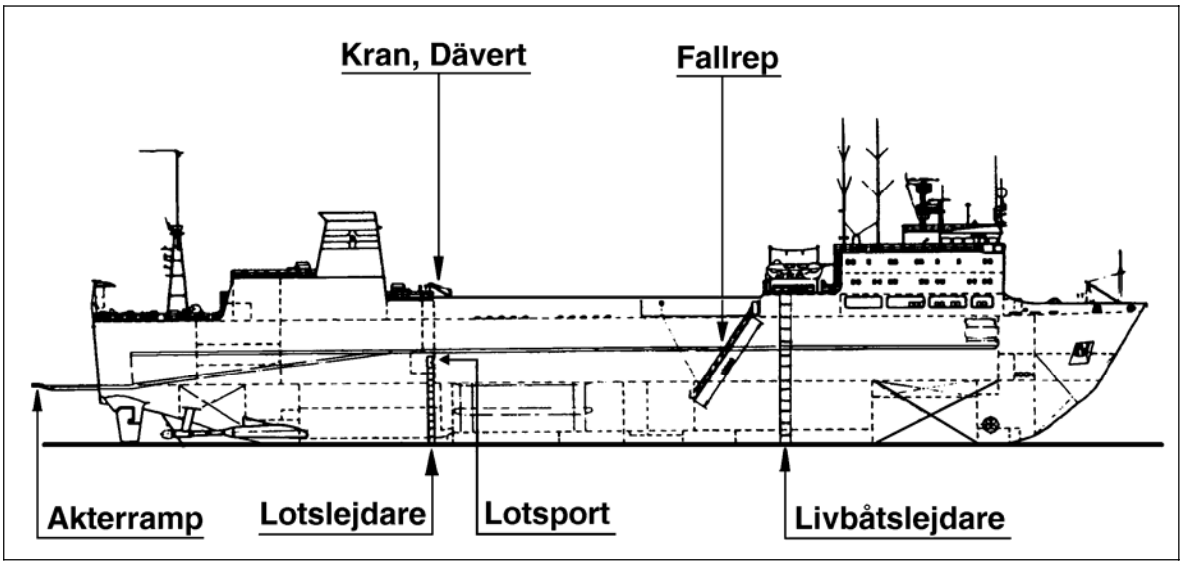
B1.7.3 Utrustning som skall medföras av kemdykare som bordar en haverist i en kemikaliebekämpningsoperation

- Lämplig personlig skyddsutrustning (jfr Bilaga 4, Personlig skyddsutrustning)
- Lämpliga mätinstrument (t.ex. för toxiska och brandfarliga ämnen)

- Lämplig säkerhetsutrustning (t.ex. för kommunikation, sanering och livräddning
- Lämplig bekämpningsutrustning
  (t.ex. för brandbekämpning, läcktätning, kylning och neutralisation)

B1.8 Alternativa vägar att komma ombord på en haverist

Fartygets typ och konstruktion är avgörande för vilka praktiska alternativ som finns för bordning (se Figur B1-5).



Figur B1-5

Fartygets typ och konstruktion avgör vilka tekniska möjligheter som finns till bordning. Beroende på fartygets bemanning och kraftförsörjning vid bordningsögonblicket kan nedanstående tre alternativa situationer förekomma.

Alt. 1. Fartyget är bemannat och dess kraftförsörjningen intakt

* lotslejdare	* bunker- och proviantportar	* ramper
* livbåtslejdare	* fallrep	* helikopter
* lotsport	* kranar	* direkt bordning
* lotshiss		

Alt. 2. Fartyget är bemannat men saknar kraftförsörjning

* lotslejdare	* fallrep	* helikopter
* livbåtslejdare	* bunker- eller proviantportar	* direkt bordning
* lotsportar		

Alt. 3. Fartyget är obemannat

* direkt bordning	* bordande fartygs egen kran
* helikopter	* redan uthängda lejdare

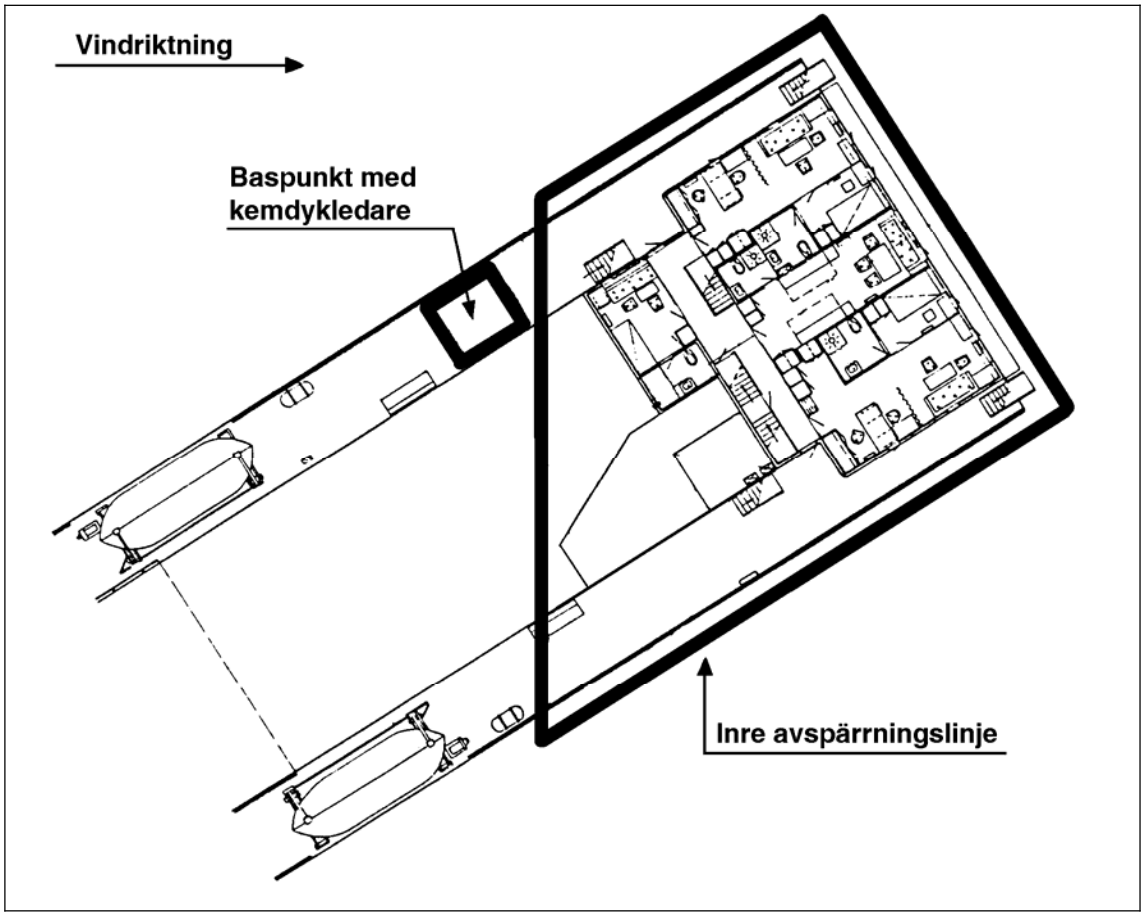
B1.9 Skadeplats, baspunkt och saneringsstation ombord på haverist utsatt för kemikalieolycka

Viktiga säkerhetsåtgärder

- Etablera en säker baspunkt och andra rena ytor ombord på ett fartyg som bordas
- Fult utrustade reservinsatsgrupper skall vara lätt gripbara
- Ett väl tilltaget antal extra luftpaket skall finnas lätt tillgängliga för kemdykarna

Runt skadeplatsen ombord läggs en **inre** avspärrning. Inom den inre avspärrningen får endast kemdykare **med helskydd** vistas.

Insatsen utgår alltid från gränsen för den inre avspärrningen där även en saneringsstation läggs. Vid en insats på ett fartyg kan dessa regler inte alltid följas, speciellt då svag vind råder. Saneringsstation placeras på miljöskyddsfartyg då sådant fartyg också utgör baspunkt för insats. Figur B1-6 ger exempel på inre avspärrning med baspunkt och saneringsstation.



Figur B1-6

Bilaga 2
Materials beständighet mot kemikalier

Vid åtgärder mot olyckor med kemiska lösningsmedel eller aggressiva kemikalier är det viktigt att vara medveten om de risker som föreligger att kemikalierna kan påverka material i skyddsdräkter och annan utrustning (länsor, upptagningssystem, behållare, pumpar, slangar osv).

Nedanstående tabeller B2-1 och B2-2 kan användas som ett grovt hjälpmedel vid bedömning av olika materials motståndskraft mot kemikalieangrepp.

I Tabell B2-1 framgår betydelsen (med exempel inom parentes) av de bokstäver som återkommer högst upp i Tabell B2-2.

	(exempel inom parentes)		*(exempel inom parentes)*
A	Klor	**K**	Klorerade kolväten (koltetraklorid)
B	Svaveldioxid	**L**	Alkoholer (isopropanol)
C	Ammoniak	**M**	Ketoner (aceton)
D	Oxiderande ämnen (väteperoxid)	**N**	Etrar (dietyleter)
E	Saltlösningar (natriumkloridlösning)	**O**	Estrar (etylacetat)
F	Alkalier, lut (natriumhydroxidlösning)	**P**	Nitriler (akrylonitril)
G	Oorganiska syror (svavelsyra)	**Q**	Aminer (trietanolamin)
H	Organiska syror (myrsyra)	**R**	Amider (dimetylformamid)
I	Alifatiska kolväten (n-hexan)	**S**	Aldehyder (formaldehyd)
J	Aromatiska kolväten (toluen)		

Tabell B2-1 *Källa: Finnish Emergency Services College*

Observera!

Kemikalierna i Tabell B2-1 avser rena substanser. Deras aggressivitet mot olika material kan förstärkas avsevärt om de kontamineras eller uppblandas med andra ämnen. Effekterna kan även förstärkas av ökad temperatur och koncentration.

Egenskaper och aggressivitet hos substanser inom samma kemikaliegrupp kan variera från substans till substans. Av denna anledning bör informationen i tabellerna B2-1 och B2-2 endast betraktas som vägledande. Informationen bör om möjligt kontrolleras mot källor med specifika data för ifrågavarande kemikalie och material.

Förutom materials motståndskraft mot kemikalier bör även deras mekaniska beständighet beaktas. Som exempel kan nämnas att en plastbehållare som är motståndskraftig mot en grupp flyktiga kemikalier kanske inte mekaniskt hållbar nog att motstå deras ångtryck, särskilt vid ökad temperatur t.ex. vid exponering för solljus.

Vid hantering av slangar, behållare etc., tillverkade av plast eller gummi, måste lämpliga säkerhetsåtgärder (jordning) alltid vidtas för att eliminera risken för uppkomst av statisk elektricitet.

Material	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Polyetylen (HDPE, LDPE, PE-X)	0	2	2	2	2	2	1	1	2	0	1	2	0	0	2	0	2	0	2
Polypropylen (PP)	2	2	2		2	2	1	2	1	1	0	2	1	0	2				2
Polyvinylklorid (PVC)	1	0	2	2	2	2	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2
Polytetrafluoretylen; Teflon (PTFE)	2		2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2
Polyvinylalkohol (PVAL)			0	0		0	0	0	2	2	2	0	0	2	2	0	2	0	0
Polystyren (PS)	0	1	2		2	1	0	1	1	0	0	2	2	0	0				0
Polyvinylidenfluorid; Kynar (PVDF)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2		0		2
Polykarbonat (PC)	1	0	0		2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0		0		2
Polymetylmetakrylat; Plexiglas (PMMA)	1	2	2		2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0		1		2
Akrylonitril-Butadien-Styren (ABS)	2	0	1		2	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0				2
Perfluoretylenpropylen (FEP)	2		2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2
Perfluoralkoxyalkan (PFA)	2		2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2
Polyklortrifluoretylen (PCTFE)	0				2	2	2	2	2	2	0	2							
Etylenklortrifluoretylen (ECTFE)	0				2	2	2	2	2	2	0	2							
Etylentetrafluoretylen (ETFE)					2	2	2	2	2	2		2							
Polyamid; Nylon (PA)	0	0	2		2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2				2
Polyacetal (POM)	0	0	2		2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2				2
Polyetylentereftalat (PETP)					2	2	0	0	2	2				2	2				2
Polyfenylenoxid (PPO)	2	2	2		2	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0				2
Polyfenylensulfid (PPS)	1	2	2		2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2				2
Styren-Akrylonitril (SAN)	0	1	2		2	1	0	1	1	0	0	2	2	0	0				0
Polysulfon (PSU)	1	1	2		2	2	1	2	1	0	1	0	1	1	0				2
Fenol-Formaldehyd (PF)	0	2	2		2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2				2
Epoxy (EP)	0	2	2		2	2	0	1	2	2	2	2	2	2	2				2
Omättad polyester; armerad plast	2	2	2	1	2	0	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0			2
Naturgummi (NR)	0	1	1	0	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Isopren; syntetisk naturgummi (IR)	0	1	1	0	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Kloropren; neopren (CR)	0	1	1	1	2	2	2	2	2	0	0	0	2	0	1	2	2	2	2
Nitrilgummi NBR)	0	0	2	0	2	2	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	2	2	2
Styren-Butadien-gummi (SBR)	0	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	1	1	2
Butylgummi (IIR)	0	2	2	0	2	2	1	2	0	0	0	2	2	1	2	0	2	1	2
Klorobutylgummi (CIIR)						2				0	0		2	1	2		0		
Fluorgummi; Viton (FEP or FKM)	2	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2
Klorsulfonerad polyetylen; Hypalon (CSM)	0	2	2	0	2	2	2	1	2	0	0	2	0	1	1	1	2	1	2
Etylen-Propylen-gummi (EPDM)	0	1	2	1	2	2	2	1	0	0	0	2	2	0	2	0	2	2	2
Silikongummi (VMQ,PVMQ,FMQ,FVMQ,etc)	0	1	2	2	2	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0		2	1	2
Vanligt stål (kolstål; t.ex. Fe 37)	2	2	0	0	0	1	0	0		2	2	0	2	2	2	2	0	0	
Vanligt gjutjärn	2	2	0	0	0	1	0	0		2	2		2	2	2	2	0	0	
Kiseljärn	2	2	0	0	0	1	2	1		2	2		2	2	2	2		0	
Rostfritt stål (t.ex. AISI 304)	2	2	2	2	2	2	0	0		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Syrafast stål (t.ex. AISI 316)	2	2	2	2	2	2	1	1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Aluminium	0		2	2	0	0	0	1	2	2	2	0	2	2	2	0	0	0	
Mässing (Cu-Zn)	0	2	0	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
Tennbrons (Cu-Sn)	0	2	0	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
Aluminiumbrons (Cu-Al)	0	2	0	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
Rödmässing (Cu-Sn-Zn/Pb)	0	1	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
Titan	0	2	2		2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bly	2	2			2	0	2	0		2	2	0	2	2	2				
Monel (Ni-Cu-Al/Mn)	2				2	2	1	2		2	2		2	2	2			0	
Hastalloy B (Ni-Mo)	2			0	2	2	2	2		2	2		2	2	2				
Hastalloy C (Ni-Cr-Mo)	2				2	2	2	2		2	2		2	2	2				

Tabell B2-2 *Källa: Finnish Emergency Services College*

2 beständig 1 begränsad beständighet 0 icke-beständig icke känt

Bilaga 3
Klassificering av kemikalier med hänsyn till deras beteende i vatten

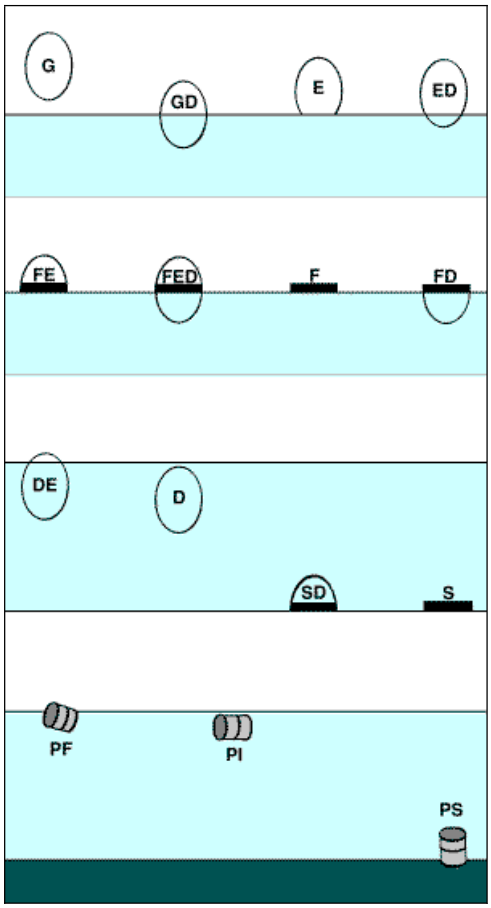
I denna bilaga presenteras ett ofta använt system för klassificering av löskomna kemikalier i vattenmiljön. Systemet grundar sig på kemikaliernas fysikaliska beteende i vatten och har 12 st klasser för fria kemikalier (G, GD, E, ED osv) och tre klasser för förpackningar (PF, PI, PS).

Klassificeringssystemets beteckningar för de 12 + 3 klasserna

G	Gas
GD	Gas/Dissolver
E	Evaporator
ED	Evaporator/Dissolver
FE	Floater/Evaporator
FED	Floater/Evaporator/Dissolver
F	Floater
FD	Floater/Dissolver
DE	Dissolver/Evaporator
D	Dissolver
SD	Sinker/Dissolver
S	Sinker
PF	Package Floater
PI	Package Immersed
PS	Package Sinker

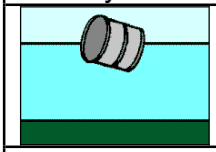
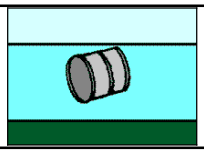
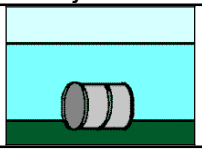
Tabell B3-1

Grafisk bild av kemikalieklassernas beteende i vatten



Figur B3-2

Klassificeringssystemets 3 klasser förpackningar

PF Package Floater	**PI Package Immersed**	**PS Package Sinker**
Förpackningen flyter	Förpackningen har ungefär samma volymvikt som vattnet och ligger i marvatten eller svävar omkring i vattenmassan	Förpackningen sjunker
		
w/v < ds-0,01	w/v = ds ± 0,01	w/v > ds+0,01
w = förpackningens bruttovikt, gram v = förpackningens bruttovolym, milliliter ds = vattnets densitet, gram/milliliter		

Tabell B3-3

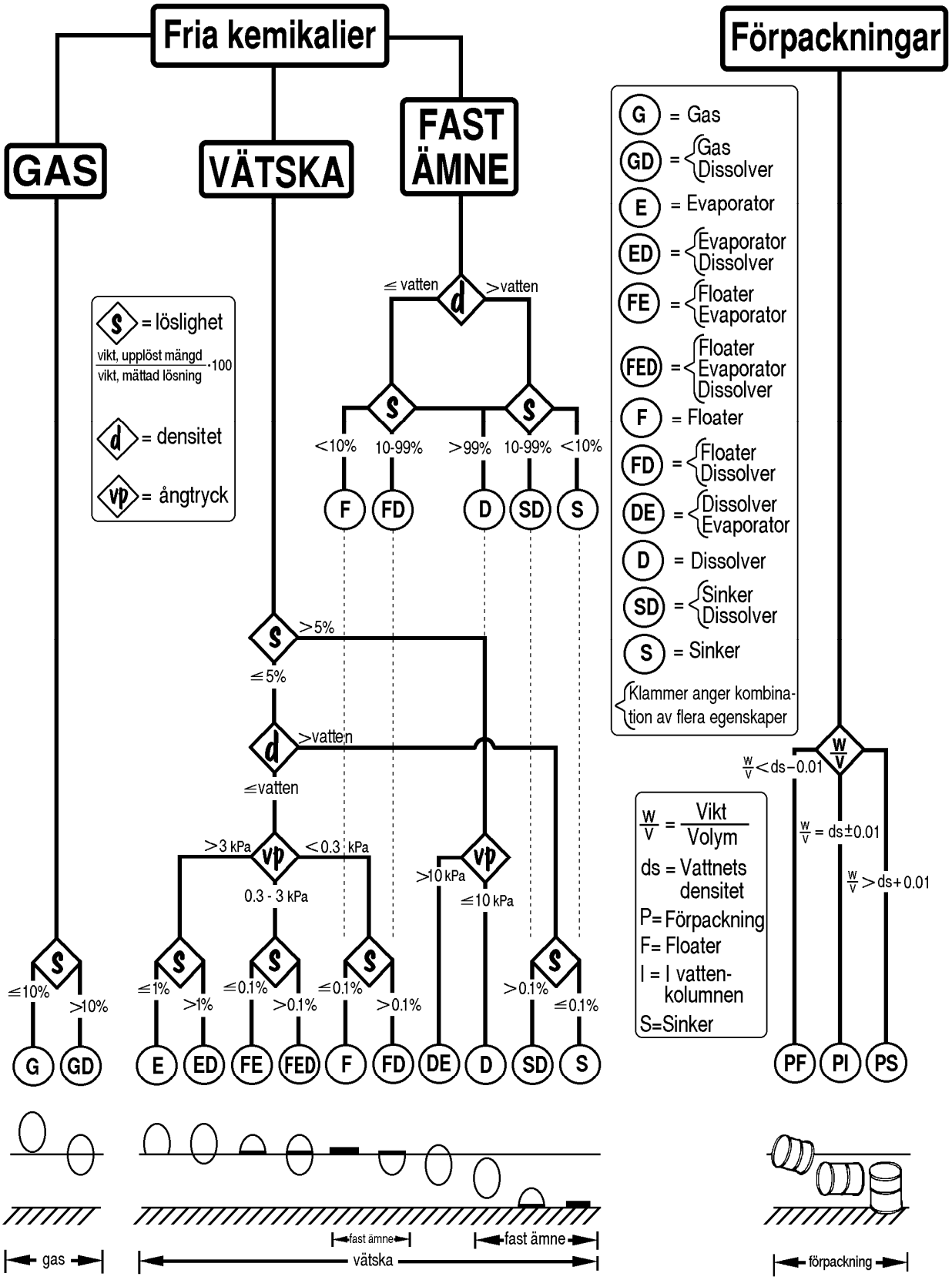
Exempel på ämnen i systemets 12 klasser fria kemikalier

	Klass	Egenskaper	Exempel	Spridning
Förgasas omedelbart (gaser)	**G**	förgasas omedelbart	propan, butan vinylklorid	**Luften**
	GD	förgasas omedelbart, upplöses	ammoniak	**Luften Vattenmassan**
Avdunstar snabbt	**E**	avdunstar snabbt	bensen, hexan cyklohexan	**Luften**
	ED	avdunstar snabbt, upplöses	metyl-t-butyleter vinylacetat	**Luften Vattenmassan**
Flyter	**FE**	flyter, avdunstar	heptan, styren terpentin toluen, xylen	**Luften Vattenytan**
	FED	flyter, avdunstar, upplöses	butylacetat isobutanol etylakrylat	**Luften Vattenytan Vattenmassan**
	F	flyter	ftalater vegetabiliska oljor animaliska oljor dipenten, isodekanol	**Vattenytan**
	FD	flyter, upplöses	butanol butylakrylat	**Vattenytan Vattenmassan**
Upplöses	**DE**	upplöses snabbt, avdunstar	aceton monoetylamin propylenoxid	**Luften Vattenmassan**
	D	upplöses snabbt	vissa syror och baser vissa alkoholer, glykoler vissa aminer metyletylketon	**Vattenmassan**
Sjunker	**SD**	sjunker, upplöses	diklormetan 1,2-dikloretan	**Botten Vattenmassan**
	S	sjunker	butylbensylftalat klorbensen kreosot, stenkolstjära tetraetylbly, tetrametylbly	**Botten**

Tabell B3-4

De 15 klasserna definieras i Flödesschemat B3-5 dels genom gränsvärden på löslighet, densitet och ångtryck för fria kemikalier, dels genom gränsvärden på kvoten vikt/volym för förpackningar.

Ett flödesschema som visar den fysikaliska bakgrunden till systemet för klassificering av löskomna kemikalier i vatten



Figur B3-5

Bilaga 4
Personlig skyddsutrustning

Personlig skyddsutrustning är utformad så att den hindrar eller minskar kontakt med farliga ämnen för hud, ögon och andningsorgan. Sådan utrustning måste bäras vid åtgärder mot olyckor med kemikalier och farligt gods där farlig atmosfär har konstaterats eller misstänks.

En detaljerad europeisk standard finns utarbetad för ”Skyddskläder för användning mot kemikalier i vätske- och gasform inklusive vätskeaerosoler och fasta partiklar” som finns utgiven i två delar, *EN 943-1:2002* och *EN 943-2:2002* (se Ref. 132). Här nedan ges en mycket kortfattad översikt av två av de totalt sex klasser som klassificeringen omfattar.

Klassificering av personlig skyddsutrustning enligt Europastandard (EN)

Typ 1	Högsta skyddsnivå där alla delar av dräkten skall vara helt gastäta och ge högsta skydd mot genomträngning av kemiska och biologiska ämnen samt mot vätske- och gasformiga industrikemikalier, samt vara mycket tåliga mot mekaniska påfrestningar. Andningsluften skall ge övertryck i hela skyddsdräkten. Underklass 1a: Luftpaketet är placerat på insidan av skyddsdräkten. Underklass 1b: Luftpaketet är placerat på utsidan av skyddsdräkten. Underklass 1c: Luftförsörjningen sker utifrån, t.ex. via luftslang.
Typ 2	Skyddsnivå där kravet på skydd mot genomträngning av kemiska ämnen och industrikemikalier avser lägre koncentration än för Typ 1. Dräkten skall skydda mot genomträngning av vätskor som sprutar kraftigt med lågt tryck från olika vinklar. Dräkten skall vara vätsketät men behöver inte vara gastät. Andningsluften skall ge ett övertryck i hela skyddsdräkten.
Typ 3 **Typ 4** **Typ 5** **Typ 6**	Lägre skyddsnivåer.

Tabell B4-1

USA har ett annat klassifikationssystem baserat på fyra skyddsnivåer, Level A – D, utarbetat av US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). De europeiska och amerikanska systemen använder till stor del olika kriterier för sina klassifikationssystem. I vissa delar överensstämmer dock det europeiska Typ 1a med det amerikanska Level A och Typ 1b med Level B.

Exempel på europeiska skyddsdräkter

Typ 1a

Källa: MSA

Figur B4-2

Källa: Räddningsverket (Lars Gylldorff)

Figur B4-3

Källa: Draeger

Figur B4-4

Typ 1b

Källa: Draeger

Figur B4-5

Källa: Vautex

Figur B4-6

Källa: Räddningsverket (Lars Gylldorff)

Figur B4-7

Typ 2

Källa: Draeger

Figur B4-8

Bilaga 5
Internationell märkning av farligt gods

B5.1 Allmänt

I avsnitt 6.1 beskrivs kortfattat IMDG-kodens 9 farlighetsklasser för emballerat farligt gods som transporteras till sjöss. I kodens kapitel 5.2 och 5.3 finns etiketter avbildade samt detaljbestämmelser som skall tillämpas vid etikettering av emballage. Färgbilder av etiketterna finns dessutom på insidan av ytterpärmarna för kodens alla volymer. I Figur B5-7 visas dessa etiketter.

Förpackning med farligt gods skall vara försedd med etiketter som anger **huvudfara** samt ev. **sekundärfara** (en eller flera). Etiketterna visar symboler och nummer för ämnets klasstillhörighet (se Figur B5-1) enligt IMDG-koden. Etiketter för radioaktiva och klyvbara ämnen (Klass 7) skall även vara försedda med förklarande text vilket är frivilligt för övriga klasser.

Förpackningen skall även vara försedd med ämnets tekniskt riktiga namn samt UN-nummer. Dessutom skall på emballaget finnas standardiserad UN-märkning som anger att förpackningen är typgodkänd för farligt gods (jfr Bilaga 9, avsnitt B9.5).

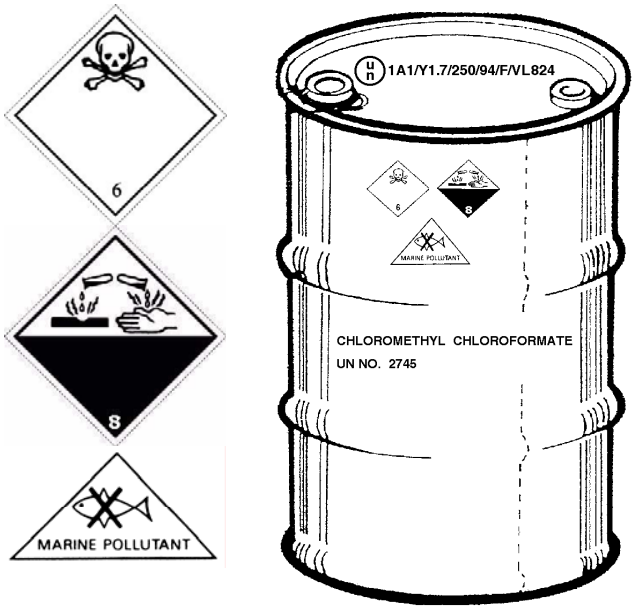
Etiketter och inskriptioner skall vara tydligt läsbara efter tre månader i saltvatten. Etiketterna storlek skall vara 100 mm × 100 mm för mindre förpackningar (fat, lådor etc.) och 250 mm × 250 mm för fraktcontainrar och fraktpallar med farligt gods.

B5.2 Etiketters placering på emballage och containrar

Figur B5-1 Visar hur ett fat har en etikett för huvudfara (klass 6, gifter), en etikett för sekundärfara (klass 8, frätande ämne) samt en etikett för miljöfara (marine pollutant).

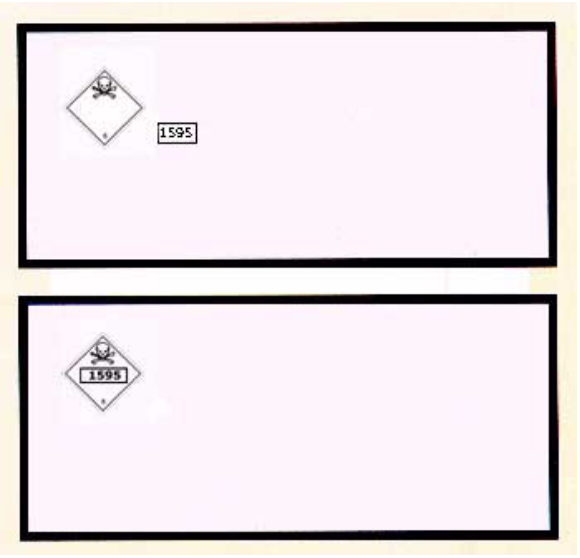
Under etiketterna finns angivet ämnets tekniskt riktiga namn samt UN-nummer.

På toppen finns en standardiserad UN-märkning som anger att förpackningen är typgodkänd för farligt gods.



Figur B5-1

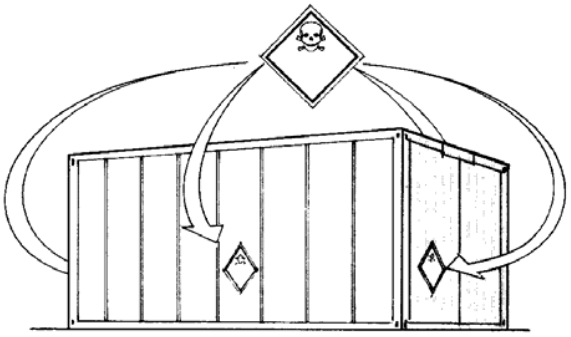
Figur B5-2
Etikett på en fraktpall med säckar innehållande ett oxiderande ämne



Figur B5-3
Exempel på alternativa sätt att åsätta UN-nummer (ej föreskrivet) på en torrlastcontainer innehållande ett enda ämne (klass 6, gifter)

Figur B5-4

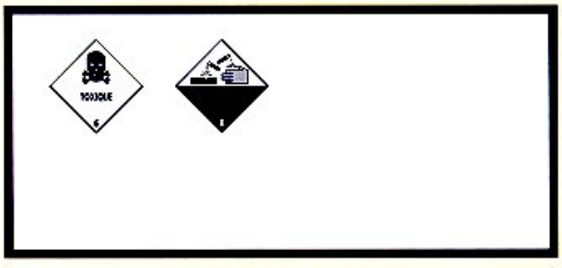
Torrlastcontainrar skall vara märkta med stora tydliga etiketter (250 mm × 250 mm) på alla lång- och kortsidor.



Källa: Arbetarskyddsnämnden, Sweden

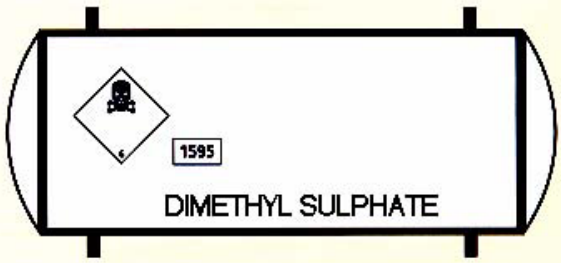
Figur B5-5

Exempel på märkning av en torrlast-container innehållande emballage med ämnen från två olika klasser. Endast etiketter behöver sättas på containern.

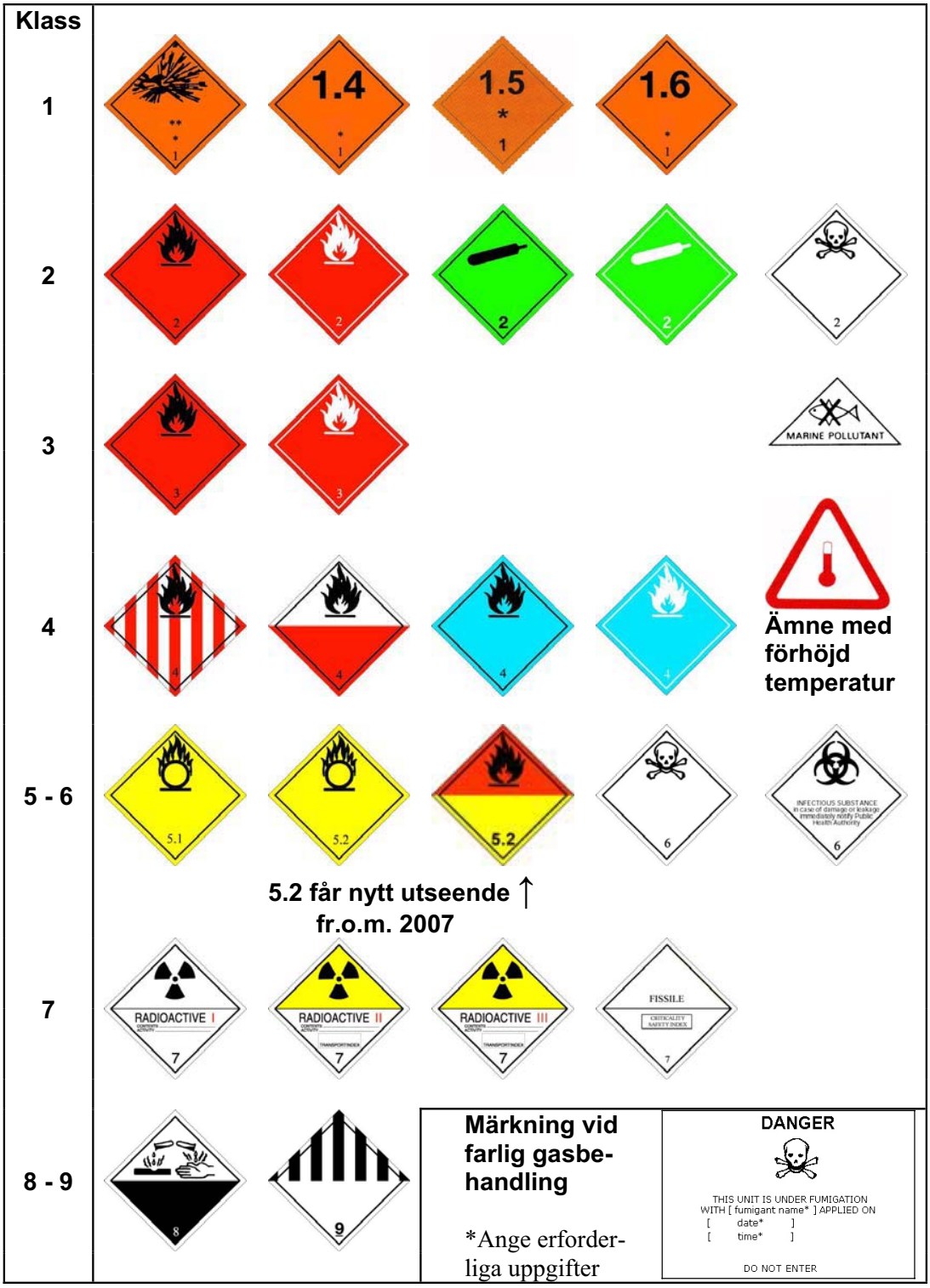


Figur B5-6

Exempel på märkning av en tankcontainer. Förutom etiketter måste ämnets tekniskt riktiga namn samt UN-nummer anges (gäller båda långsidorna).



B5.3 Etiketter och märkning för farligt gods enligt IMDG- koden



Figur B5-7

B5.4 NFPA:s farlighetsdiamant

Den amerikanska brandskyddsmyndigheten US National Fire Protection Association (NFPA) har utvecklat ett märkningssystem ("the NFPA fire diamond") som informationsstöd för insatspersonal vid olyckor med farligt gods. Systemet används över hela världen vid transport av farligt gods trots att det ofta inte krävs i transportsammanhang. Avsikten med detta märkningssystem är egentligen användning vid fasta installationer, förvaringsplatser, försäljningsställen, laboratorier och kemiska processenheter.

Figur B5-8 ger en översiktlig beskrivning av farlighetsdiamanten och Figur B5-9 ger några exempel. Se Figur B5-10 för mer ingående förklaringar till farlighetskoderna.

Brandfara	
4	Extremt brandfarligt
3	Kan antändas vid normal temperatur
2	Kan antändas vid lätt uppvärmning
1	Kan antändas vid moderat uppvärmning
0	Kan ej antändas

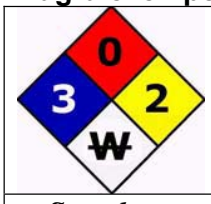
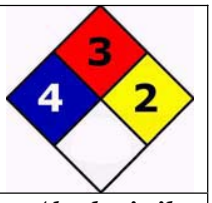
Hälsofara	
4	Extremt hälsofarligt
3	Mycket hälsofarligt
2	Hälsofarligt
1	Måttlig hälsofara
0	Ingen (normal) hälsofara

Reaktivitet	
4	Mycket instabilt – exploderar lätt
3	Kan explodera vid påverkan av värme eller mekanisk chock
2	Kan reagera kraftigt med vatten
1	Instabilt vid upphettning
0	Stabilt

Speciella risker	
OXY	Oxiderande ämne
ACID	Syra
ALK	Alkali
COR	Korrosivt ämne
W	Använd icke vatten

Figur B5-8

Några exempel

				
Svavelsyra	*Klor*	*Bensen*	*Acetylklorid*	*Akrylonitril*

Figur B5-9

Figurerna B5-10 och B5-11 visar hur farlighetsgraderingen i NFPA:s farlighetsdiamant används vid insatser mot kemolyckor.

US Fire Administration:s guide för kemdykare (First Responders) baserad på National Fire Protection:s (NFPA) farlighetsdiamant					
Hälsofara - Blå färgkod		**Brandfara – Röd färgkod**		**Reaktivitetsfara – Gul färgkod**	
Möjliga personskador		**Brandrisker**		**Reaktionsbenägenhet**	
4	Ämnen som vid mycket kort exponering kan vara livsfarliga eller förorsaka svår skada.	**4**	Ämnen med hög brandfara som avdunstar eller skingras snabbt vid normal omgivningstemperatur.	**4**	Ämnen med hög explosionsbenägenhet under normala temperaturer och tryck.
3	Ämnen som vid kort exponering kan vara livsfarliga eller förorsaka svår skada.	**3**	Vätskor och fasta ämnen som kan antändas under alla normala omgivningstemperaturer.	**3**	Ämnen med explosionsbenägenhet vid initiering med tryck, hetta eller vatten.
2	Ämnen som, vid intensiv eller fortsatt men inte kronisk exponering, kan förorsaka tillfällig, eller möjligen kvarstående, skada.	**2**	Ämnen som kan antändas vid måttlig upphettning eller vid exponering för relativt höga omgivningstemperaturer.	**2**	Ämnen som, vid förhöjd temperatur och ökat tryck, lätt reagerar häftigt eller som reagerar häftigt med vatten eller bildar explosiv blandning med vatten.
1	Ämnen som vid exponering kan förorsaka irritation men endast ringa kvarstående skada.	**1**	Ämnen som bara kan antändas efter uppvärmning.	**1**	Ämnen som normalt är stabila men som blir instabila vid förhöjd temperatur och ökat tryck.
0	Ämnen som, vid exponering under brand, inte ger större skada än vanliga brännbara ämnen.	**0**	Icke brännbara ämnen.	**0**	Ämnen som är stabila även vid brand och som inte reagerar med vatten.

Figur B5-10

US Fire Administration:s guide för kemdykare (First Responders)
Strategi vid tillämpning av National Fire Protection:s (NFPA) farlighetsdiamant

Tabellen är tillämpbar endast vid reaktivitetsfara 0 – 1
(vid reaktivitetsfara 2 – 4 gäller alltid defensiv strategi)

NFPA Hälsofara						
	4	Endast defensiva åtgärder.	Endast defensiva åtgärder.	Endast defensiva åtgärder.	Endast defensiva åtgärder.	Endast defensiva åtgärder.
	3	Endast defensiva åtgärder efter identifiering och riskbedömning av inblandade ämnen.	Endast defensiva åtgärder efter identifiering och riskbedömning av inblandade ämnen.	Endast defensiva åtgärder efter identifiering och riskbedömning av inblandade ämnen.	Endast defensiva åtgärder efter identifiering och riskbedömning av inblandade ämnen.	Endast defensiva åtgärder efter identifiering och riskbedömning av inblandade ämnen.
	2	Insats med helskyddsutrustning från säkert avstånd. Efteråt skall personal och utrustning saneras noggrant.	Insats med helskyddsutrustning från säkert avstånd. Efteråt skall personal och utrustning saneras noggrant.	Insats med helskyddsutrustning från säkert avstånd. Efteråt skall personal och utrustning saneras noggrant.	Insats med helskyddsutrustning från säkert avstånd. Efteråt skall personal och utrustning saneras noggrant.	Insats med helskyddsutrustning från säkert avstånd. Efteråt skall personal och utrustning saneras noggrant. Överväg olika insatsalternativ.
	1	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck. Sanering efteråt.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck. Sanering efteråt.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck. Sanering efteråt.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck. Sanering efteråt.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck. Sanering efteråt. Överväg olika insatsalternativ.
	0	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck.	Insats med heltäckande skyddsdräkt och andningsapparat med övertryck. Sanering efteråt. Överväg olika insatsalternativ och högtrycksutrustning.
		0	**1**	**2**	**3**	**4**
		NFPA brandfara				

Figur B5-11 *Senaste uppdatering: 3 november 1998*

B5.5 Kemler-tal eller Farlighetsnummer

ADR:s Hazard Identification Number HIN (Kemler Code) kallas i de nordiska länderna ofta ”Farlighetsnummer”, “Kemler-tal” eller “Kemler-tall”. Det anges på skyltar placerade på fordon, containrar och järnvägsvagnar med farliga ämnen som landtransporteras efter de internationella ADR- och RID-reglerna.

På skyltarna (se exempel Figur B5-12) visas det riskinformerande Kemler-talet överst och det ämnesidentifierande UN-numret nederst. Det senare följer “UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods”. Exemplet visar transportskyltens utseende för acetylklorid.

Kemler-talet (”farlighetsnumret”) för acetylklorid (ADR Hazard Identification Number HIN, Kemler Code)

UN-nummer för acetylklorid

Figur B5-12

En motsvarande orangefärgad blank skylt (utan nummer) anger blandad farlig last med olika ämnen.

Figur B5-13

Den s.k. Hazchem-koden används inte i de nordiska länderna och behandlas inte här.

Betydelsen av Kemler-talet eller Farlighetsnumret

Den första siffran i Kemler-talet eller Farlighetsnumret anger primär risk. Om den är dubblerad är risken särskilt stor. Den andra och tredje siffran anger vanligen sekundär risk. En fördubbling av en siffra visar på en förstärkning av motsvarande fara. När faran hos ett visst ämne kan beskrivas tillräckligt med endast en siffra följs denna av en nolla. Farlighetsnumret för klasserna 2 till och med 9 består av två eller tre siffror. Siffrorna hänvisar allmänt till följande faror:

2	Gasutveckling på grund av tryck eller kemisk reaktion
3	Brandfarlighet hos vätskor (ångor) och gaser, eller självupphettande vätska
4	Brandfarlighet hos fasta ämnen eller självupphettande fast ämne
5	Oxiderande (brandunderstödjande) verkan
6	Giftighet eller smittfara
7	Radioaktivitet
8	Frätande egenskaper
9	Risk för spontan, häftig reaktion
X	Om farlighetsnumret föregås av bokstaven ”X” innebär detta att ämnet reagerar farligt med vatten. För sådana ämnen får vatten endast användas efter bedömning av sakkunnig.

Betydelsen hos vissa använda sifferkombinationer:

20	kvävningsframkallande gas eller gas utan sekundärfara
22	kyld kondenserad gas, kvävningsframkallande
223	kyld kondenserad gas, brandfarlig
225	kyld kondenserad gas, oxiderande (brandunderstödjande)
23	brandfarlig gas
239	brandfarlig gas som spontant kan leda till en häftig reaktion
25	oxiderande (brandunderstödjande) gas
26	giftig gas
263	giftig gas, brandfarlig
265	giftig gas, oxiderande (brandunderstödjande)
266	mycket giftig gas
268	giftig gas, frätande
30	- brandfarlig vätska (flampunkt minst 23°C och högst 61°C), eller - brandfarlig vätska eller fast ämne i smält tillstånd med flampunkt över 61°C uppvärmd till en temperatur lika med eller över flampunkten, eller - självupphettande vätska
323	brandfarlig vätska som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
X323	brandfarlig vätska som reagerar farligt med vatten så att brandfarliga gaser bildas (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
33	mycket brandfarlig vätska (flampunkt under 23°C)
333	självantändande vätska
X333	självantändande vätska (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
336	mycket brandfarlig vätska, giftig
338	mycket brandfarlig vätska, frätande
X338	mycket brandfarlig vätska, frätande, som reagerar farligt med vatten (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
339	mycket brandfarlig vätska som spontant kan leda till en häftig reaktion
36	brandfarlig vätska (flampunkt minst 23°C och högst 61°C), mindre giftig, eller självupphettande vätska, giftig
362	brandfarlig vätska, giftig, som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
X362	brandfarlig vätska, giftig, som reagerar farligt med vatten så att brandfarliga gaser bildas (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
368	brandfarlig vätska, giftig, frätande
38	brandfarlig vätska (flampunkt minst 23°C och högst 61°C), frätande
382	brandfarlig vätska, frätande, som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
X382	brandfarlig vätska, frätande, som reagerar farligt med vatten så att brandfarliga gaser bildas (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
39	brandfarlig vätska som spontant kan leda till en häftig reaktion
40	brandfarligt eller självreaktivt eller självupphettande fast ämne
423	fast ämne, som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
X423	brandfarligt fast ämne, som reagerar farligt med vatten så att brandfarliga gaser bildas (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
43	självantändande (pyrofort) fast ämne
44	brandfarligt fast ämne i smält tillstånd vid förhöjd temperatur
446	brandfarligt fast ämne, giftigt, i smält tillstånd vid förhöjd temperatur

46	brandfarligt eller självupphettande fast ämne, giftigt
462	giftigt fast ämne, som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
X462	fast ämne, som reagerar farligt med vatten så att giftiga gaser bildas (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
48	brandfarligt eller självupphettande fast ämne, frätande
482	frätande fast ämne, som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
X482	fast ämne, som reagerar farligt med vatten så att frätande gaser bildas (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
50	oxiderande (brandunderstödjande) ämne
539	brandfarlig organisk peroxid
55	starkt oxiderande (brandunderstödjande) ämne
556	starkt oxiderande (brandunderstödjande) ämne, giftigt
558	starkt oxiderande (brandunderstödjande) ämne, frätande
559	starkt oxiderande (brandunderstödjande) ämne, som spontant kan leda till en häftig reaktion
56	oxiderande (brandunderstödjande) ämne, giftigt
568	oxiderande (brandunderstödjande) ämne, giftigt, frätande
58	oxiderande (brandunderstödjande) ämne, frätande
59	oxiderande (brandunderstödjande) ämne, som spontant kan leda till en häftig reaktion
60	giftigt eller mindre giftigt ämne
606	smittförande ämne
623	giftig vätska, som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
63	giftigt ämne, brandfarligt (flampunkt minst 23°C och högst 61°C)
638	giftigt ämne, brandfarligt (flampunkt minst 23°C och högst 61°C), frätande
639	giftigt ämne, brandfarligt (flampunkt högst 61°C), som spontant kan leda till en häftig reaktion
64	giftigt fast ämne, brandfarligt eller självupphettande
642	giftigt fast ämne, som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
65	giftigt, oxiderande (brandunderstödjande) ämne
66	mycket giftigt ämne
663	mycket giftigt ämne, brandfarligt (flampunkt högst 61°C)
664	mycket giftigt fast ämne, brandfarligt eller självupphettande
665	mycket giftigt ämne, oxiderande (brandunderstödjande)
668	mycket giftigt ämne, frätande
669	mycket giftigt ämne, som spontant kan leda till en häftig reaktion
68	giftigt ämne, frätande
69	giftigt eller mindre giftigt ämne, som spontant kan leda till en häftig reaktion
70	radioaktivt ämne
78	radioaktivt ämne, frätande
80	frätande eller svagt frätande ämne
X80	frätande eller svagt frätande ämne, som reagerar farligt med vatten (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
823	frätande vätska som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
83	frätande eller svagt frätande ämne, brandfarligt (flampunkt minst 23°C och högst 61oC)
X83	frätande eller svagt frätande ämne, brandfarligt (flampunkt minst 23°C och högst 61°C), som reagerar farligt med vatten (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
839	frätande eller svagt frätande ämne, brandfarligt (flampunkt minst 23°C och högst 61°C), som spontant kan leda till en häftig reaktion
X839	frätande eller svagt frätande ämne, brandfarligt (flampunkt minst 23°C och

	högst 61°C), som spontant kan leda till en häftig reaktion och som reagerar farligt med vatten (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
84	frätande fast ämne, brandfarligt eller självupphettande
842	frätande fast ämne som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas
85	frätande eller svagt frätande ämne, oxiderande (brandunderstödjande)
856	frätande eller svagt frätande ämne, oxiderande (brandunderstödjande) och giftigt
86	frätande eller svagt frätande ämne, giftigt
88	mycket frätande ämne
X88	mycket frätande ämne som reagerar farligt med vatten (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
883	mycket frätande ämne, brandfarligt (flampunkt minst 23°C och högst 61°C)
884	mycket frätande fast ämne, brandfarligt eller självupphettande
885	mycket frätande ämne, oxiderande (brandunderstödjande)
886	mycket frätande ämne, giftigt
X886	mycket frätande ämne, giftigt, som reagerar farligt med vatten (vatten får endast användas efter godkännande av sakkunnig)
89	frätande eller svagt frätande, som spontant kan leda till en häftig reaktion
90	miljöfarligt ämne; övriga farliga ämnen
99	olika farliga ämnen som transporteras vid förhöjd temperatur

Bilaga 6
Omvandlingstabeller för måttenheter

I handbokens webbversion ger omvandlingstabellerna automatisk omvandling av måttenheter

Längd		
	tum	× 2,54 =		centimeter
	fot	× 30,48 =		centimeter
	fot	× 0,3048 =		meter
	yard	× 0,9144 =		meter
	engelska mil	× 1,609 =		kilometer
	nautiska mil	× 1,852 =		kilometer
	centimeter	× 0,3937 =		tum
	centimeter	× 0,03281 =		fot
	meter	× 1,0936 =		yard
	kilometer	× 0,6214 =		engelska mil
	kilometer	× 0,5400 =		nautiska mil

Areal		
	kvadrattum	× 6,4516 =		kvadratcentimeter
	kvadratfot	× 0,0929 =		kvadratmeter
	kvadratyard	× 0,836 =		kvadratmeter
	kvadratmiles	× 2,590 =		kvadratkilometer
	kvadratcentimeter	× 0,155 =		kvadrattum
	kvadratmeter	× 10,7639 =		kvadratfot
	kvadratmeter	× 1,196 =		kvadratyard
	kvadratkilometer	× 0,386 =		kvadratmiles

Volym		
	US gallons	× 3,7854 =		liter
	UK gallons	× 4,5461 =		liter
	oil barrels	× 42 =		US gallons
	oil barrels	× 159 =		liter
	liter	× 0,2642 =		US gallons
	liter	× 0,2100 =		UK gallons
	US gallons	× 0,02381 =		oil barrels
	liter	× 0,0063 =		oil barrels

Massa och vikt		
	ounces	× 28,3495 =		gram
	pounds	× 0,4536 =		kilogram
	short tons	× 0,9072 =		metriska ton
	long tons	× 1,016 =		metriska ton
	gram	× 0,035274 =		ounces
	kilogram	× 2,2046 =		pounds
	metriska ton	× 1,1023 =		short tons
	metriska ton	× 0,9842 =		long tons

Temperatur		
	Fahrenheit (F)	(F- 32) × 5/9 =		Celsius
	Celsius	× 9/5 + 32 =		Fahrenheit

Tryck

	normalatmosfärer (atm)	× 101,325 =		kilopascal (kPa)
	tekniska atmosfärer (at)	× 98,0665 =		kilopascal (kPa)
	bar	× 100 =		kilopascal (kPa)
	mm Hg (0°C)	× 133,322 =		kilopascal (kPa)
	dyn/kvadratcm	× 0,0001 =		kilopascal (kPa)
	fot Hg, convent.* (ftHg)	× 40,63666 =		kilopascal (kPa)
	tum Hg (32°F)	× 3,38638 =		kilopascal (kPa)
	tum Hg, convent.* (inHg)	× 3,386389 =		kilopascal (kPa)
	kg-kraft/kvadratcm (kgf/cm²)	× 98,0665 =		kilopascal (kPa)
	kip/kvadrattum (ksi) (kip/in²)	× 6894,757 =		kilopascal (kPa)
	psi (pound-kraft/kvadrattum) (lbf/in²)	× 6,894757 =		kilopascal (kPa)
	torr	× 0,1333224 =		kilopascal (kPa)

	kilopascal (kPa)	× 0,00987 =		normalatmosfärer (atm)
	kilopascal (kPa)	× 0,010197 =		tekniska atmosfärer (at)
	kilopascal (kPa)	× 0,01 =		bar
	kilopascal (kPa)	× 7,5006 =		mm Hg (0°C)
	kilopascal (kPa)	× 10000 =		dyn/kvadratcm
	kilopascal (kPa)	× 0,024608 =		fot Hg, convent.* (ftHg)
	kilopascal (kPa)	× 0,2953006 =		tum Hg (32°F)
	kilopascal (kPa)	× 0,2952998 =		tum Hg, convent.* (inHg)
	kilopascal (kPa)	× 0,010197 =		kg-kraft/kvadratcm (kgf/cm²)
	kilopascal (kPa)	× 0,000145 =		kip/kvadrattum (ksi) (kip/in²)
	kilopascal (kPa)	× 0,1450377 =		psi (pound-kraft/kvadrattum) (lbf/in²)
	kilopascal (kPa)	× 7,500615 =		torr

* De konventionella måttenheterna för tryck baserade på Hg avser höjden på den uppmätta kvicksilverpelaren omräknad till 0°C och tyngdaccelerationen 9,80665 m/s².

Bilaga 7
Mudderverk

B7.1 Inledning

Kemikalieolyckor i vattenområden med ämnen som sjunker till botten ger upphov till komplicerade bärgningsoperationer där mudderverk är mycket viktiga redskap. I USA har man stora erfarenheter på detta område. Landet har ett rikt förgrenat nät av vattenvägar med stora transporter av kemikalier och farligt gods. Åtskilliga olyckor har hänt med sjunkande ämnen och den amerikanska räddningstjänsten har stora erfarenheter från bärgningsoperationer där mudderverk har använts.

Det finns olika typer av mudderverk som lämpar sig mer eller mindre bra för detta ändamål (Ref. 35, Ref. 40, Ref. 68, Ref. 75, Ref. 83 och Ref. 84).

Amerikanska officiella tekniska översikter finns i Ref. 143, Ref 144 och Ref. 145.

Nedanstående tabell B7-1 ger exempel (bilder visas längre ner) på de tre huvudtyper av mudderverk som finns: Mekaniska, hydrauliska och pneumatiska. Se även avsnitt 5.4.

Typ	Exempel		Anm.
Mekaniska mudderverk	♦Bucket Ladder (paternosterverk) ♦Clamshell (gripskopa) ♦Dipper (grävskopa)		Se Metod 81 Se Olycka nr 11
Hydrauliska mudderverk	♦Plain Suction ♦Dustpan ♦Cutterhead	♦Hopper ♦Mudcat ♦Periferiinjektor-munstycke	Se Metod 82 Metod 83 Metod 84 Se Olycka nr 02
Pneumatiska mudderverk	♦Pneumatic ♦Airlift (mammutsug, mammutpump)		Se Metod 85 Se Metod 86 Se Olycka nr 06 Se Olycka nr 07

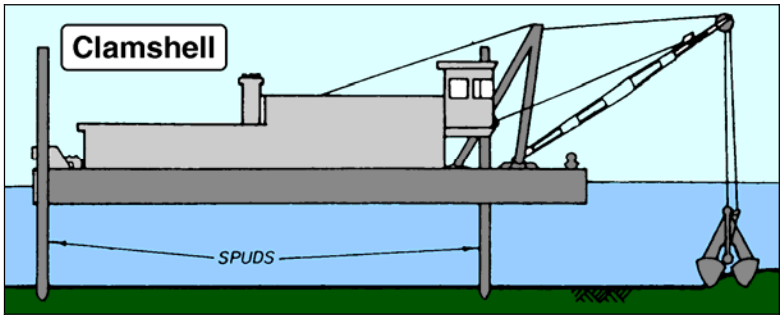
Tabell B7-1

B7.2 Mekaniska mudderverk

Den enklaste formen av mekaniska mudderverk är grip- eller grävskopor (Figur B7-2 och Figur B7-3) som kan användas på grunda vattenområden med maskinverket placerat på en pråm eller närliggande kaj eller strand. En sådan enkel metod för muddring av ett kemikalieutsläpp har tillämpats i Göteborgs hamn (Olycka nr 11) vid upptagning av sjunken fenol från hamnbassängens botten.

Figur B7-2

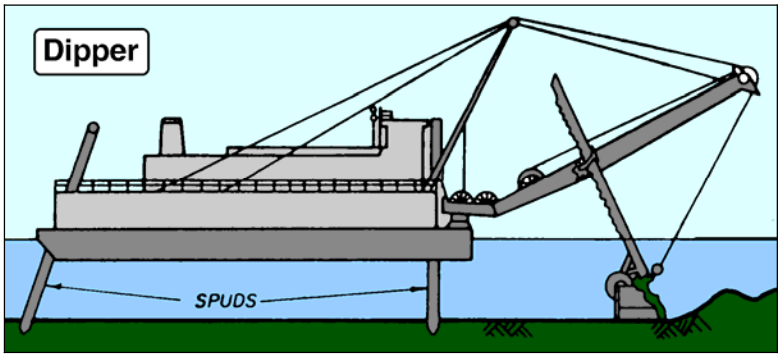
Mekaniskt mudderverk av typ Clamshell (gripskopa)



Hand et al.

Figur B7-3

Mekaniskt mudderverk av typ Dipper (grävskopa)

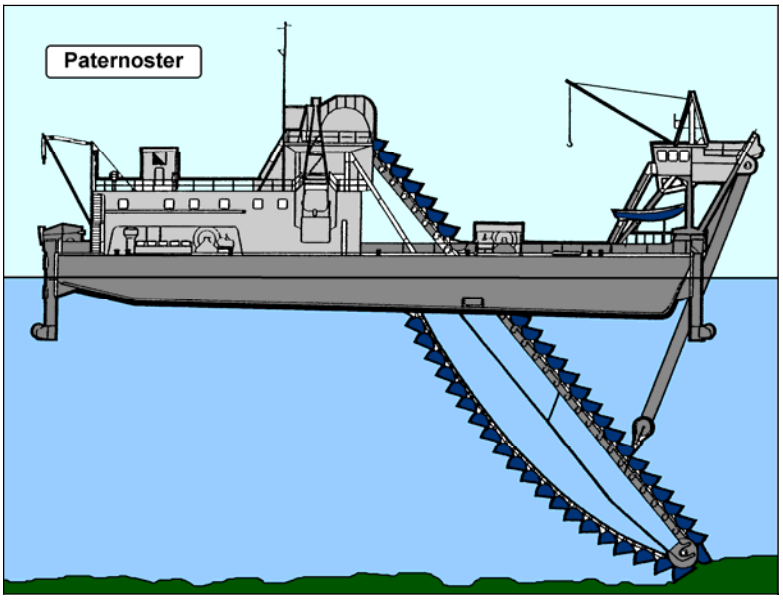


Hand et al.

Exempel på större mekaniska mudderverk är de traditionella s.k. paternosterverken (Figur B7-4) med skovlar fastsatta på ett ändlöst band som successivt gräver upp material från botten. De finns i moderniserade versioner (Bucket Ladder, Figur B7-5) men är dock normalt inte lämpliga i dessa sammanhang. De åstadkommer alltför stor turbulens på botten vilket riskerar att sprida den sjunkna kemikalien över större områden.

Figur B7-4

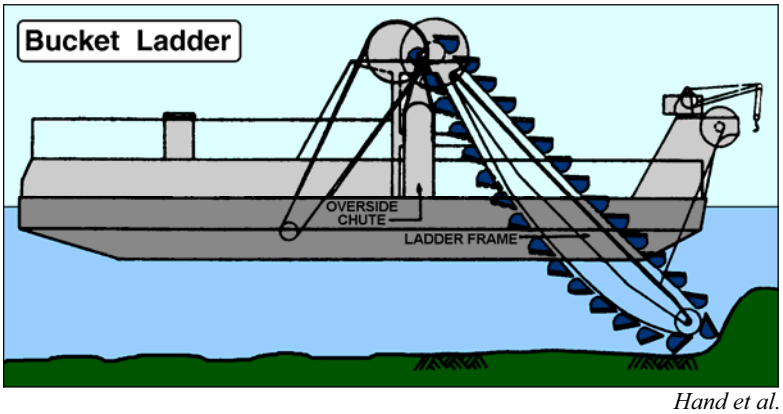
Mekaniskt mudderverk av typ konventionell paternoster



Hand et al.

Figur B7-5

Mekaniskt mudderverk av typ paternoster (Bucket Ladder)



Hand et al.

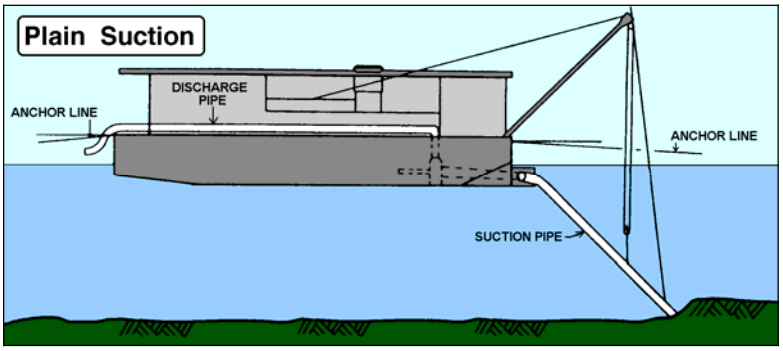
B7.3 Hydrauliska mudderverk

Vid breddning och fördjupning av farleder, hamnar m.m. används numera ofta hydrauliska mudderverk (”sugmudderverk”). Dessa är bättre lämpade, än mekaniska mudderverk, för upptagning av sjunkna kemikalier där försiktighet måste iakttas så att de inte sprids ut över större bottenområden under muddringen. Vanliga konstruktioner av hydrauliska mudderverk visas i Figur B7-6 - B7-10.

Hopper-mudderverket (Figur B7-9) skiljer sig från de övriga hydrauliska mudderverken genom att vara utrustat med dels ett kraftigt framdrivningsmaskineri, dels inmatningsmagasin (”hopper”). De övriga hydrauliska mudderverken arbetar vanligen på mycket grunda vatten där de upptagna muddermassorna förs genom, vanligen flytande, grova slangar (**pipelines**) till containrar placerade på prånar eller på närbelägna stränder eller kajer (se Olycka nr 02). Dessa kallas ofta **pipeline**-mudderverk (”pipeline dredges”) och saknar vanligen framdrivningsmaskineri.

Figur B7-6

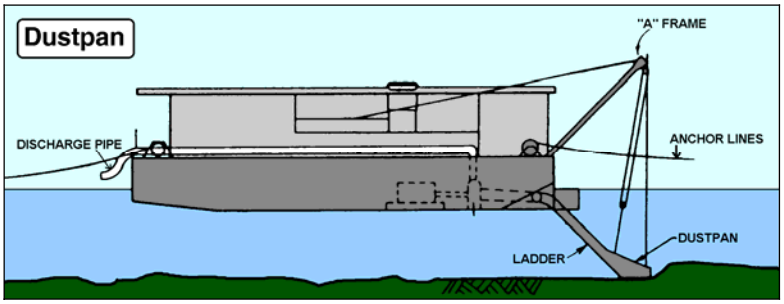
Hydrauliskt mudderverk av typ Plain Suction



Hand et al.

Figur B7-7

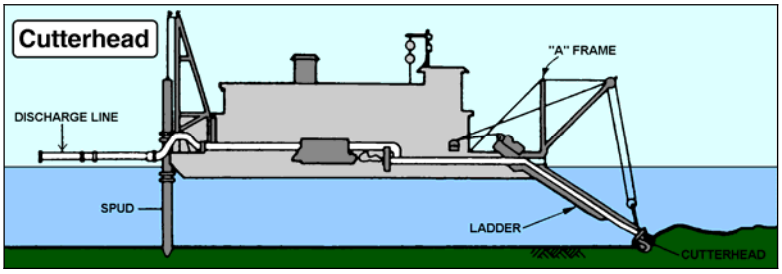
Hydrauliskt mudderverk av typ Dustpan



Hand et al.

Figur B7-8

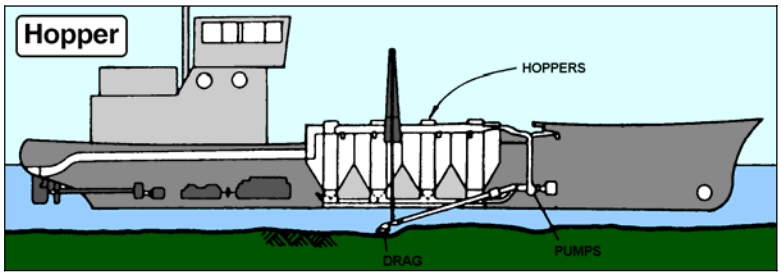
Hydrauliskt mudderverk av typ Cutterhead



Hand et al.

Figur B7-9

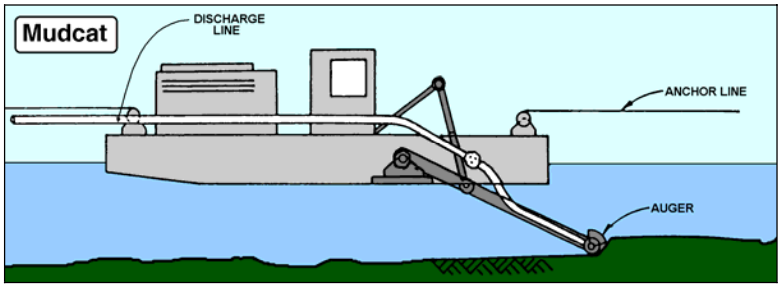
Hydrauliskt mudderverk av typ Hopper (”hopper” = ”inmatningsmagasin”)



Hand et al.

Figur B7-10

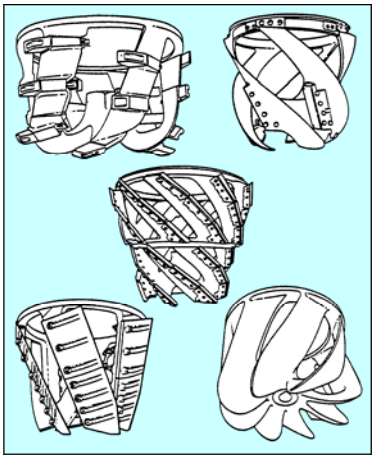
Hydrauliskt mudderverk av typ Mudcat



Hand et al.

B7.4 Mudderhuvuden

Vissa typer av hydrauliska mudderverk har s.k. mudderhuvuden för att effektivisera arbetet vid fördjupning av kanaler m.m. Vid upptagning av bottenliggande kemikalier måste sådana mudderhuvuden avmonteras eftersom de i likhet med skovlar på mekaniska mudderverk åstadkommer kraftig bottenturbulens som tenderar att sprida ut kemikalieutsläppet.



Figur B7-11

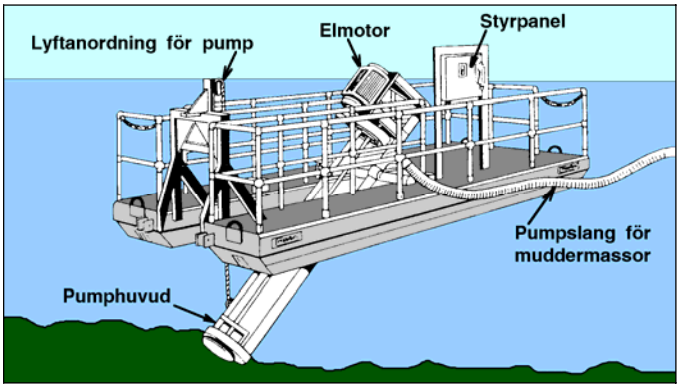
Olika konstruktioner av mudderhuvuden

Hand et al.

B7.5 Mudderverk för grunt vatten

Bottensug för grunt vatten

Figur B7-12 visar en enkelt hydrauliskt mudderverk som består av en katamaranbaserad sugpump för muddring på mellan ca 1 och 3 m djup. Pumphuvudet kan fällas ner till botten genom mellanrummet i dubbelskrovet. Upptaget material pumpas bakåt via en slang till en angränsande behållare.



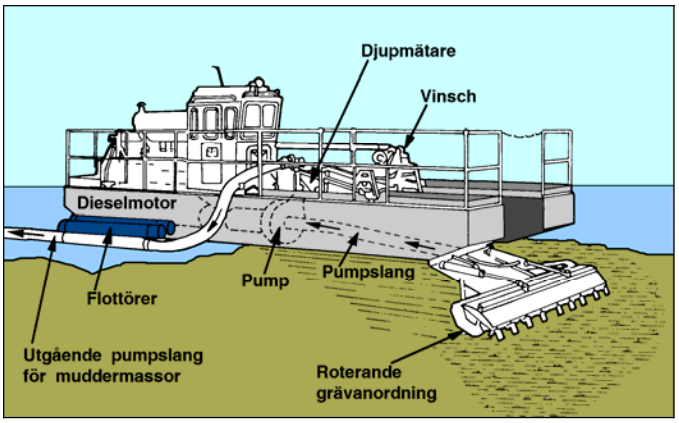
Figur B7-12 *Courtesy of Environment Canada*

Enkelt hydrauliskt mudderverk för arbete på grunt vatten

Bottensugen i Figur B7-12 tillverkas under benämningen "Crisafulli Sludge Handling System" av SRS Crisafulli, Inc., Montana, USA (Ref. 122).

Hydraulisk-mekanisk mudderanordning för grunt vatten

Figur B7-13 visar en pråm med katamaranskrov försedd med en sugpump som är kopplad till en roterande skovelanordning. Den senare förs fram på botten och gräver upp det bottenliggande materialet. Systemet kan arbeta ner till djup av ungefär 5 m.



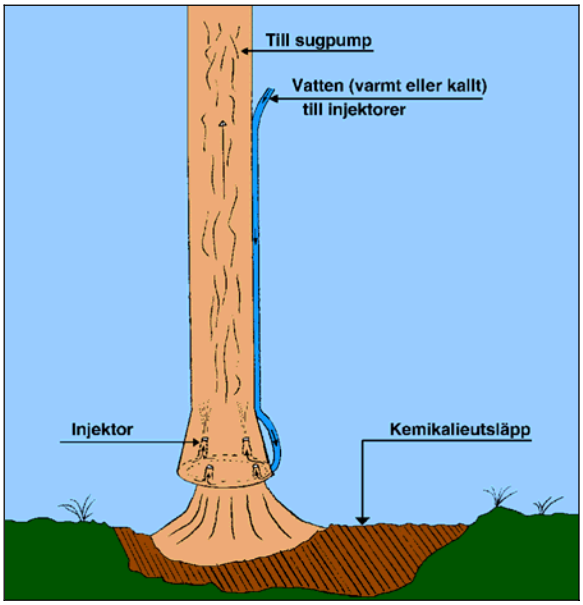
Figur B7-13 *Courtesy of Environment Canada*

Enkelt hydrauliskt-mekaniskt mudderverk för grunt vatten

Systemet i Figur B7-13 tillverkas under benämningen "Mudcat Auger Dredging Unit" av Mud Cat Division, Baltimore Dredges, Baltimore, Maryland, USA (Ref. 123).

B7.6 Periferiinjektormunstycke

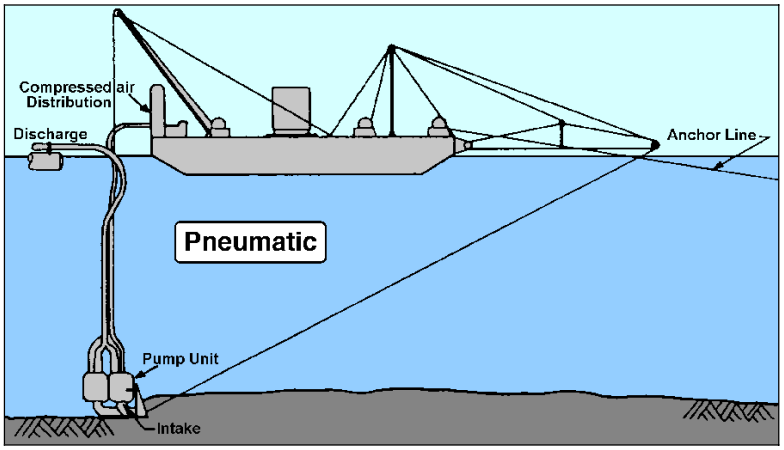
Figur B7-14 visar en enkel hydraulisk mudderanordning med ett s.k. periferiinjektormunstycke (PIJESP, Peripheral Injector Jet Suction Pump). Denna typ av munstycke har inåtriktade injektorer monterade på insidan av munstyckets mynning för insprutning av tryckvatten. Systemet ger möjlighet att t.ex. med hetvatten underlätta uppsugning av klumpbemängda eller sega och vidhäftande kemikalier. Ett sådant system har praktiskt använts av Kustbevakningen i Sverige vid upptagning av sjunken olja efter en olycka under vinterförhållanden (se Metod 84).



Figur B7-14

B7.7 Pneumatiska mudderverk

Figur B7-15 visar ett pneumatiskt mudderverk som arbetar med en sänkbar luftdriven pump som får luften från en kompressor på pråmen. Pumpen består av tre cylindrar som alternerande fylls med sediment av det hydrostatiska trycket och sedan pressas upp till ytan av tryckluften.
(Se Metod 86)



Hand et al.

Figur B7-15 *Pneumatiskt mudderverk*

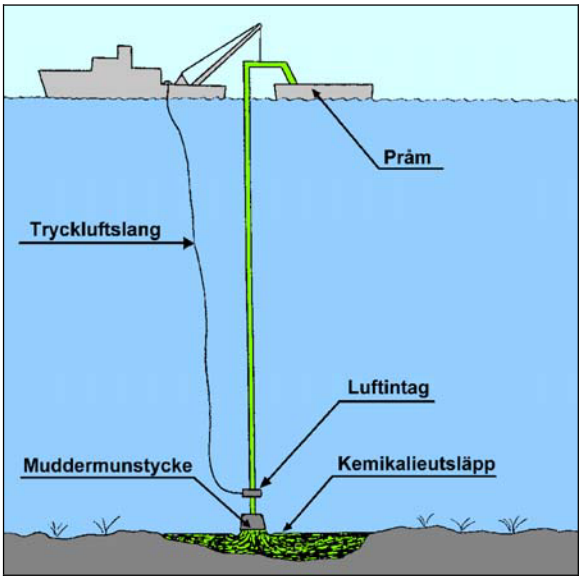
Fördelar med den pneumatiska tekniken, jämfört med hydrauliska mudderverk, är:

1) att mudderslammet inte behöver ha vätskekonsistens utan kan hålla upp till 70 % torrhalt, samt

2) att metoden inte har något teoretiskt största arbetsdjup.

B7.8 Mammutpump

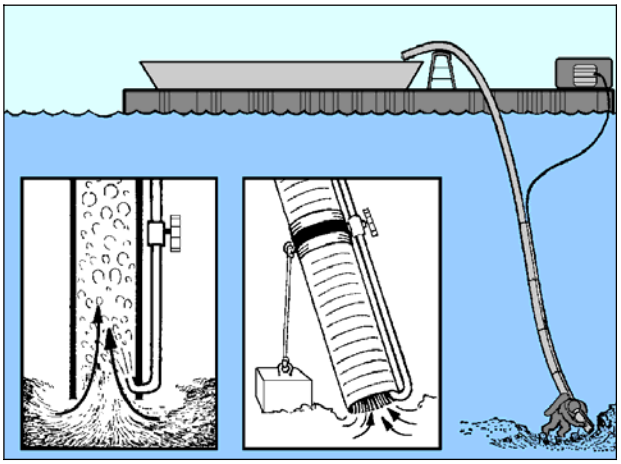
Figur B7-16 visar en mammutpump eller mammutsug (engelska **Airlift**) som är en enkel pneumatisk muddringsanordning. Den består av ett rör som sträcker sig ned till botten. Luft förs med en kompressor på hjälpfartyget via en slang ner antingen till rörets mynning eller till ett luftintag på röret. Luften som stiger upp i röret utvidgas och åstadkommer en kraftig uppåtgående ström i röret. Strömmen blir starkare ju större arbetsdjupet är.



Figur B7-16

Arrangemang för mammutpump

Figur B7-17 visas ett lämpligt arrangemang för användning av mammutpump. På en ytfarkost (pråm el.dyl.) ovanför muddringsplatsen placeras kompressorn som genom en luftslang förser mammutpumpmunstycket med tryckluft. Pråmen kan också ta emot muddermassorna, antingen i egna tankar eller i separata containrar ombord.



Figur B7-17 *Arne Borlin*

System för användning av mammutpump

En dykare hanterar mammutpumpröret som stabiliseras av en tyngd för att motverka de kraftiga rörelserna som är typiska för mammutpumpar och som växer i styrka med arbetsdjupet. Dykaren kan också reglera tryckluften med en kran på luftröret.

Mammutpump har använts med framgång dels vid en operation 1988 där en sjunken pråm tömdes på sin last av svavelsyra (olycka nr 07), dels efter en fartygsolycka 1984 där 16 ton pentaklorfenol (PCP) muddrades upp från Mississippis flodbotten på 11 m djup (olycka nr 06).

Bilaga 8
Risker för insatspersonal vid olyckor med farligt gods i emballage och container

B8.1 Inledning

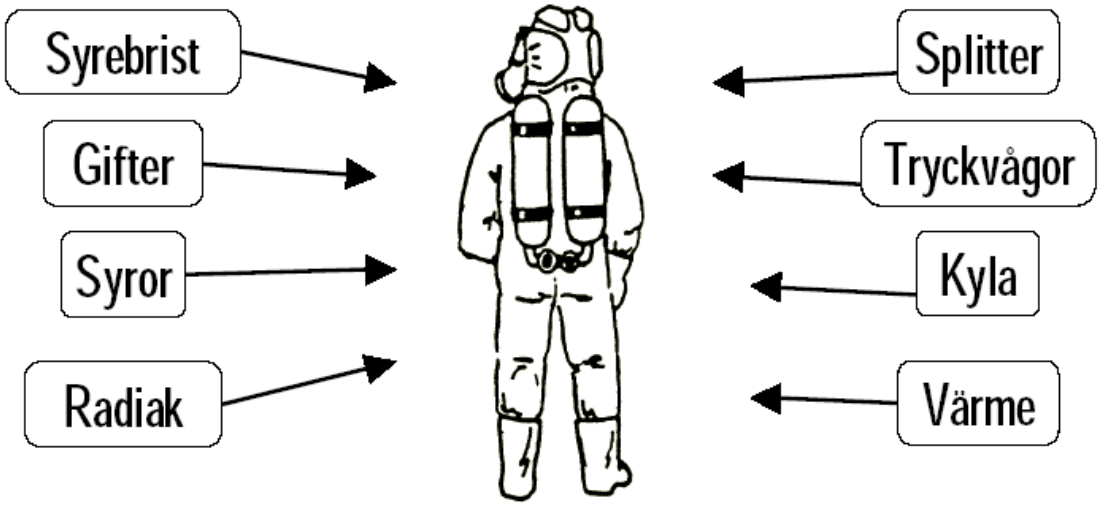
Innehållet i denna bilaga behandlar risker för insatspersonal vid olyckor med farligt gods i olika typer av emballage och i mängder upp till motsvarande fraktcontainer eller lastbil (långtradare).

Innehållet härrör till största delen från Svenska Räddningsverket och finns även redovisat i avsnitt 14.8 av Svenska Kustbevakningens räddningstjänstplan (Ref. 7).

OBS! Riskområden som anges i detta avsnitt avser, som huvudrubriken anger, olyckor med farligt gods i emballage och container. Riskområden vid större olyckor behandlas i Kapitel 1 (avsnitt 1.7.4).

Exempel på personlig skyddsutrustning som krävs vid kemikalieolyckor

- Andningsskydd, branddräkt
- Kemskyddsdräkt, stänkskydd
- Tilläggsskydd t ex vid arbete i kyla
- Dykarutrustning vid sjunket farligt gods



Figur B8-1

B8.2 Explosiva ämnen

B8.2.1 Allmänt

Faror	Riskområde	Skydd
• Värmestrålning • Tryckvåg • Splitter	För lastbilskvantitet är riskområdet cirkulärt med radien 800 m	Branddräkt och andningsskydd

Grupp	Exempel på ämnen
Explosiva ämnen och föremål med risk för massexplosion	• Nitroglycerin • Vissa tändämnen för tändhattar och sprängkapslar (blyazid, kvicksilverfulminat)
Explosiva ämnen och föremål med risk för splitter	• Patroner till grovkalibriga (>19 mm) militära vapen • Projektiler, granater och raketer med sprängkraft
Explosiva ämnen och föremål med risk för brand	• Olika former av krut och fyrverkeripjäser • Brand- och rökammunition • Dinitrobensen
Explosiva ämnen och föremål med obetydlig explosionsrisk	• Patroner till handeldvapen • Eldsprängkapslar • Pentyl- och svartkrutsstubin • Vissa former av fyrverkeriartiklar
Mycket okänsliga explosiva ämnen med risk för massexplosion	• Vissa typer av civila sprängämnen
Extremt okänsliga ämnen och föremål utan risk för massexplosion	Hit räknas sådana ämnen och varor som vid brand, långsam uppvärmning, beskjutning och splitterslag ger upphov till mindre verkningar genom värmestrålning, tryckvåg och splitter, men ej ger upphov till massexplosion.

B8.2.2 Åtgärder

- Observera, på avstånd och i skydd, skadeområdet med kikare.
- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Om möjligt genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet. Undanröj tändanledningar.
- Släck brand om den är av liten omfattning, men iaktta en defensiv strategi vid lastbrand.
- Håll området avspärrat i två dygn även om explosion inträffat eller branden bekämpats.
- Om möjligt videofilma olycksplatsen för att underlätta identifiering av gods efter en eventuell explosion.
- Observera möjligheten att explosiv vara kan finnas även på platser runt olycksplatsen.

B8.3 Komprimerade gaser i tryckkärl och gasflaskor

B8.3.1 Allmänt

Exempel	Brandfarliga gaser	Gasol (butan, propan, LPG), metan, acetylen
	Giftiga gaser	Ammoniak, klor, svaveldioxid, kolmonoxid, nitrösa gaser (NO, NO_2)

Faror	Riskområde	Skydd
• Tryckvåg • Splitter • Värmestrålning	Föreligger risk för tryckkärlssprängning är riskområdet cirkulärt med en radie på 300 m för gasflaskor och en radie upp till 1000 m för större tryckkärl (BLEVE)	Branddräkt och andningsskydd

B8.3.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Informera egen personal om att det finns gasflaskor på skadeplatsen.
- Informera räddningsledaren om att gasflaskor har upptäckts på skadeplatsen.
- Fastställ flaskornas position, typ och antal.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Om möjligt kontrollera om flaskorna är kalla eller värmepåverkade.
- Transportera kalla flaskor till säker plats.
- Kyl varma flaskor från skyddad plats under tiden för utrymningen.

Passiv insats

- Ordna kylning med uppställd vattenkanon från säker plats.
- Avspärra erforderligt riskområde.
- Behåll avspärrningar till dess flaskorna är kalla.
  (Acetylenflaskor kan sprängas upp till 24 timmar efter värmepåverkan)

Aktiv insats

- Om möjligt flytta kalla gasflaskor till säker plats.
- Om möjligt ordna kylning med uppställd vattenkanon från säker plats.
  Innehåller en flaska acetylen kan den punkteras genom beskjutning.

B8.4 Brandfarliga gaser som ej är antända

B8.4.1 Allmänt

Exempel	Gasol (butan, propan, LPG), metan, acetylen

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Värmestrålning • Tryckvåg • Splitter • Köld	Vindhastighet >2 m/s: Minst 300 m i vindriktningen och minst 50-100 m tvärs vindriktningen. Vindhastighet >2 m/s: Cirkulärt riskområde med 300 m radie för oskyddade människor.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Branddräkt förstärkt med stänkskydd och andningsskydd.

B8.4.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Om möjligt genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändkällor och beakta risken för statisk elektricitet.
- Minska antändligheten med kraftig vattendimma som blandas i gasmolnet.
- Kontrollera ventiler och försök stänga utflödet.
- Om möjligt täta läckaget (kan vara svårt vid tryck högre än 100 kPa övertryck).
- Bygg upp personella och materiella resurser för att hantera eventuell antändning då arbete pågår.
- Bekräfta eventuellt antaget riskområde genom mätning/indikering.

B8.5 Brandfarliga gaser som brinner

B8.5.1 Allmänt

Exempel	Gasol (butan, propan, LPG), metan, acetylen

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Värmestrålning	Riskområdet vid utsläpp av brandfarliga gaser som brinner är cirkulärt och begränsas av värmestrålningen från flamman och bör initialt sättas till minst 50 m	1. Branddräkt 2. Andningsskydd

B8.5.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Kontrollera trycket i tanken och säkerhetsventil.
- Transportera kalla flaskor till säker plats.
- Starta fasta kylsystem.
- Kontrollera ventiler och försök stänga utflödet.
- Kyl värmepåverkade tryckkärl, i första hand med obemannade vattenkanoner.
- Släck inte lågan om det inte är nödvändigt för insatsens resultat.

B8.6 Giftiga gaser

B8.6.1 Allmänt

Exempel	Ammoniak, klor, svaveldioxid, kolmonoxid, nitrösa gaser (NO, NO_2)

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Förgiftning • Köldskada • Frätskada	Vindhastighet >2 m/s: Minst 1600 m i vindriktningen och minst 300-500 m tvärs vind-riktningen. Vindhastighet >2 m/s: Cirkulärt riskområde med 3000 m radie.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Kemskyddsdräkt och andnings-skydd 2. Kemskyddsdräkt förstärkt med köldskydd och andningsskydd (när det är risk för kontakt med vätske-läckage av kondenserad gas)

B8.6.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Om möjligt genomför livräddning om människor är i fara.
- Avspärra riskområdet.
- Utrym eller inrym riskområdet.
- Minska riskområdet genom provisorisk impaktering (återkondensering) om läckaget är i vätskefas.

- Tvätta ur gasmolnet om gasen är löslig i vatten (mer än 10 % löslighet).
- Kontrollera ventiler och försök stänga utflödet.
- Beakta problematiken med uppsamling och förvaring av impakterad (återkondenserad) vätska.
- Begränsa förångningen av impakterad (återkondenserad) kall vätska genom att isolera vätskan från underlaget. Begränsa pölarean och täck över vätskeytan.
- Täta läckaget (svårt vid tryck högre än 100 kPa övertryck).
- Vänd behållaren så att vätskefasläckaget övergår i gasfasläckage (lämplig åtgärd då tätning ej är möjlig).
- Minska vätskefasutsläpp genom att om möjligt öppna gasfasventilen på den läckande tanken.
- Bekräfta eventuellt antaget riskområde genom mätning/indikering.

B8.7 Brandfarliga vätskor som ej är antända

B8.7.1 Allmänt

Exempel	Bensin, aceton, etanol

Faror	Riskområde	Skydd
• Värmestrålning • Tryckvåg • Splitter	Riskområdet för brandfarliga vätskor som ej är antända bör initialt sättas till 100 m för oskyddade människor och därefter förändras efter behov, beroende på ämnet och yttre förhållanden.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Branddräkt förstärkt med stänkskydd och andningsskydd

B8.7.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Säkra området med skum.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändanledningar. Observera risken för uppladdning med statisk elektricitet vid fritt fallande vätska.
- Samla upp läckande vätska i ett uppsamlingskärl och försök valla in vätska som kommit ut. Låt fritt fallande vätska rinna så att det fria fallet undanröjs (blir max 10 cm).
- Täta läckaget. Använd gnistfria verktyg.

- Pumpa över vätskan till intakta behållare. Undanröj statisk uppladdning genom jordning. Vätskan måste vila minst 30 minuter innan fortsatt pumpning.
- Tag hand om kvarvarande vätskor med hjälp av sorptionsmedel.
- Beakta utsläppets påverkan på miljön.
- Indikera eventuellt kvarvarande gaser med indikeringsinstrument.

B8.8 Brandfarliga vätskor som brinner

B8.8.1 Allmänt

Exempel	Bensin, aceton, etanol

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Värmestrålning • Tryckvåg • Splitter	Riskområdet för vätskor som brinner begränsas av värmestrålningen.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Branddräkt förstärkt med stänkskydd och andningsskydd.

B8.8.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Släck branden med skum.
- Bibehåll skumtäcket över vätskeytan så att området säkras mot återantändning.
- Samla upp läckande vätska i ett uppsamlingskärl och försök valla in vätska som kommit ut.
- Täta läckaget. Använd gnistfria verktyg.
- Pumpa över vätskan till intakta behållare. Undanröj statisk uppladdning genom jordning. Vätskan måste vila minst 30 minuter innan fortsatt pumpning.
- Tag hand om kvarvarande vätskor med hjälp av sorptionsmedel.
- Beakta utsläppets påverkan på miljön.

B8.9 Brandfarliga fasta ämnen

B8.9.1 Allmänt

Exempel	Svavel, röd fosfor, magnesium

Faror	Riskområde	Skydd
• Värmestrålning	Riskområdet för brandfarliga fasta ämnen bör initialt sättas till 50 m. Riskavståndet kan behöva ökas vid risk för häftig reaktion, förbränning eller vid bildande av giftig gas.	Branddräkt och andningsskydd

B8.9.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändanledningar.
- Beakta riskerna vid val av släckmedel.
- Lämpa undan utsatt material.

B8.10 Självantändande ämnen

B8.10.1 Allmänt

Exempel	Vit och gul fosfor

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Värmestrålning	Riskområdet för brandfarliga fasta ämnen bör initialt sättas till 50 m. Riskavståndet kan behöva ökas när det finns risk för att giftiga gaser bildas vid förbränning.	Branddräkt och andningsskydd

B8.10.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändanledningar.

- Använd lämpligt släckmedel.
- Lämpa undan utsatt material.

B8.11 Ämnen som utvecklar brandfarlig gas i kontakt med vatten

B8.11.1 Allmänt

Exempel	Natrium, kalium, kalciumkarbid

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Värmestrålning • Tryckvåg • Splitter	Riskområdet vid utsläpp av ämnen som utvecklar brandfarlig gas i kontakt med vatten bör sättas till 50 m, men ökas till ett cirkulärt område på 300 m vid risk för explosion.	Branddräkt och andningsskydd

B8.11.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändanledningar.
- Vid val av släckmedel beakta risken för kontakt med fukt eller vatten.
- Begränsa brandspridning genom att lämpa undan utsatt material eller täck över materialet så att det inte kommer i kontakt med vatten.

B8.12 Oxiderande ämnen

B8.12.1 Allmänt

Exempel	Kaliumklorat och andra ämnen med namnändelserna: -klorat, -klorit eller -nitrat Väteperoxid Ämnen med förledet per-

Faror	Riskområde	Skydd
• Värmestrålning • Tryckvåg • Splitter	Riskområdet för oxiderande ämnen bör initialt sättas till 50 m. Vid risk för explosion ökas det till 300 m.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Branddräkt förstärkt med stänkskydd och andningsskydd

B8.12.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändanledningar.
- Låt ämnet brinna under kontroll (om det brinner fritt).
- Använd stora mängder vatten och spridd stråle om släckning skall ske.
- Använd alltid spridd vattenstråle eftersom friktionen från vattnet i en koncentrerad stråle kan orsaka antändning.

B8.13 Organiska peroxider

B8.13.1 Allmänt

Exempel	Bensoylperoxid, butylhydroperoxid

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Värmestrålning • Tryckvåg • Splitter	Riskområdet för organiska peroxider bör sättas till 50 m men ökas till ett cirkulärt område med en radie på 300 m vid risk för explosion.	Branddräkt och andningsskydd

B8.13.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Genomför livräddning om människor är i fara och risken för explosion bedöms som liten.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändanledningar.
- För undan ämnet eller kyl behållare och förpackningar vid risk för värmepåverkan.
- Använd gnistfria verktyg vid arbetet.
- *Om en organisk peroxid i fast form är utsatt för brand, kan explosion vara nära förestående. Då bör ingen offensiv insats ske!*

B8.14 Giftiga ämnen

B8.14.1 Allmänt

Exempel	Fenol, anilin, arsenik Senapsgas och övriga kemiska stridsmedel (extremt giftiga)

Faror	Riskområde	Skydd
• Förgiftning	Riskområdet för giftiga ämnen bör initialt sättas till 50 m för utsläpp av fasta ämnen och 100 m för utsläpp av vätskor. Vid brand kan riskområdet behöva ökas.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Kemskyddsdräkt och andningsskydd

B8.14.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Var uppmärksam på döda fåglar som kan påvisa förekomst av giftiga ämnen.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Genomför livräddning om människor är i fara.
- Försök stoppa utflödet genom att täta läckan, stänga ventiler eller resa omkullvälta kärl.
- Samla upp läckande vätska i ett uppsamlingskärl och försök valla in vätska som kommit ut.
- Täta brunnar.
- Pumpa upp utrunnen invallad vätska.
- Ta upp mindre mängder utrunnen vätska med sorptionsmedel.
- Beakta utsläppets påverkan på miljön.

B8.15 Smittförande ämnen

B8.15.1 Allmänt

Exempel	Infekterade djurkadaver Anatomiska preparat Biologiska stridsmedel

Faror	Riskområde (utomhus)	Skydd
• Infektion	Riskområdet för smittförande ämnen begränsas av skadeplatsen och ett cirkulärt område runt skadeplatsen med radien 50 m.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Kemskyddsdräkt och andningsskydd

B8.15.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Om möjligt genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Försök stoppa utflödet genom att täta läckan, stänga ventiler, stänga in det som exponeras eller resa omkullvälta kärl.
- Samla upp ämnet i ett uppsamlingskärl och försök valla in vätska som kommit ut.
- Täta brunnar.
- Pumpa upp utrunnen invallad vätska.
- Ta upp mindre mängder utrunnen vätska med sorptionsmedel.

B8.16 Radioaktiva ämnen

B8.16.1 Allmänt

Exempel	Jod 125, Jod 131, Kobolt 60, Cesium 137

Faror	Riskområde	Skydd
• Joniserande strålning	Riskområdet för radioaktiva ämnen begränsas av det område där strålningsintensiteten är högre än 100 µSv/h eller minst 5 m avstånd från strålkällan.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Branddräkt förstärkt med stänkskydd och andningsskydd 3. Kemskyddsdräkt och andningsskydd

De tre fundamentala skydden mot joniserande strålning är avstånd, tid och skydd:
► Ju längre avstånd till strålkällan, desto mindre strålningsenergi påverkas man av.
► Ju kortare tid man vistas i närheten av strålkällan, desto mindre strålningsenergi påverkas man av.
► Ju kraftigare skydd mellan en själv och strålkällan, desto mindre strålningsenergi påverkas man av.

B8.16.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Om möjligt genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.

- Håll avstånd till strålkällan.
- Arbeta i riskområdet så kort tid som möjligt. Vistas under övrig tid utanför riskområdet.
- Kontakta strålskyddsexpertis enligt de regler som gäller för landet.
- Släck eventuell brand när risk finns att en strålskärm kan smälta (smältpunkt för bly är 327^{o}C).
- Inventera skadeplatsen och bekräfta antaget riskområde genom mätning/indikering.
- Vidrör aldrig ett skadat kolli. Använd spade, skyffel eller motsvarande om kollit måste flyttas. Märk platsen som kollit flyttats ifrån.
- Rådgör med strålskyddsexpertis om fortsatta åtgärder.
- Vid behov sanera egen personal.

B8.17 Frätande ämnen

B8.17.1 Allmänt

De frätande ämnena kan delas in i följande tre grupper:

Syror	Har lågt pH. Starka syror har ett pH runt 0 eller lägre. Syror är vävnadsförstörande och reagerar kraftigt med bland annat organiska ämnen och oädla metaller. Exempel: Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, ättiksyra
Baser	Har högt pH. Starka baser har ett pH runt 14-15. Till skillnad från syror kan starka baser penetrera djupt in i kroppsvävnader. Baser löser upp äggviteämnen i kroppen och är därmed vävnadsförstörande. Baser angriper organiska ämnen och oädla metaller. Exempel: Vattenlösningar av natriumhydroxid, kaliumhydroxid, kalciumhydroxid och ammoniak
Övriga frätande ämnen	Det finns frätande ämnen som inte är syror eller baser, men som ändå är vävnadsförstörande. Exempel: Natriumhypoklorit, formaldehyd

Faror	Riskområde	Skydd
• Frätskada	Riskområdet för frätande ämnen bör initialt sättas till 50 m. Vid kraftig avvångning, och vid kemisk reaktion där giftiga gaser bildas, kan riskområdet behöva ökas.	1. Branddräkt och andningsskydd 2. Branddräkt förstärkt med stänkskydd och andningsskydd 3. Kemskyddsdräkt och andningsskydd

B8.17.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Om möjligt genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Beakta risken för vätgasbildning och indikera för att upptäcka eventuell brand- och explosionsfara.
- Försök stoppa utflödet genom att täta läckan, stänga ventiler eller resa omkullvälta kärl.
- Samla upp läckande vätska i ett uppsamlingskärl och försök valla in vätska som kommit ut.
- Täta brunnar.
- Pumpa upp utrunnen invallad vätska.
- Ta upp mindre mängder kvarvarande vätska med sorptionsmedel.
- Späd kvarvarande rester med vatten för att minska reaktionsbenägenheten.
- Neutralisera syror som finns kvar med hjälp av exempelvis släckt kalk eller cement.
- Neutralisera baser som finns kvar med hjälp av exempelvis svag saltsyralösning.
- Neutralisera med förhållandet 1:1.
- Beakta utsläppets påverkan på miljön.

B8.18 Övriga farliga ämnen och föremål

B8.18.1 Allmänt

Till denna grupp räknas de kemikalier och föremål
som inte täcks av grupperna B8.1 - B8.17 men som ändå anses farliga.

Exempel	• Ämnen som vid inandning av damm kan orsaka hälsoskador såsom asbest • PCB och transformatorer med denna olja • Ämnen och apparatur som i händelse av brand kan utveckla dioxiner • Litiumbatterier • Spillolja • Livräddningsutrustning (typ livflottar) • Föremål (ex. krockkuddar och vissa plastkulor) som utvecklar brandfarliga ångor

Faror	Riskområde	Skydd
Är situationsberoende och måste fastställas vid den aktuella olyckan.	Riskområdet för ”Övriga farliga ämnen och föremål” bör initialt sättas till 50 m.	Är situationsberoende och måste fastställas vid den aktuella olyckan.

B8.18.2 Åtgärder

- Identifiera farorna och fastställ riskområdet.
- Fastställ aktuell skyddsnivå.
- Om möjligt genomför livräddning om människor är i fara.
- Utrym och avspärra riskområdet.
- Undanröj tändanledningar.
- Kontakta experthjälp.
- Släck eventuell brand.
- Begränsa utflödet genom att samla upp och/eller valla in utrinnande vätska

Bilaga 9
Olika typer av emballage för kemikalier och farligt gods

B9.1 Allmänt

En mängd olika sorters typgodkända förpackningar används vid emballering och befraktning av kemikalier och farligt gods (Ref. 134). För mindre mängder (upp till några tiotal liter eller kilo) används ett otal typer förpackningar tillverkade främst av glas, metall och plast. I intervallet 100 - 200 liter eller kilo används fortfarande de traditionella stålfaten i stor utsträckning. Dessa ersätts numera allt oftare av plastfat.

För intervallet 400 - 3000 liter eller kilo används ”storförpackningar” (Large Packagings, LP:s) och för 1000 - 3000 liter eller kilo används ”småbulkbehållare” eller "IBC:er" (Intermediate Bulk Containers).

För större mängder används vanligen fraktcontainrar d.v.s. tankcontainrar och torrlastcontainrar, de senare stuvade med mindre förpackningar.

En mängd specialemballage används i olika sammanhang för t.ex. gaser, sprängämnen, radioaktiva ämnen m.m.

B9.2 Små och medelstora förpackningstyper

Småförpackningar

Bland de minsta förpackningstyper av större betydelse i transportsammanhang återfinns olika slag av plastdunkar, glasdamejeanner, jeepdunkar m.m. De är ofta inneslutna i en större ytterförpackning för att underlätta hanteringen. Ömtåliga förpackningar har ofta ett stötdämpande ytterhölje av frigolit el. dyl.

Fiberemballage

Sulfatmassa (kraftmassa) har länge använts för tillverkning av bl.a. wellpapp. Ytterskiktet i wellpapp s.k. ”kraftliner” används nu ofta vid tillverkning av fiberemballage av olika utföranden och storlekar. De är består antingen helt och hållet av kraftliner eller kan förstärkas med lager av plast och/eller aluminium. Lager av kraftlinerlager i fiberemballage kan också för olika ändamål behandlas med paraffin eller silikon. Kraftliner ersätts ibland av s.k. testliner, tillverkad av returwellpapp.

Fiberfat finns vanligen i storlekar mellan 15 och 220 liter (Figur B9-1 och Figur B9-2). De tillverkas med avtagbar topp för fasta ämnen. Topp och botten förstärks ofta med stålringar.

Fiberförpackningar med ren fiber som hamnar i havsvatten förlorar sin hållfasthet redan efter en timme. Impregnerad och/eller armerad fiber håller längre men har också begränsad hållbarhet. Detta är ett förhållande som måste observeras vid bärgningsoperationer. Fiberförpackningar demoleras lätt när de bärgas från vattnet.

Picture source: Hannels Industrier, Sweden

Figur B9-1

Exempel på fiberfat som tillverkas i storlekarna 15 – 220 liter.

Picture source: Van Leer, Sweden

Figur B9-2

Fat

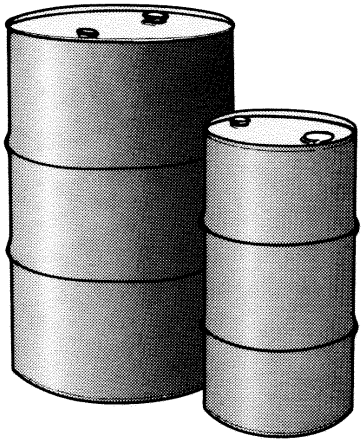
Fat för farligt gods tillverkas vanligen av stål, plast eller fiber i storlekar 15 – 250 liter. Efter fyllning i fabrik ställs mindre fat vanligen på pallar som insveps i polyetenfilm. Pallarna stuvas oftast i fraktcontainrar. Större fat (~ 200 - 225 liter) stuvas ofta lösa varvid ca 80 eller 160 st ryms i en 20-fots resp. 40-fots container.

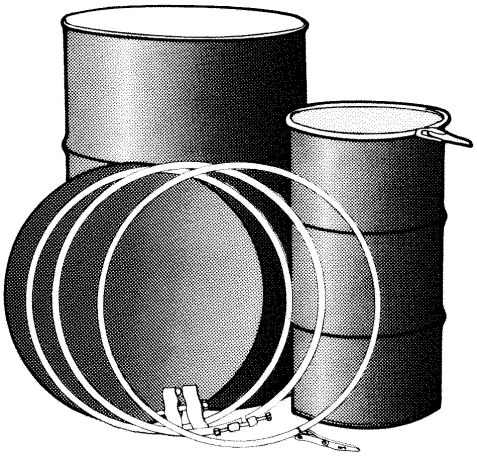
Stålfat

Av de något större förpackningarna är de traditionella plåtfaten mycket vanliga. Av dessa finns två huvudtyper: Med fasta toppar för vätskor och med avtagbara gavlar för fasta ämnen där topparna hålls fast med spännringar. Den senare fat-typen har ofta en plastsäck som innerförpackning.

Vanliga egenskaper hos stålfat		
Yttervolym (liter)	Fatvikt (kg)	Volym hos innehåll (liter)
225	15-20	200-210
120	12-15	110
60	4-6	55
30	2,5-4	27

Tabell B9-3





Picture source: Van Leer Sweden

Figur B9-4 *Stålfat med fasta toppar (Tight Head Drums)*

Figur B9-5 *Stålfat med avtagbara toppar (Removable Head Drums)*

Plastfat

Fat och många andra emballage för farligt gods tillverkas numera ofta av plast. I likhet med stålfat tillverkas plastfaten med fasta toppar för vätskor och med avtagbara gavlar för fasta ämnen där topparna hålls fast med spännringar och där den senare typen ofta har en plastsäck som innerförpackning (Figur B9-7).

Vanliga egenskaper hos plastfat		
Yttervolym (liter)	Fatvikt (kg)	Volym hos innehåll (liter)
215-225	8-10.5	200
125-130	3,5-4.5	120
65-68	2-3.5	60
32-33	1-1,6	30

Tabell B9-6

Picture source: Johannes Østensjø & Co. as

Figur B9-7

B9.3 Storförpackningar och småbulkbehållare

Storförpackningar

Figur B9-8 visar ett exempel på en typgodkänd ny sorts emballage som upptogs för första gången av IMDG-koden år 2001 under namnet Large packaging (LP) och på svenska fick namnet "storförpackning".

En storförpackning består av ett yttre emballage som kan innehålla antingen lösa föremål eller mindre förpackningar. Ett typgodkännande omfattar yttre emballage med innehåll som en integrerad enhet, t.ex. explosiva artiklar, kliniskt avfall.

En storförpacknings vikt och volym måste ligga inom följande begränsningar: Nettovikt max 400 kg, volym mer än 450 liter och max 3,0 m^3.

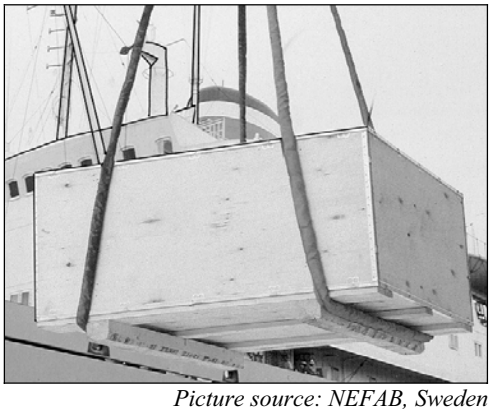
Picture source: Peter Blomgren, SP, Sweden

Figur B9-8
Exempel på en typgodkänd storförpackning av plywood (1,4 × 1,1 × 1,4 m) för explosivämnen placerade på en inre specialpall.

Småbulkbehållare

Småbulkbehållare (Intermediate Bulk Containers, IBC) finns i olika material t.ex. textilier, trä, plywood, plast, komposit och metall (stål, aluminium). Deras volym och vikt ligger i intervallet 1-3 m^3 och 1-3 ton.

Några exempel på småbulkbehållare visas i Figur B9-9 - B9-12.



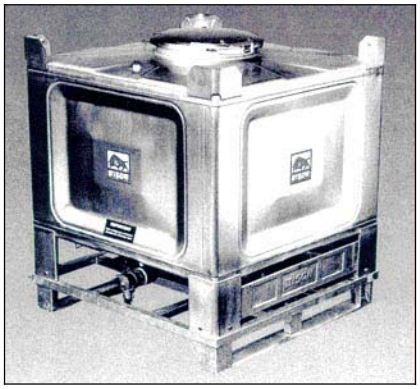
Picture source: NEFAB, Sweden

Figur B9-9 *IBC av trä*

Picture source: Van Leer, Sweden

Figur B9-10

En IBC av plast



Picture source: Bison Containers, Norway

Figur B9-11

En IBC av metall

Picture source: Hazardous Cargo Bulletin

Figur B9-12

En IBC av textil

B9.4 Fraktcontainrar

Vanliga typer av 20-fot och 40-fot torrlastcontainrar

Standard	För normal last
High cube	För lätt, voluminös eller särskilt hö last (upp till 2,67 m höjd)
Hardtop	Med avtagbart ståltak; För tunga lyft eller last med mycket stort höjdmått; För lastning från topp
Open top	Med avtagbar presenning för last med mycket stort höjdmått; För lastning från topp
Flat rack	För tunga lyft och mycket bred last; Dessa containrar kan positioneras sida vid sida för laster som inte ryms i vanlig containerbredd
Platform	För tunga lyft och mycket stor last; Dessa containrar kan positioneras sida vid sida för laster som inte ryms i vanlig containerbredd
Ventilerad container	För last som kräver ventilation
Isolerad container	För känslig last som kräver konstant låg temperatur; Temperaturkontroll via hamnterminalens eller fartygets kylsystem eller löst kylaggregat
Reefer	För last som kräver konstant låg eller hög temperatur; Containern har inbyggt kyl- eller värmesystem
Bulk	För torrbulklast

Tabell B9-13

Ungefärliga data för standard (general purpose) torrlastcontainrar

	Dimensioner, meter			Lastkapacitet	
	Längd	Bredd	Höjd	Volym, m^3	Vikt, ton
20-fot	6	2,4	2,4	33	22
40-fot	12	2,4	2,4	67	27

Tabell B9-14

Tankcontainrar

Tankcontainrar (alltid 20-fot) används för att frakta vätskor eller kondenserade gaser. Deras konstruktion består av två delar – själva tanken och ett yttre ramverk. Vikt, lastvolym och konstruktion varierar avsevärt beroende på egenskaper hos det fraktade ämnet.

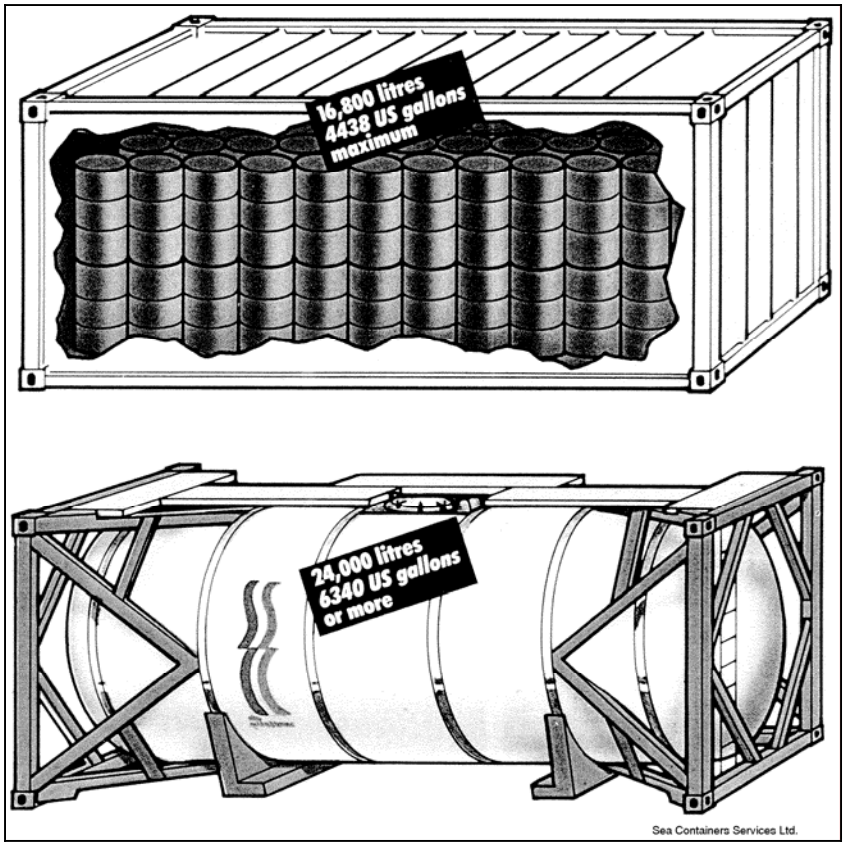
International Maritime Organization (IMO) definierar 5 olika typer av tankcontainrar av vilka de följande två typerna är av betydelse för farliga kemikalier:

IMO 1 tankcontainer för mycket flambara, giftiga och korrosiva vätskor.

IMO 2 tankcontainer för mediärt farliga ämnen, t.ex. flambara vätskor, herbicider, hartser och insekticider.

Fraktcontainrar används ofta vid transporter av farligt gods både till lands, till sjöss och i inre vatten. De är internationellt standardiserade och förekommer vanligen i längder på 20 och 40 fot samt i många olika utföranden både som torrlastcontainrar och tankcontainrar (de senare endast 20 fot).

Figur B9-15 är ett exempel där en tillverkare vill visa att en tankcontainer rymmer 43 % mer vätska än en lika stor torrlastcontainer stuvad med vätskefyllda fat.



Picture source: Sea Containers Services Ltd.

Figur B9-15

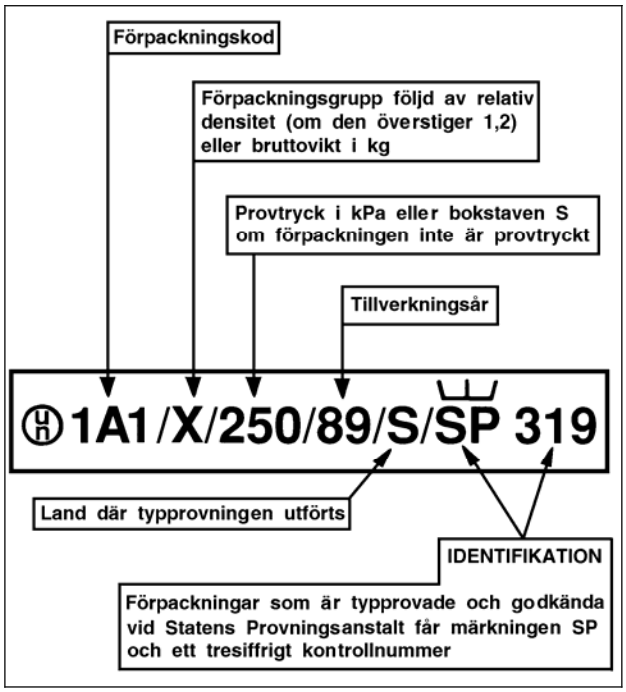
B9.5 Typgodkännande av emballage

Generellt vid alla transporter av farligt gods gäller att samtliga transportförpackningar skall vara typgodkända. Detta gäller även **bärgningsförpackningar** (salvage drums) som används som yttre förpackning vid emballering och borttransportering av skadade förpackningar. Typprovning och typgodkännande sker vid officiell provplats i varje land och gäller sedan internationellt. Typgodkända förpackningar är alltid märkta enligt den mall som visas i Figur B9-16 och Figur B9-17. Förenta Nationerna har ett omfattande regelverk (”Recommendations”) på detta område (Ref. 138).

Betydelsen av kodbeteckningarna i Figur B9-17 är följande:

(UN)	Förenta Nationernas förpackningssymbol
1	Förpackningstyp (1 = fat).
A	Förpackningens tillverkningsmaterial (A = stål).
2	2 = löstagbar topp/gavel (1 = fast topp/gavel)

T	Bärgningsförpackning (”salvage packaging” eller ”salvage drum”)
Y	Y anger att förpackningen är testad och godkänd för ämnen av förpackningsgrupp II och III
300	Provtryckt med 300 kPa
S	(S = solids) För transport av fasta ämnen eller innerförpackningar
94	Förpackningens tillverkningsår
USA	Beteckningen för den stat, där märkningstillståndet utfärdats, angiven med nationalitetsbeteckningen för motorfordon i internationell trafik.
abc	Förpackningstillverkarens namn



Figur B9-16
Märkning av typgodkänd förpackning

Figur B9-17 visar ett exempel på märkning av en typgodkänd **bärgningsförpackning** (”salvage packaging” eller ”salvage drum”) tillverkad av stål med löstagbar topp/gavel (removable head).

Figur B9-17

Bärgningsförpackningar (salvage packagings), bärgningsfat (salvage drums)

Picture source: Environment Canada

Figur B9-18

Figur B9-18 och Figur B9-19 visar två exempel på bärgningsfat. Bärgningsförpackningar skall alltid vara tillräckligt rymliga för det omhändertagna godset och vara konstruerade så att de tål lång transport och läckage från godset.

Picture source: UltraTech International, Inc.

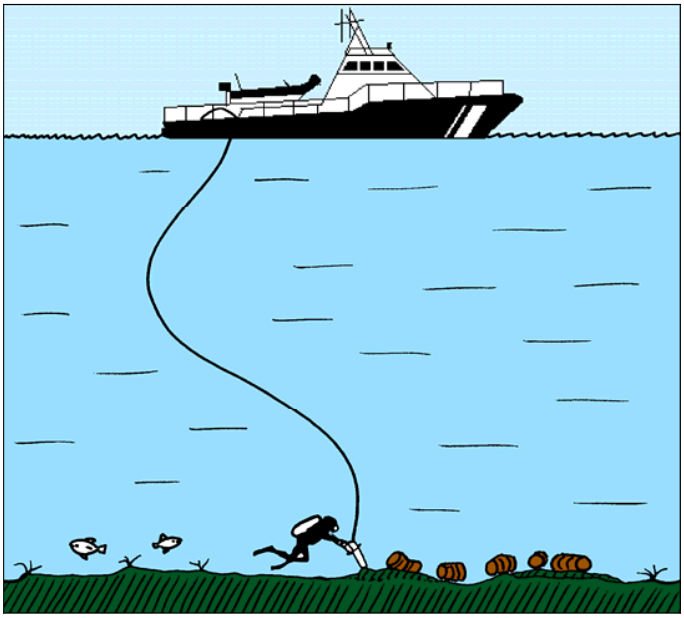
Figur B9-19

Bilaga 10
Undervattensteknik

B10.1 Dykning med andningsutrustning

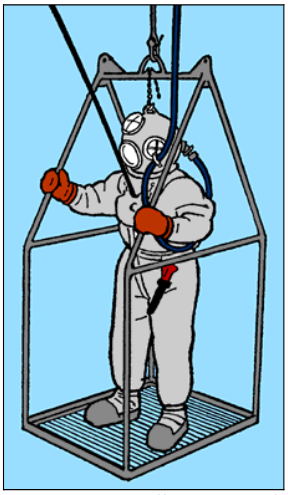
Allmänt
Här nedan omnämns mycket kortfattat några olika dykerisystem som kan komma till användning vid operationer mot kemikalier och farligt gods som sjunkit till botten. Med mättnadsdykning menas dykning under så lång tid att kroppens vävnader mättas på tillförda inertgaser (t.ex. helium) som finns i andningsgasen.

Vanlig lättdykning
Dykare med lätt utrustning som medger stor rörlighet men begränsad uthållighet (Figur B10-1). Metoden kallas SCUBA-dykning där SCUBA står för Self-Contained Under-water Breathing Apparatus. SCUBA-dykaren andas luft och kan arbeta kortvarigt på 40 m djup. Andningsluften kan tillföras från ryggburna lufttuber eller via slang (”navel”) från ytan.



Figur B10-1 *Lättdykare*

Hjälmdykning
På engelska heter metoden "hard hat diving". I Sverige finns varianter som kallas "tungdykning" och "welterdykning". Hjälmdykare arbetar i tung utrustning som begränsar rörligheten (Figur B10-2). Dykaren får andningsgas genom slang från ytan vilket ger relativt stor uthållighet. Med luft som andningsgas kan de arbeta kortvarigt på 50 m djup. Med oxygen-helium som andningsgas (mättnadsdykning) kan både dyktid och arbetsdjup utökas väsentligt.



Källa: Arne Borlin

Foto Kustbevakningen

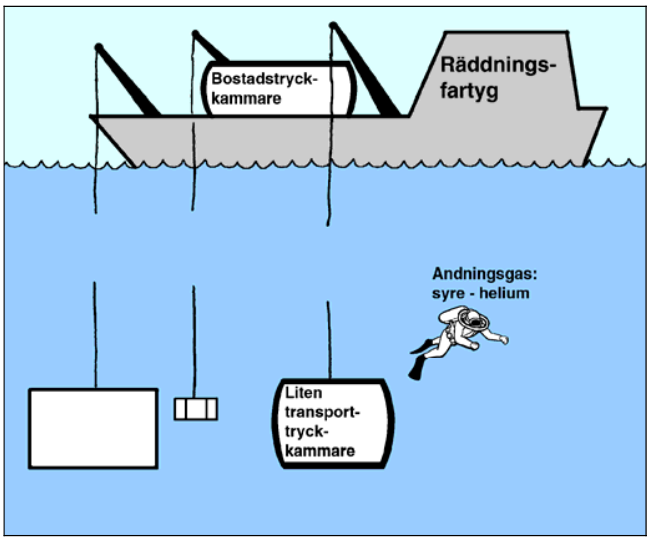
Figur B10-2 *Hjälmdykare*

Tryckkammardykning

Lättdykare bor och transporteras i tryck-kammarsystem som håller samma tryck som gäller på det aktuella arbetsdjupet. De andas en blandning oxygen-helium (mättnadsdykning) och kan arbeta ner till 500 m (se Figur B10-3). En arbetsperiod kan pågå i ett par veckor då dykarna hela tiden vistas under samma tryck. Efter ett arbetspass på botten transporteras de en liten transporttryckkammare upp i till ett fartyg på ytan. Där dockas de lufttätt mot en större tryckkammare i vilken de sedan vistas(under samma tryck) för mat och nattvila innan de åter firas ner till botten i transporttryckkammaren för ett nytt arbetspass. Efter hela arbetsperiodens slut följer dekompression under ett par-tre dygn varefter ett nytt lag med dykare kan avlösa.

Atmosfärsdykning (Enatmosfärsdykning)

Dykare i stora, kraftiga, tryckresistenta dräkter andas vanlig luft under normalt tryck och kan arbeta ner till 700 m. Principen för denna typ av dräkt är egentligen samma som för en ubåt. När dykaren kommer upp till ytan och lämnar dräkten behövs ingen dekompressionstid. Internationellt kallas denna form av dykning ofta JIM-diving (se Figur B10-4).



Figur B10-3 *Tryckkammardykning*

Picture source: Oceaneering

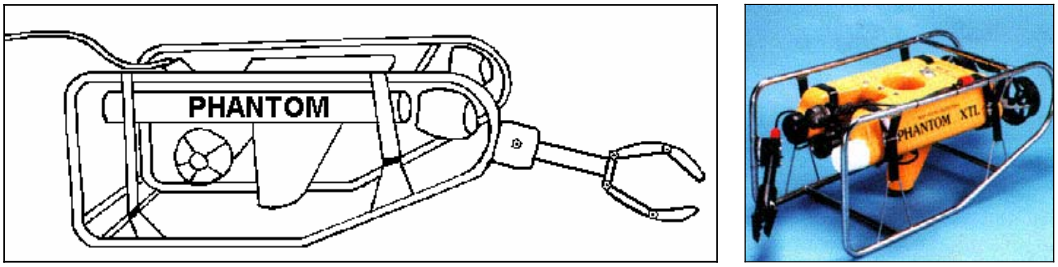
Figur B10-4 *Atmosfärsdykning eller "JIM-diving"*

B10.2 Undervattensfarkoster

ROV - Remotely Operated Vehicle

Med hjälp av undervattensfarkoster är det möjligt att utföra olika typer av undervattensarbeten, t.ex. inspektion och identifiering av objekt på botten. Med manipulatorarmar kan objektet vändas och även flyttas i begränsad omfattning. Det är emellertid svårt att utföra omfattande bärgningsmoment med manipulatorförsedda farkoster.

Figur B10-5 visar en relativt enkel typ av undervattensfarkost (ROV, Remotely Operated Vehicle) som används av svenska Kustbevakningen. Den tillverkas av Deep Ocean Engineering i San Leandro, Kalifornien, USA. Farkosten får energi och styrsignaler genom en förbindelsekabel till ytfartyget och är utrustad med sonar, videokamera, strålkastare och griparm. Den körs av en operatör på ytfartyget och kan arbeta ner till 150 m djup.

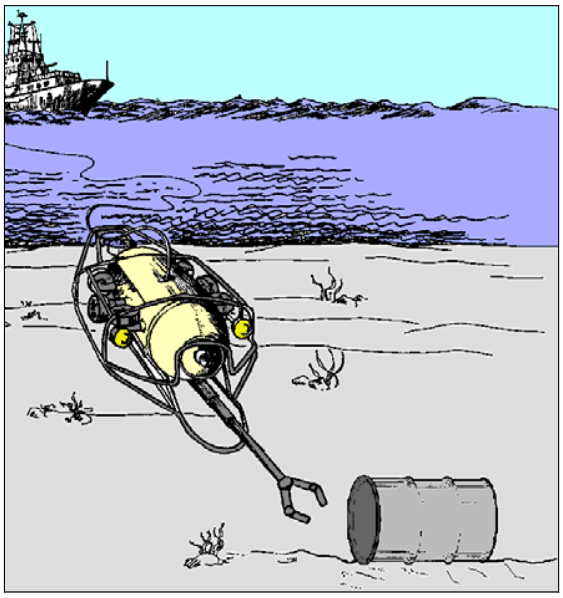


Figur B10-5 *En enkel undervattensfarkost (ROV, Remotely Operated Vehicle)*

Figur B10-6 visar den svensktillverkade Sjöugglan (See Owl) från SUTEC i Linköping. Denna ROV och en större efterföljare har används sedan många år av svenska marinen och Kustbevakningen.

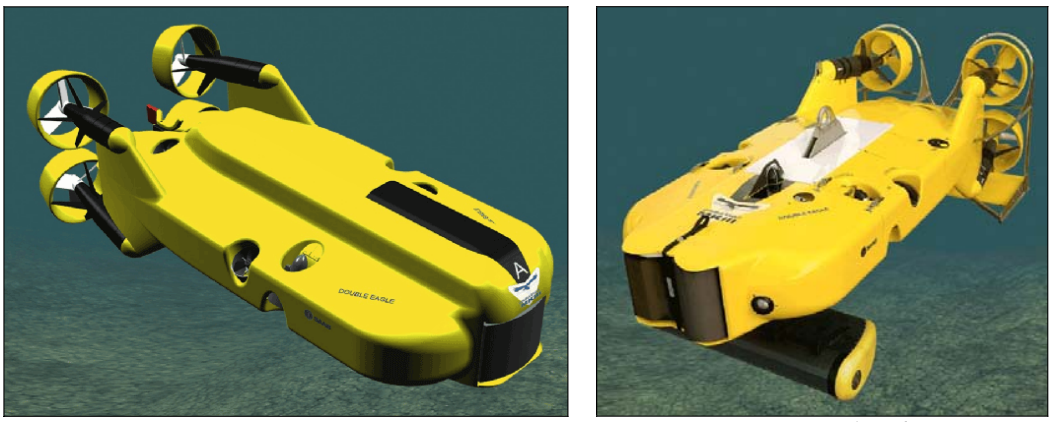
SUTEC ingår nu i Saab Underwater Systems som tillverkar den avancerade efterföljaren Double Eagle till Sjöugglan (se Figur B10-7).

Det finns många tillverkare runt om i världen av mer eller mindre sofistikerade ROV-system.



Picture source: SUTEC AB

Figur B10-6 *Sjöugglan (See Owl)*

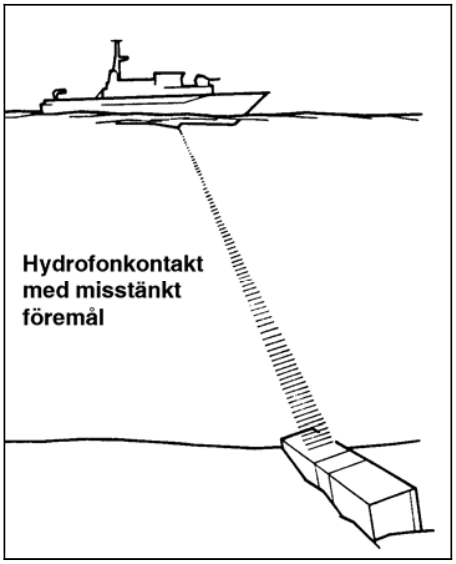


Picture source: Saab Underwater Systems

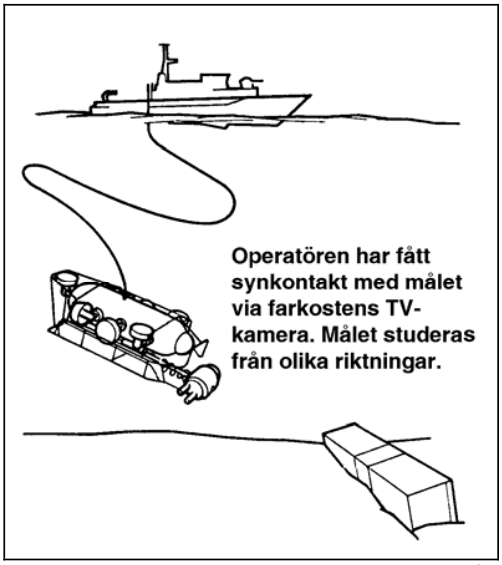
Figur B10-7 *Undervattensfarkosten Double Eagle*

Militära minjaktsystem

Militära minjaktsystem kan användas för åtgärder mot olika typer av bottenliggande objekt, t.ex. farligt gods. Marina militära enheter har ofta system för att söka efter och oskadliggöra minor. Sådana resurser kan ofta utnyttjas även för åtgärder mot bottenliggande farligt gods. Figurerna B10-8 - B10-10 visar några moment ur den svenska marinens rutiner för att oskadliggöra minor.



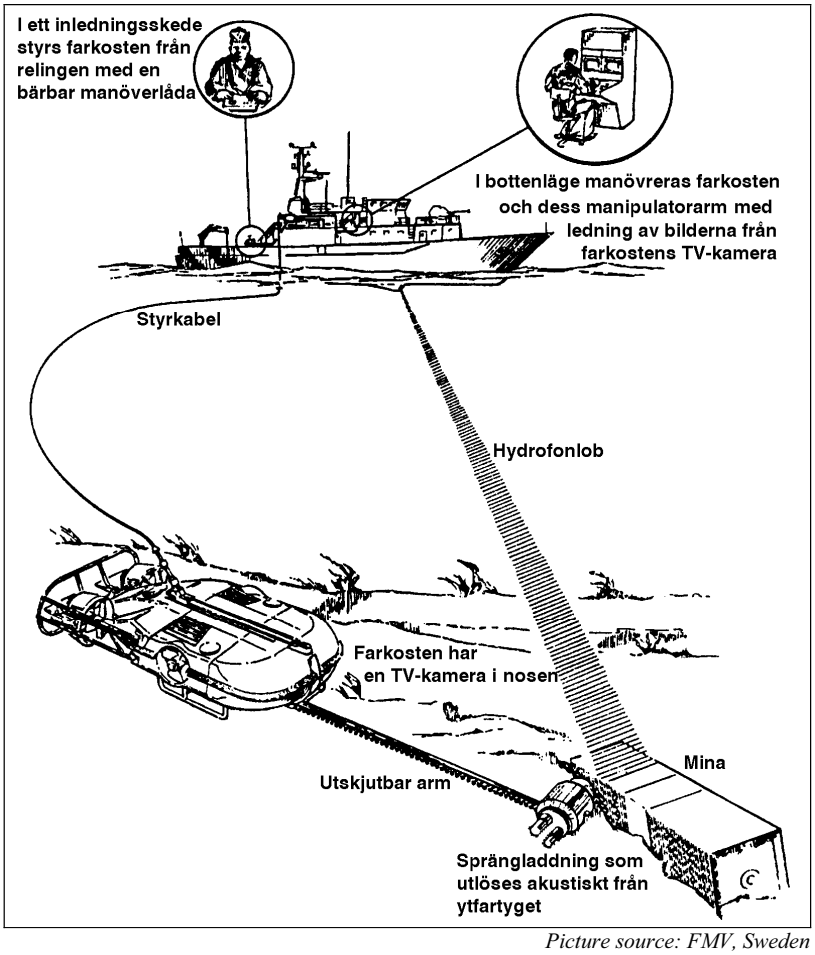
Figur B10-8



Picture source: FMV, Sweden

Figur B10-9

Fördelen med militära enheter är att de ofta är väl övade, ständigt insatsberedda och har hela den bredd i resurserna som krävs, d.v.s. sökning över stora bottenområden, identifiering av misstänkta ekon, noggrann positionsbestämning och möjligheter till åtgärder mot bottenliggande objekt. Nackdelen är att resurserna inte kan operera i alltför grunda vattenområden. I Sverige kan landets minjaktfartyg gå in i Mälaren och Vänern samt uppför Ångermanälven till Bollstabruk.



Picture source: FMV, Sweden

Figur B10-10

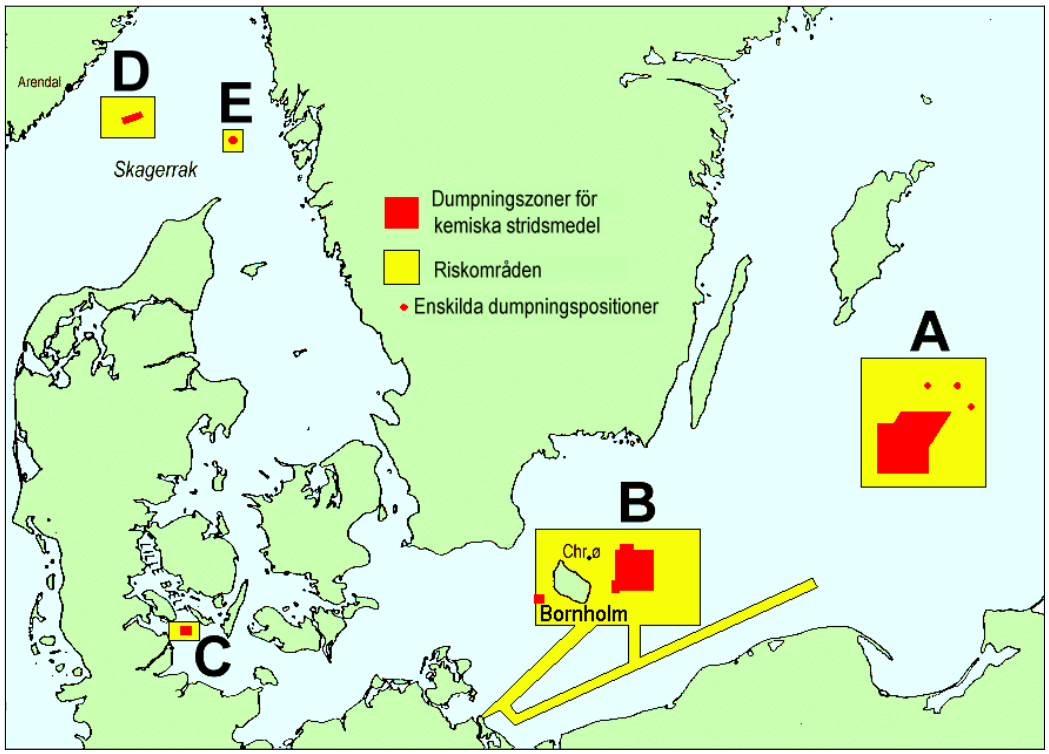
Bilaga 11
Kemiska stridsmedel

B11.1 Bakgrund

Efter andra världskriget dumpades stora mängder ammunition i både Nordsjön och Östersjön. En del av denna ammunition innehöll olika typer av kemiska stridsmedel varav senapsgas har varit den ojämförligt vanligaste typen av fynd som fiskare gjort. Sådana stridsmedel dumpades som lös ammunition i områden som är utmärkta med A och B i Figur B11-1. Av dessa stridsmedel har särskilt senapsgas visat sig kunna ge risker vid fiske. Senapsgasammunition påträffas ofta även på platser utanför de utmärkta områdena.

Två områden i Östersjön har efter andra världskriget varit inblandade i åtskilliga fiskeincidenter med kemiska stridsmedel. Dessa områden ligger ca 40 nautiska mil sydost Gotlands sydspets och ca 15 nautiska mil ost Christiansö. Inom dessa två områden är ammunitionen friliggande. Den är inte innesluten i sänkta fartyg (som i Skagerrak) och ligger på sådana djup att den medför risker för fiskare. FOI i Sverige har utarbetat en översikt för HELCOM om Dumpade C-stridsmedel i Skagerak och Östersjön (Ref. 104).

År 2003 gav svenska Kustbevakningen ut en internet-baserad informationsskrift till svenska fiskare om Kemiska stridsmedel till sjöss med upplysningar om risker vid fiske samt vägledning om hur de skall agera vid kontakt med sådana fynd (Ref. 135).



Figur B11-1
Dumpningszoner och rekommenderade riskområden för kemiska stridsmedel

Fem riskområden A – E är markerade i kartan. I områden A och B dumpades lös ammunition medan det i områden C – E sänktes hela fartyg och prämar lastade med ammuni-

tion. De egentliga dumpningszonerna har utmärkts med rött i kartan.

Vid befraktningen av ammunition till områdena A och B påbörjades dumpning troligen längs de gulmärkta transportvägarna från lastningshamnen Wolgast i Tyskland innan ankomsten till de egentliga dumpningszonerna.

Tabell 11-2 visar översiktligt vad som är känt beträffande de fem områdena.

A	Sydost Gotland (110-120 m djup)	Lös ammunition Främst senapsgas i flygbomber Mindre mängder nysgaser och tårgaser
B	Runt och ost Bornholm (75-110 m djup)	Lös ammunition Främst senapsgas i flygbomber Mindre mängder nysgaser och tårgaser
C	Södra inloppet till Lilla Bält (20-30 m djup)	Sänkta pråmar med ammunition innehållande nervgaser och kvävande/lungskadande ämnen (ex. fosgen)
D	Norska rännan sydost Arendal (ca 700 m djup)	Sänkta fartyg med ammunition innehållande senapsgas och flera andra kemiska stridsmedel
E	Väst fyren Måseskär på Västkusten (ca 220 m djup)	Sänkta fartyg med ammunition innehållande senapsgas och troligen andra kemiska stridsmedel

Tabell 11-2

Under 1966-2002 förde danska fiskare ca 700 fynd av kemiska stridsmedel till Bornholm (Figur B11-3). Under samma tid finns i svensk statistik 7 fynd av senapsgas, ett fynd av senapsgas + nysgas, ett fynd av nysgas och ett av tårgas (det sistnämnda i träfat). Av hundratals kasserade danska fångster av fisk har ca 90 % varit förorenade av senapsgas och resten av nysgas och tårgas.

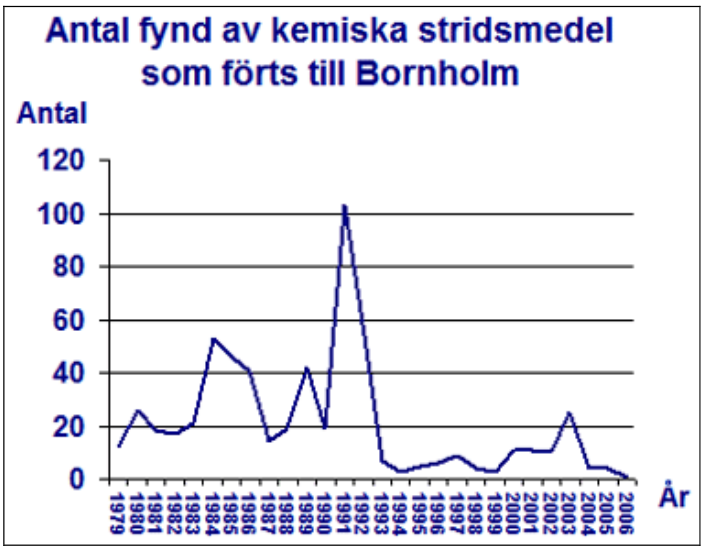
Senapsgas är trots namnet ingen gas. Det är en vätska som försågs med förtjocknings-medel så att den blev trögflytande och klibbig. Avsikten var att den lätt skulle fastna på hud, kläder och föremål.

Figur B11-3

Figuren till höger visar hur antalet fynd som förts till Bornholm varierat under åren 1979-2006.

Figuren visar att antalet sjunkit kraftigt efter 1992. År 2006 omhändertogs endast ett fynd.

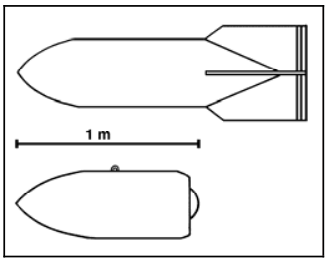
(uppdaterat 2007-01-06)



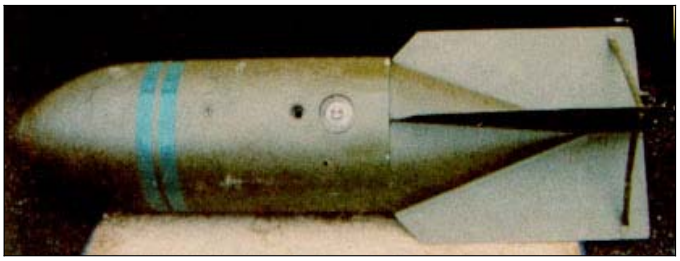
Source: Bornholms Marinedistrikt

B11.2 Utseendet hos de ursprungliga senapsgasbomberna

Senapsgas inneslöts vanligen i flygbomber (Figur B11-4 och Figur B11-5) tillsammans med sprängmedel. Flygbomberna var huvudsakligen av två typer. Den ena var ca 160 cm lång och försedd med fyra fenor baktill, den andra ca 100 cm lång och saknade fenor. Båda typerna hade en diameter av 34-36 cm och var konformade framtill.



Figur B11-4
Två typer av flygbomber



Picture source: Bornholms Marinedistrikt

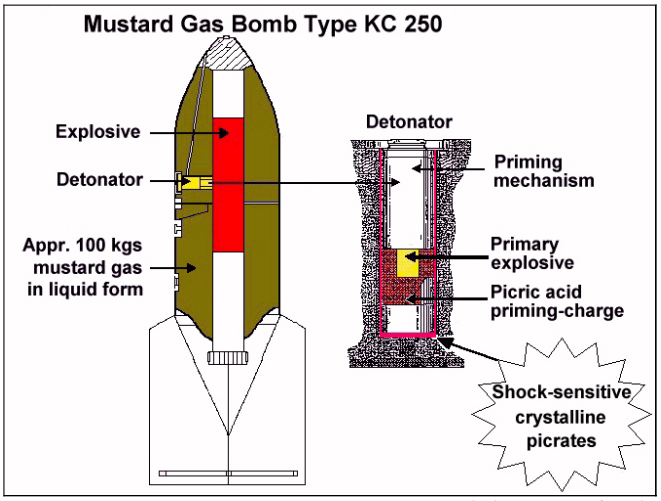
Figur B11-5
En flygbomb med senapsgas av typen KC 250

Bombernas höljen var tillverkade av tunn plåt som hos den dumpade ammunitionen långsamt angreps av korrosion i havsvattnet. Metallhöljena har nu ofta försvunnit helt. Om höljen finns kvar skadas de lätt när ammunitionen fastnar i fiskeredskap eller bärgas.

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-6

Figur B11-7 visar konstruktionen av den typ av senapsbomber med fenor som har benämningen KC 250. Det grågröna lagret närmast metallhöljet är senapsgas i vätskeform med tillsatt förtjockningsmedel som gör att den mycket lätt klibbar fast. Det rödfärgade partiet i centrumröret är trotyl (TNT).



Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-7

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-8
Lösmonterade delar (fenor samt centralrör med noskon och detonator) från flygbomben av typ KC 250.

Figur B11-9 visar en 10,5 cm artillerigranat (längd 35-50 cm) med senapsgas som påträffades på havsbotten ca 20 år efter krigsslutet. Några sådana fynd har inte gjorts på senare år. De har troligen sjunkit långt ner i bottensedimenten.

Figur B11-9

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

B11.3 Utseendet hos sentida fynd av bomber med kemiska stridsmedel

Figurerna 11-10 - 11-12 visar fynd av kraftigt korroderade senapsgasbomber. Sådana fynd av hela bomber blir numera allt ovanligare. Bomben i Figur B11-10 är dock från år 2002.

Figur B11-10

Foto: Håkan Allgurén

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-11

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-12

Figur B11-13 - Figur B11-15 visar det nu mest vanliga utseendet hos fynd av senapsgasbomber där bombhöljena oftast helt försvunnit. Den ursprungliga tjockflytande senapsgasen har oxiderat till klumpar av varierande storlek med vikt upp till 80 kg. Ibland ser de ut som lerklumpar. Mindre klumpar kan påminna om obehandlad bärnsten. Färgen varierar från mörkt gulaktig till gråbrun/mörkbrun (ibland nästan svart). Inuti sådana klumpar kan finnas extremt hälsofarlig icke oxiderad senapsgas i form av mer eller mindre tjockflytande smet.

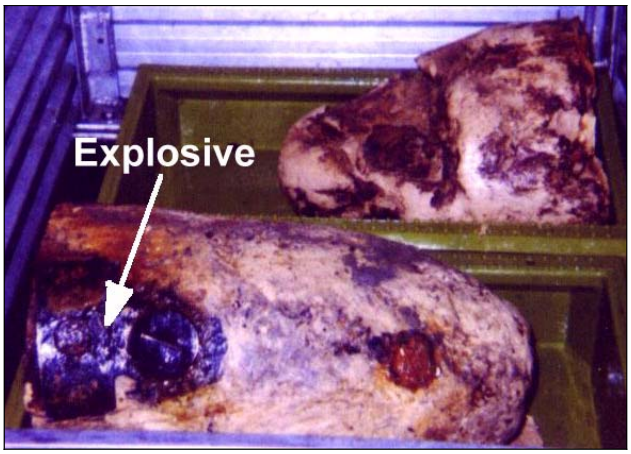
Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-13 **Figur B11-14** **Figur B11-15**

Bomberna som dumpades i havet vid krigsslutet innehöll sprängämnen och var ibland t.o.m. apterade med tändrör. En del av fynden har fortfarande visat sig innehålla rester av sprängämnen och tändrör och måste därför behandlas med försiktighet (se Figur B11-16 och Figur B11-17). Såvitt känt har dock ingen explosion inträffat när sådana fynd tillvaratagits i Östersjöområdet. Men vid bärgning och omhändertagande är personalen alltid medveten om risken.

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-16



Picture source: Bornholms Marinedistrikt

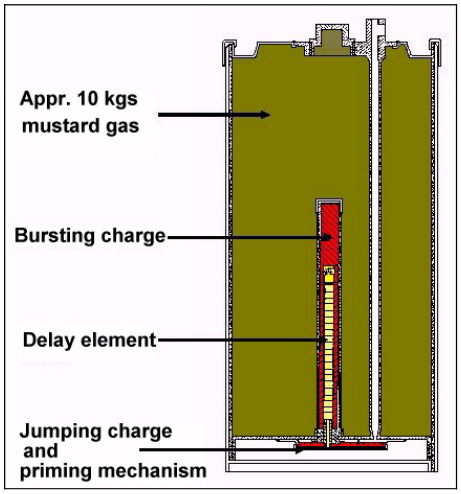
Figur B11-17

Dumpade flygbomber med senapsgas är den sorts kemiska stridsmedel som oftast kommit upp med redskapen vid fiske i Östersjön. Vid enstaka tillfällen har dock även andra typer av bomber, som innehållit senapsgas, hamnat i fiskares redskap. Figur B11-18 visar en oxiderad senapsgasklump som härrör från en s.k. hoppmina. Det är en landmina som vid utlösning hoppar upp någon 10 – 15 m upp i luften varefter den exploderar och sprider förtjockad, kletig senapsgas över ungefär 150 kvadratmeter.

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-18

Korroderad senapsgas från en hoppmina



Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-19

Skiss av en hoppmina

Dumpad nysgas från kriget påträffas ibland men har i Östersjön inte hittats i stridsmedel utan bara i trälådor. Lådmaterialet har oftast brutits ned och nysgasen finns ibland kvar som klumpar (Figur B11-20).

Picture source: Bornholms Marinedistrikt

Figur B11-20

Nysgas

B11.4 Egenskaper hos kemiska stridsmedel

Egenskaper hos senapsgas

Konsistens Oxiderad senapsgas kan se ut som lerklumpar. Ibland har de förväxlats med obehandlad bärnsten. Icke oxiderad senapsgas (som kan finnas inuti de fasta klumparna) kan vara en mer eller mindre tjockflytande smet som kan likna olja, gröt, vaselin eller gelé.

Färg Mörkt gulaktig eller gråbrun/mörkbrun (ibland nästan svart).

Lukt Skarp lukt som kan påminna om vitlök, pepparrot eller senap.

Beteende Icke oxiderade senapsgas innehåller ofta särskilda tillsatser som gör att den lätt klibbar fast på hud, kläder och redskap. Senapsgas i vätskeform tränger relativt snabbt igenom tyg och läder men långsammare igenom gummi och plast.

- Senapsgas är mycket hälsofarlig både vid kontakt med vätskan och dess ånga.
- Det är särskilt viktigt att skydda ögon och hud.
- Risken för skador från ångor är störst i varmt väder, stillastående luft och slutna utrymmen.

Medicinska effekter hos senapsgas

Senapsgas tränger mycket lätt in i kroppen via hud, ögon, slemhinnor och andningsvägar.
En förrädisk egenskap är att symtomen inte visar sig omedelbart!
Skadorna uppkommer ofta inte förrän flera timmar efter kontakttillfället.

Hud
Efter några timmars hudkontakt ger även mycket små senapsgasdroppar kliande eller svidande hudrodnad. Efter ytterligare ett antal timmar kan stora vätskefyllda blåsor uppstå. Om blåsorna brister bildas svårläkta sår som lätt infekteras. Blåsorna bör därför på alla sätt hindras från att brista.

Ögon
Vid kontakt med senapsgasångor känner man först att det kliar och sticker i ögonen. Efter tilltagande sveda och rodnad i ögonen uppstår rikligt tårflöde, känslighet för ljus och kraftig svullnad av ögonlocken. Om senapsgas i vätskeform kommer i kontakt med ögonen uppstår skador med stor risk för blindhet.

Lungor
Inandning av farliga luftkoncentrationer av senapsgasångor ger upphov till snuva, hes-het, halsont och hosta. Hostan kan bli plågsam, talförmågan förloras och andningen för-svåras.

Vid svåra fall av hudkontakt eller inandning uppkommer efter ett antal timmar, förutom ovan nämnda symtom, även en allmän förgiftning i kroppen. I dessa fall kan den skadade drabbas av aptitlöshet, illamående, kräkningar och blodig diarré i kombination med svåra smärtor i bröst och mage.

Senapsgas kan också ge genetiska skador på celler på samma sätt som höga doser av röntgenstrålning eller strålning från radioaktiva ämnen.

Egenskaper hos Andra typer av fynd av kemiska stridsmedel

Här beskrivs några kemiska stridsmedel som vid fiske i Östersjön påträffats mindre ofta än senapsgas. Ibland har de ingått i olika ammunitionstyper. Vid vissa tillfällen har de varit förpackade i trätunnor, trälådor eller andra typer av emballage.

Nysgaser
(”Sternutators”, kväljande, kräkningsframkallande ämnen – ex. Clark I och II, Adamsit) påverkar slemhinnor i näsa, hals och andningsvägar. De ger upphov till nysningar, hosta, rinnande ögon och kraftigt illamående. Effekterna kvarstår upp till två timmar efter det att föroreningen eliminerats

I Östersjön har nysgaser aldrig påträffats i ammunition utan endast i trälådor. Lådmaterialet har numera förmultnat och nysgaser har i enstaka fall under senare år påträffats som klumpar (se Figur B11-20).

Nervgaser
(ex. tabun, sarin, soman) är i ren form färglösa, luktfria, oljeaktiga substanser. Föroreningar eller tillsatser kan ge mörkfärgning och fruktaktig lukt. Nervgaser upptas lätt av kroppen genom hud, andningsorgan, ögon och matsmältningskanal. I vätske- eller gas-

form tränger de lätt igenom textilier och läder. Vanligt gummi och de flesta plaster erbjuder endast kortvarigt skydd.

Nervgaser är extremt farliga. En ytterst liten dos nervgas kan ge huvudvärk, smärtande ögon, dimsyn, pupillsammandragning, rinnande näsa och tryckande känsla över bröstet. En något större dos (liten droppe på huden) kan ge samma symtom följda av kramper, andningssvårigheter, låg puls och till slut andnings- och hjärtstillestånd. Förgiftningen sker på 5-10 minuter om inte behandling sätts in.

Kvävande medel

(lungirriterande, lungskadande – ex. fosgen, difosgen). Fosgen är ett tidigare använt kvävande stridsmedel. Det är en färglös gas (vätska under 8°C) som i låga koncentrationer har en sötaktig lukt som kan påminna om nyslaget hö. Ämnet är förrädiskt eftersom det vid inandning av låga koncentrationer kan vara hälsofarligt utan att ge obehag.

De första symtomen vid fosgenförgiftning är andningssvårigheter, hosta, kvävningskänsla, törst, illamående, kräkning, bröstsmärtor, blåfärgade läppar och fradga ur mun. Senare kommer matthet och inträdande medvetslöshet. Orsaken till symptomen är att fosgen orsakar ansamling av vätska i lungorna (lungödem). Även ögonen kan påverkas och erhålla permanenta skador även om några effekter inte märks i början.

Tårgaser

(”Lachrymators”, ex. kloracetofenon, bromaceton) är flyktiga ämnen som påverkar ögats slemhinnor. De ger svidande och rinnande ögon. De kan även påverka huden och ge lokala hudskador. Effekterna varar inte länge efter det att den skadade förts i säkerhet.

Rökgenererande stridsmedel

innehåller blandningar av svaveltrioxid och klorsulfonsyra som båda är extremt aggressiva mot hud, ögon och andningsorgan. Vissa av dessa medel innehåller fosfor som självantänder vid kontakt med luft. Hudkontakt med fosfor ger svårläkta sår.

B11.5 Åtgärder vid fynd kemiska stridsmedel

Första åtgärder

Hänvisning görs även till tillämpliga delar av svenska Kustbevakningens informationsskrift till svenska fiskare om Kemiska stridsmedel till sjöss med upplysningar om risker vid fiske samt vägledning om hur de skall agera vid kontakt med sådana fynd (Ref. 135).

1. Ansvariga parter alarmeras enligt på förhand uppgjord plan. Om fyndet misstänks innehålla sprängmedel får det inte flyttas innan det har undersökts av behörig expertis.

2. Ett fartyg får uppdraget att utföra den första åtgärden beträffande transport av personal, varning av sjöfarande och assistans till inblandade fiskefartyg.

3. Om fartyg som berörts av incidenten kan gå för egen maskin skall det i första hand anvisas en lämplig saneringsankarplats där räddningsfartyg möter för att bistå med nödvändiga åtgärder.

4. Fartygstransporter ordnas för desarmeringspersonal och säkerhetsutrustning. Fartygen skall också vara utrustade med säkerhetsutrustning för egen personal.

5. Fynd av kemiska stridsmedel, förorenat avfall, kasserad fångst etc. förs iland och tas om hand enligt lokala bestämmelser.

Omedelbar sanering av personal som förorenats av senapsgas

Det är ytterst viktigt att hud och ögon, som förorenas, omedelbart rengörs innan senapsgasen hunnit tränga in i kroppen. Varje minuts försening ökar risken för skador. Om både hud och ögon är förorenade måste hjälp erhållas av någon oskadad så att de första åtgärderna snabbt kan sättas in samtidigt enligt nedan. Rör inte ansikte och ögon med förorenade händer. Sök läkarvård snarast möjligt.

OBS !
Stanna på öppet däck om kläder är förorenade. Det är ytterst viktigt att inte sprida senapsgas till rena utrymmen i fartyget.

HUD

- Besättningsman som kommit i kontakt med kemiska stridsmedel måste hindras från att sprida dessa på fartyget. Han får ej gå in i slutna utrymmen t.ex. styrhytt och pentry eller beröra utrustning etc.

- Finns pulverformigt speciellt personsaneringsmedel ombord (t.ex. klorkalk/magnesiumoxid) strös detta på förorenade hudpartier och kläder. Saneringsmedlet skall sedan ligga kvar några minuter under mycket försiktig bearbetning. Pulvret borstas därefter bort. Sanera händerna som första och sista åtgärd. Vid tveksam effekt kan behandlingen upprepas (efter avklädning). Finns inget personsaneringsmedel ombord kan mjöl användas.

- Tag därefter av alla förorenade plagg samt ringar, klockor m.m. Full säkerhet måste råda om att inga förorenade kläder eller föremål finns kvar på kroppen. Arbeta snabbt men försiktigt så att ansikte och ögon inte förorenas.

- Avlägsna snabbt den (ibland kletiga) senapsgas som kan skrapas av huden med kniv eller dylikt. Arbeta försiktigt och undvik att gnida in senapsgasen i huden eller att sprida den. Senapsgas som är lättflytande bör "nypas" bort med uppsugande material för att hindra spridning på huden. Även detta måste ske snabbt.

- Tvätta förorenat hudparti med tvål (eller såpa) och vatten. Observera att slemhinnor och underliv är speciellt känsliga för senapsgas. Avsluta med noggrann tvättning av hela kroppen med tvål och vatten.

- Lägg våta förband på skadade hudpartier. Eventuella blåsor skall icke punkteras.

ÖGON

- Skölj omedelbart förorenat öga med mjuk stråle av rent och helst ljummet färskvatten under minst 15 minuter. Håll ögonlocken brett isär under sköljningen. Använd ögonsköljanordning om sådan finns ombord. Stäng sedan ögonlocken och rengör de omgivande hudpartierna försiktigt med tvål och vatten. Använd icke någon form av ögonsalva, saneringsmedel eller förband.

Sanering av fartyg och utrustning som förorenats av senapsgas

- Ett område med minst 30 m radie kring fartyget skall alltid i första hand avspärras.

- Kontrollera fortlöpande luften utanför avspärrningen. Om utslag erhålls vid luftindikering eller om misstänkt lukt känns skall avspärrningen omedelbart utvidgas.

- För sanering av fartyget och dess utrustning gäller följande:

  - Behov av sanering bestäms och kontroll efter sanering sker med indikeringsutrustning.

  - Vid saneringsarbete i slutet utrymme på fartyget skall personalen vara iförd kemskyddsdräkt och tryckluftsapparat.

Sex saneringsmetoder och olika saneringsmedel beskrivs i nedanstående punkter 1-6. Olika rutiner måste användas beroende på den förorenade ytans egenskaper. Nato har utarbetat en rapport som beskriver destruktion av kemiska stridsmedel (Ref. 136).

Kemiska stridsmedel, t.ex. senapsgas tränger snabbt in i porösa material, t.ex. trä, tyg, gummi etc. Sanering av sådana material är därför svår att genomföra och måste ske med djupverkande saneringsmedel t.ex. DS-2 eller genom kokning.

Dessa metoder kan påverka materialets egenskaper på ett icke önskvärt sätt. Material med hård yta, t.ex. metall, glas etc, suger inte upp kemiska stridsmedel t.ex. senapsgas och kan därför lättare saneras. Lämpliga saneringsmetoder är avspolning med högtrycksspruta, ång- och hetvattensanering eller sanering med DS-2 eller klorkalk. DS-2 är en blandning av dietylentriamin (70 %), natriumhydroxid (2 %) och etylenglykolmonometyleter (28 %).

Saneringsmedlet, DS-2 eller klorkalk, sprids över materielen och får verka under 15-30 minuter innan det spolas av med vatten under högt tryck.

Saneringsmateriel såsom borstar, hinkar, trassel m.m. samt materiel som är svår att sanera är att betrakta som saneringsavfall.

1. **Vädring**
   Senapsgas som (i undantagsfall) kan föreligga i gasform i slutet utrymme avlägsnas genom kraftig vädring.

2. **Tvättning**
   Materiel tvättas med trassel indränkt med varm tvål- eller tvättmedelslösning eller med dieselolja, fotogen el dyl. Alternativt avspolas materielen med varm tvättmedelslösning under samtidig bearbetning med borste. Trassel o.dyl., som använts för avtvättning med fotogen eller dieselolja, insamlas i plåtkärl eftersom dessa ämnen förstör plast.

3. **Högtryckssanering/spolning**
   Spolning med vatten (helst varmt) med högt tryck. Vinkeln mellan vattenstrålen och saneringsobjektets yta bör inte överstiga 30°C.

4. **Ång- och hetvattensanering**
   Behandling av förorenad materiel med ånga eller hetvatten.

5. **Klorkalkslam** (1 del klorkalk + minst 3 delar vatten) sprids på saneringsobjektets yta. Slammet arbetas in i ytan med en borste. Det får verka 15-30 min varefter ytan avtvättas/avspolas noga.

   Finns tillgång till **natriumhypoklorit** kan detta användas i stället för klorkalk.

   OBS! Klorkalk och natriumhypoklorit är frätande på ögon och hud. Båda är korroderande på metall och kan skada textilmaterial m.m. Torr klorkalk kan reagera med låga vid kontakt med senapsgas.

6. **Sanering med DS-2**
   DS-2 sprids på saneringsobjektets yta (0,05 - 0,1 liter per m²) och får verka 15-30 min varefter ytan avtvättas/avspolas noga.

   OBS! DS-2 är skadligt att inandas och är frätande på ögon och hud. DS-2 är basiskt och korroderande på vissa metaller t.ex. lättmetall och kan skada vissa andra material. Blandning av DS-2 med torr klorkalk eller hypokloriter kan reagera häftigt (brand, explosion) vid kontakt med gnistor eller eld.

Bilaga 12
Referenser

Ref. 1 **International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG-Code)**, Volym I-IV samt supplement, uppdateras fortlöpande, International Maritime Organization, London England. www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=158

Ref. 2 **Miljøkonsekvenser av akutte utslipp**, Rapport 94:19, 1994, Statens forurensningstilsyn, Pb 8100 Dep, 0032 Oslo, Norge

Ref. 3 **TOKEVA-instruktioner**,
Utgivna på finska, svenska och engelska, uppdateras fortlöpande
Finska Räddningsinstitutet, Hulkontie 83, FIN-70820 Kuopio, Finland.
www.pelastusopisto.fi

Ref. 4 **Farligt Gods**, Pärm 1-4, uppdateras fortlöpande,
Svenska Brandskyddsföreningen, Stockholm, Sverige, www.svbf.se.

Ref. 5 Plast- och Kemiföretagen,
Skyddsblad för kemiska ämnen
Skyddsblad för kemiska produkter
Miljöskyddsblad för kemiska produkter
Uppdateras fortlöpande
Industrilitteratur, Sverige, www.industrilitteratur.se, www.plastkemiforetagen.se

Ref. 6 Hommel, Günter, **Handbuch der gefährlichen Güter**,
6 band (med CD-ROM) 2006, Uppdateras fortlöpande
Springer Science+Business Media, www.springer.com

Ref. 7 Kustbevakningen, **Räddningstjänstplan - Miljöräddningstjänst till sjöss**, Del 1-2, 1999, Karlskrona, Sverige.
www.kustbevakningen.se

Ref. 8 **Kartlegging av Absorberende Midler**, Rapport 93:21, 1993, Statens forurensningstilsyn, Pb 8100 Dep, 0032 Oslo, Norge

Ref. 9 Statens Räddningsverk, **Samordning av provtagning**, SRV Cirkulär 1/93 R, SRV, Karolinen, SE-651 80 Karlstad, Sverige, maj 1993.

Ref. 10 Lewis J. R., **Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials**, 10th edition, Three volumes, John Wiley & Sons, 1999.

Ref. 11 US Environmental Protection Agency, **Standard Operating Safety Guides**, Office of Emergency and Remedial Response, US Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460, USA, 1992, NTIS Publication 9285.1-03.

Ref. 12 Koops W., **Two New Tools and a Working Method for Crisis Management of Accidental Spills at Sea**, Delft University Press, 1992.

Ref. 13 United States Coast Guard, **Chemical Hazards Response Information System (CHRIS)**, webb-baserad handbok med information om 1300 kemikalier (2006).

www.chrismanual.com
www.uscg.mil/hq/gm/mor/articles/chris.htm

Ref. 14 Koponen J., Salo S. och Hirvi J.-P., **Description of a Computer Program for Chemical Spill Simulation**, Mimeograph Series of the National Board of Waters and the Environment No. 440, Helsinki, Finland, 1992.

Ref. 15 Salo S., **The Fate of Chemicals Spilled on Water - A Literature Review of Physical and Chemical Processes**, Vesi-ja Ympäristöhallitus, Helsinki, Finland, 1992.

Ref. 16 Stenström B., **Transportation of Packaged Dangerous Goods by Sea in the Baltic Sea Area - A Study Performed for the Baltic Marine Environment Protection Commission**, A report compiled for the Ministry of Environment Protection of Finland, juni 1992.

Ref. 17 Aoustin Y. och Cabioc'h F., **Criteria for Decision Making Regarding Response to Accidently Spilled Chemicals in Packaged Form - Hydrodynamic Aspects**, IFREMER, Centre de Brest, BP. 70, 29280 Plouzane, Frankrike, 1992.

Ref. 18 Cabioçh F., **The Behaviour and Fate of Packages Lost at Sea: A Report Based on Studies Carried Out for the French Administration and the European Commission**, CEDRE, Centre for Documentation Research & Investigation into Accidental Water Pollution Incidents, Centre de Brest, BP. 70, 29280 Plouzane, Frankrike, 1991.

Ref. 19 International Maritime Organization, **Manual on Chemical Pollution - Section 2 - Search and Recovery of Packaged Goods Lost at Sea**, IMO, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR, England 1991.

Ref. 20 Stenström B., **Transportation of Packaged Dangerous Goods by Sea in the Baltic Sea Area - A Report Regarding Shipments in Swedish Ports and Waters**, ÅF-Industriteknik AB, Stockholm, Sverige, april 1991.

Ref. 21 Baltic Marine Environment Protection Commission, **Manual on Co-Operation in Combatting Marine Pollution within the Framework of the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area, 1974 (Helsinki Convention), Vol. III - Response to Incidents Involving Chemicals**, Helsinki Commission, Finland, April 1991.
OBS! Den 1 december 2002 ersatt av Ref. 113

Ref. 22 Statens Räddningsverk, **Åtgärder vid olyckor med giftiga kondenserade gaser**, SRV Cirkulär 4/91 R, SRV, Karolinen, SE-651 80 Karlstad, Sverige, 1991.

Ref. 23 Baltic Marine Environment Protection Commission, **Study of the Risk for Accidents and the Related Environmental Hazards from the Transportation of Chemicals by Tankers in the Baltic Sea Area**, Baltic Sea Environment Proceedings No. 34, Helsinki Commission, Finland, Maj 1990.

Ref. 24 Stenström B., **Transportmönster och riskbedömning avseende transport av miljöfarliga ämnen i bulk i svenska farvatten**, ÅF-Industriteknik AB, Utgåva nr 2, Stockholm, Sverige, april 1990.

Ref. 25 **Statens Räddningsverks Informationsbank RIB**, ett integrerat beslutsstöd för

yrkesverksamma i deras arbete med skydd mot olyckor
Räddningsverket, SE-651 80 Karlstad, Sverige

Ref. 26 Shell International, **Chemspil**, Rapporter nr HSE 90.006, HSE 90.007 och HSE 90.008, Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V., The Hague, Holland, 1990.

Ref. 27 Harris F.S., **Hard nuts to crack**, Hazardous Cargo Bulletin, September 1990, p. 71-72.

Ref. 28 **CAMEO**, US National Safety Council, Customer Service, Box 558, Itasca IL 60143-0558, USA, telefax +1 708 285 0797.
http://response.restoration.noaa.gov/cameo/aloha.html
http://www.epa.gov/ceppo/cameo/aloha.htm

Ref. 29 Photovac Incorporated, **Microtip HL-200 User's Manual**, Photovac Inc., 25/B Jefrin, Boulevard West, Deer Park, NY 11729, USA, tel. +1 516 254 4199, fax +1 516 254 4284.

Ref. 30 European Chemical Industry Council (CEFIC), Av E. van Nieuwenhuyse 4. bte 1, B-1160 Bruxelles, Belgien, telefax +32 2 676 7332.

Ref. 31 Watanabe M., **Categorization of Noxious Liquid Substances**, 1990 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, American Institute of Chemical Engineers; National Response Team; Chemical Manufacturers Association , Houston, Texas, USA, 13-17 maj 1990, p. 443-456.

Ref. 32 Wiltshire G.A. och Rand M., **Cargo Removal and Salvage of the Tank Barge ACO-501**, 1990 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, American Institute of Chemical Engineers; National Response Team; Chemical Manufacturers Association , Houston, Texas, USA, 13-17 maj 1990, p. 619-633.

Ref. 33 GESAMP, **Reports and Studies No. 35 - Revision of GESAMP Reports and Studies No. 17**, IMO, International Maritime Organization, London, England, 1989.

Ref. 34 Szluha A.T. et al., **Response Manual for Combating Spills of Floating Hazardous CHRIS Chemicals**, MAXIMA Corporation, Environmental Technology Division, 107 Union Valley Road, Oak Ridge, TE 37830, USA, 1989.

Ref. 35 Bonham N., **Response Techniques for the Cleanup of Sinking Hazardous Materials**, Technology Development and Technical Services Branch, Environmental Protection, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E7, rapport EPS 4/SP/1, april 1989.

Ref. 36 Fingas M., **Computer Models and Data Bases for Spills**, Spill Technology Newsletter april-juni 1989, p. 4-10.

Ref. 37 Saltveit S.J. och Brabrand Å., **Utslipp av syre fra Idun fabrikker - en vurdering av virking på bunndyr og fisk**, Laboratorium for Ferskvannsøkologi og Innlandsfiske, Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, Norge, Notat Nr. 1, 1988.

Ref. 38 Scully T., **HAZ-MAT Information Retrieval - the Promise and the Reality**, 1988 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, American Institute of Chemical Engineers and the National Response Team, Chicago, Illinois, USA, 16-19 maj 1988, p. 574-579.

Ref. 39 Melvold R.W. och Gibson S.C., **A Guidance Manual for Selection and Use of Sorbents for Liquid Hazardous Substances**, JRB Associates Inc., McLean, VA, USA, 1987, NTIS Report PB87-208765.

Ref. 40 Boyer K.R., Hodge V.E. och Wetzel R.S., **Handbook: Response to Discharges of Sinking Hazardous Substances**, Hazardous Waste Engineering Research Laboratory, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH 45268, USA, EPA/540/2-87/001, september 1987.

Ref. 41 Unterberg et al., **Reference Manual of Countermeasures for Hazardous Substance Releases**, Combustion Engineering, Environmental Monitoring & Services Inc., Newbury Park, CA 91320, USA, 1987, NTIS Report PB87-232252.

Ref. 42 International Maritime Organization, **Manual on Chemical Pollution - Section 1 - Problem Assessment and Response Arrangement**, IMO, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR, England 1987.

Ref. 43 Solsberg L.B., Parent R.D. och Ross S.L., **A Survey of Chemical Spill Countermeasures**, Environmental Emergencies Technology Division, Technology Development and Technical Services Branch, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E7, Report EPS 9/SP/2 December 1986.

Ref. 44 Mark C.G. et al., **Case History of the MV Rio Neuquen: Containment and Ocean Disposal of Reacting Aluminum Phosphide**, 1986 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads; US Coast Guard; Chemical Manufacturers Association; US Environmental Protection Agency, St. Louis, Missouri, USA, 5-8 maj 1986, p. 19-24.

Ref. 45 Eden A. van, **Destruction of Chlorine Containers on the Sea Floor of the North Sea**, 1986 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads; US Coast Guard; Chemical Manufacturers Association; US Environmental Protection Agency, St. Louis, Missouri, USA, 5-8 maj 1986, p. 25-35.

Ref. 46 Szluha A.T. et al., **Review of Technologies for Containment and Recovery of Floating Hazardous Chemicals**, 1986 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads; US Coast Guard; Chemical Manufacturers Association; US Environmental Protection Agency, St. Louis, Missouri, USA, 5-8 maj 1986, p. 65-71.

Ref. 47 Skovronek H.S. et al., **Hazardous Substance Detection by Canine Olfaction**, 1986 Hazardous Material Spills Conference (ej med i Proceedings), Association of American Railroads; US Coast Guard; Chemical Manufacturers Association; US Environmental Protection Agency, St. Louis, Missouri, USA, 5-8 maj 1986.

Ref. 48 US Environmental Protection Agency, **Delineating Toxic Areas by Canine Olfaction**, Project Summary EPA/600/S2-85/089, December 1985

Ref. 49 Environment Canada, **EnviroTIPS - Environmental and Technical Information for Problem Spills**, "Introduction Manual" och 50 st monografier över olika kemikalier med uppgifter om egenskaper, hantering, risker, exempel på inträffade olyckor, responsmetoder m.m., Technical Services Branch, Environmental Protection Programs Directorate, Environmental Protection Service, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E7

Ref. 50 Environment Canada, **Manual for Spills of Hazardous Materials**, Technical Services Branch, Environmental Protection Service, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E7, Cat. No. En40-320/1984E, March 1984.

Ref. 51 Ernst W.D., **NOAA:s Chemical Advisory Report (CHEMREP) System for Spill Response**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 135-140.

Ref. 52 Winter S., Nyrén K. och Karlsson E., **Uppkomst och utbredning av explosiva eller giftiga gasmoln - Katalog med beräkningsexempel för trycklagrade gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid, propan och vinylklorid)**, Försvarets Forskningsanstalt Huvudavdelning 4, SE-901 82 UMEÅ, Sverige, FOA Rapport E 40011, 2. uppl. mars 1984.

Ref. 53 Unterberg W., Melvold R.W., Flaherty L.M. och McCarthy, Jr., L.T., **Procedures for Selection of Countermeasures for Hazardous Substance Releases**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 151-161.

Ref. 54 Arner L.D., Johnson G.R., Masters H. och Skovronek H.S., **Toxic Area Delineation by Canine Olfaction**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 191-194.

Ref. 55 Offenhartz B.H. och Lefko J.L., **Enzyme-Based Detection of Chlorinated Hydrocarbons**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 195-198.

Ref. 56 Jadamec J.R., Bentz A.P., Hiltabrand R.R. och Kleineberg G.A., **The U.S. Coast Guard Mobile Response Laboratory**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 199-204.

Ref. 57 Meyer R.A., Brugger J.E. och Lowrance D.J., **Mapping Sunken Pollutant Pools with Depth Finders**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings,

Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 214-219.

Ref. 58 Kelty J., **Calculation of Evacuation Distances During Toxic Air Pollution Incidents**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 311-314.

Ref. 59 Thomsen E.S., **Evacuation Distances for Spills of Hazardous Chemicals**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 315-321.

Ref. 60 Traver R.T., **Summary of On-Scene-Coordinator Protocol for Contaminated Underwater Operations**, 1984 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads/Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Nashville Tennessee, USA, 9-12 april 1984, p. 343-350.

Ref. 61 Verschueren K., **Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals**, Handbook Book/CD Set, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2001. http://eu.wiley.com/WileyCDA/

Ref. 62 Herrick E.C., Carstea D. och Goldgraben G., **Sorbent Materials for Cleanup of Hazardous Spills**, MITRE Corporation, McLean, VA, USA, 1982, NTIS Report PB82-227125.

Ref. 63 Thornton G.J.E., Williams J.E. och Clements R.J., **Response to a Major Discharge of Pentachlorophenol in a Waterway**, 1982 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Milwaukee, Wisconsin, USA, 19-22 april 1982, p. 68-76.

Ref. 64 Weston R.R., **Selecting a Treatment Technique for Contaminated Bottom Sediments**, 1982 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Milwaukee, Wisconsin, USA, 19-22 april 1982, p. 102-110.

Ref. 65 Yen N.C., Doherty C.B. och Bloetscher F., **Container Systems for Use in Marine Chemical Incidents**, 1982 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Milwaukee, Wisconsin, USA, 19-22 april 1982, p. 373-380.

Ref. 66 Ashworth P., **A Dispersion Model for Sinker Liquids Spilled into Waterways**, 1982 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Bureau of Explosives; Chemical Manufacturers Association; US Coast Guard; US Environmental Protection Agency, Milwaukee, Wisconsin, USA, 19-22 april 1982, p. 404-413.

Ref. 67 Breslin M.K. och Royer M.D., **Use of Selected Sorbents and an Aqueous Film Forming Foam on Floating Hazardous Materials**, JRB Associates Inc., McLean, VA, USA, 1981, NTIS Report PB82-108895.

Ref. 68 Hansen C.A. och Sanders R G., **Removal of Hazardous Material Spills from Bottoms of Flowing Waterbodies**, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH 45268, USA, 1981, NTIS Report PB81-230922.

Ref. 69 Akers C.K. et al., **Guidelines for the Use of Chemicals in Removing Hazardous Substance Discharges**, Calspan Corporation, Buffalo, NY 14221, USA, 1981, NTIS Report PB82-107483.

Ref. 70 Tang. N. et al., **Sulfuric Acid Spill Characteristics Under Maritime Accident Conditions**, US Coast Guard, US Department of Transportation, Washington D.C., USA, 1981, NTIS Report ADA 110276.

Ref. 71 Sundblad B., **Konsekvenser av tankerhaveri vid transport av metanol**, Studsvik Report K2-80/371, 1980, Studsvik Energiteknik AB, SE-611 82 Nyköping, Sverige.

Ref. 72 Dawson G.W., McNeese J.A. och Coates J.A., **Application of Buoyant Mass Transfer Media to Hazardous Material Spills**, Batelle Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington 99352, USA, 1980, NTIS Report PB80-198427.

Ref. 73 Shooter D., Lyman W.J. och Sinclair J.R., **Response Techniques for Spills of Hazardous, Water Soluble Chemicals**, Paper presented at the 1980 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och US Coast Guard, Louisville, Kentucky, USA, 13-15 maj 1980.

Ref. 74 Schneider G.R., **Removal of Water-Soluble Hazardous Materials Spills from Waterways by Activated Carbon**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1980 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och US Coast Guard, Louisville, Kentucky, USA, 13-15 maj 1980, p. 82-87.

Ref. 75 Goodier J.L. och Thompson C.H., **In-Place Removal of Spilled Toxics: Available Tools**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1980 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och US Coast Guard, Louisville, Kentucky, USA, 13-15 maj 1980, p. 123-133.

Ref. 76 Meyer R.A. och Kirsch M., **Detection of Insoluble Sinking Pollutants**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1980 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och US Coast Guard, Louisville, Kentucky, USA, 13-15 maj 1980, p. 168-173.

Ref. 77 Hiltabrand R.R. och Wogman N.A., **In Situ Detection and Analysis of Pollutants in the Marine Environment by X-Ray Fluorescence**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1980 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och

US Coast Guard, Louisville, Kentucky, USA, 13-15 maj 1980, p. 192-196.

Ref. 78 Thibodeaux L.J. och Christy P.S., **The Spill of Sinker Chemicals - Laboratory Simulations**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1980 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och US Coast Guard, Louisville, Kentucky, USA, 13-15 maj 1980, p. 369-374.

Ref. 79 Dodge F.T., Bowles E.B., White R.E. och Flessner M.F., **Release Rates of Hazardous Chemicals from a Damaged Cargo Vessel**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1980 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och US Coast Guard, Louisville, Kentucky, USA, 13-15 maj 1980, p. 381-385.

Ref. 80 Robinson J.S., **Hazardous Chemical Spill Cleanup**, Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, USA, 1979.

Ref. 81 Harsh K.M., **Toxicity Modification of an Anhydrous Ammonia Spill**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1978 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency; US Coast Guard; Hazardous Materials Control Research Institute, Miami Beach, Florida, USA, 11-13 april 1978, p. 148-151.

Ref. 82 Urban M. och Losche R., **Development and Use of a Mobile Chemical Laboratory for Hazardous Material Spill Response Activities**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1978 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency; US Coast Guard; Hazardous Materials Control Research Institute, Miami Beach, Florida, USA, 11-13 april 1978, p. 311-314.

Ref. 83 Hand T.D. et al., **Feasibility Study of Response Techniques for Discharges of Hazardous Chemicals that sink**, US Army Engineer Waterways Experiment Station, PO Box 631, Vicksburg, MS 39180, USA, juni 1978.

Ref. 84 Hand T.D. och Ford A.W., **The Feasibility of Dredging for Bottom Recovery of Spills of Dense, Hazardous Chemicals**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1978 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency; US Coast Guard; Hazardous Materials Control Research Institute, Miami Beach, Florida, USA, 11-13 april 1978, p. 315-324.

Ref. 85 McCracken W.E. och Schwartz S.H., **Performance Testing of Spills Control Devices on Floatable Hazardous Materials**, US Coast Guard, US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, OH, USA, 1977, NTIS Report PB 276581.

Ref. 86 Dawson et al., **In Situ Treatment of Hazardous Material Spills in Flowing Streams**, Batelle Northwest, Richland, Washington 99352, USA, 1977, NTIS Report PB 274455.

Ref. 87 Willmann J.C., Blazevich J. och Snyder, JR., H.J., **PCB Spill in the Duwamish-Seattle, WA.**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1976 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental

Protection Agency och Oil Spill Control Association of America, New Orleans, Louisiana, USA, 25-28 april 1976, p. 351-355.

Ref. 88 Butragueno J.L. och Costello J.F., **Safe Stand-off Distances for Pressurized Hydrocarbons**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1978 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency; US Coast Guard; Hazardous Materials Control Research Institute, Miami Beach, Florida, USA, 11-13 april 1978, p. 411-416.

Ref. 89 Raij P.P.K. och Reid R.C., **Fate of Liquid Ammonia Spilled onto Water**, Environmental Science & Technology Vol. 12, No. 13, dec 1978, p. 1422-1425.

Ref. 90 Dawson G.W., Mercer B.W. och Parkhurst R.G., **Comparative Evaluation of in Situ Approaches to the Treatment of Flowing Streams**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1976 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och Oil Spill Control Association of America, New Orleans, Louisiana, USA, 25-28 april 1976, p. 266-271.

Ref. 91 Willmann J.C., Blazevich J. och Snyder, JR., H.J., **PCB Spill in the Duwamish-Seattle, WA.**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1976 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och Oil Spill Control Association of America, New Orleans, Louisiana, USA, 25-28 april 1976, p. 351-355.

Ref. 92 Lafornara J.P., Polito M. och Scholz R., **Removal of Spilled Herbicide from a New Jersey Lake**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1976 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och Oil Spill Control Association of America, New Orleans, Louisiana, USA, 25-28 april 1976, p.378-381.

Ref. 93 Lafornara J.P., Polito M. och Harsch J., **EPA Pumps Virginia Pond to Remove Spilled Toxaphene**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1976 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency och Oil Spill Control Association of America, New Orleans, Louisiana, USA, 25-28 april 1976, p. 404-406.

Ref. 94 Drake E. et al., **A Feasibility Study of Response Techniques for Discharges of Hazardous Chemicals that Disperse through the Water Column**, Arthur D. Little Inc.,Acorn Park, Cambridge, MA 02140, USA, 1976, NTIS Report AD-A040968.

Ref. 95 Bauer W.H., Borton D.N. och Bulloff J.J., **Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharges of Hazardous Chemicals on Water**, Rensselear Polytechnic Institute, 110 Eighth Street, Troy, NY 12181, USA, 1975, NTIS Report AD-A024221.

Ref. 96 Raj P.K., Hagopian J. och Kalelkar A.S., **Prediction of Hazards of Spills of Anhydrous Ammonia on Water**, Arthur D. Little Inc.,Acorn Park, Cambridge, MA 02140, USA, 1974, NTIS Report AD 779400.

Ref. 97 Daniels S.L., **Product Stewardship for Chemicals Used in Water and Wastewater Treatment**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of

the 1974 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, American Institute of Chemical Engineers och US Environmental Protection Agency, San Francisco, California, USA, 25-28 augusti 1974, p. 31-37.

Ref. 98 Raj P.K. och Hagopian J.H., **Hazards Presented by the release of Anhydrous Ammonia on Water**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1974 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, American Institute of Chemical Engineers och US Environmental Protection Agency, San Francisco, California, USA, 25-28 augusti 1974, p. 179-187.

Ref. 99 Lafornara J.P. och Wilder I., **Solution of the Hazardous Material Spill Problem in the Little Menomone River**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1974 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, American Institute of Chemical Engineers och US Environmental Protection Agency, San Francisco, California, USA, 25-28 augusti 1974, p. 202-207.

Ref. 100 Looström B., **Fallet Viggo Hinrichsen från miljöskydds- och personskyddssynpunkt**, Anförande vid Tredje Nordiska Sammankomsten Rörande Oljebekämpning till Sjöss, Köpenhamn, 26-29 november 1973.

Ref. 101 Göteborgs brandförsvar., **Fenol - en undersökning av utsläppet i Skarvikshamnen, Göteborg den 13 januari 1973**, Göteborgs brandförsvar, Dnr A 65/73, Sverige.

Ref. 102 Mercer B.W., Shuckrow A.J. och Dawson G.W., **Treatment of Hazardous Material Spills with Floating Mass Transfer Media**, US Environmental Protection Agency, USA, 1973, EPA-670/2-73-078, Superintendent of Documents, US Government Printing Office, Washington D.C. 40402, USA.

Ref. 103 Freestone F.J. och Zaccor J., **Design, Fabrication, and Demonstration of a Mobile Stream Diversion System for Hazardous Material Spill Containment**, Control of Hazardous Material Spills: Proceedings of the 1978 National Conference on Control of Hazardous Material Spills, US Environmental Protection Agency; US Coast Guard; Hazardous Materials Control Research Institute, Miami Beach, Florida, USA, 11-13 april 1978, p. 371-377.

Ref. 104 Waleij A., **Dumpade C-stridsmedel i Skagerak och Östersjön**, Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI, Sverige, Rapportnr. FOI-R-0148-SE, september 2001.

Ref. 105 Tiravanti G. och Boari G., **Potential Pollution of a Marine Environment by Lead Alkyls: The Cavtat Incident**, Environmental Science & Technology, Vol. 13 No. 7, 1979, p. 849-854.

Ref. 106 Nikunen E., Leinonen R. och Kultamaa A., **Environmental Properties of Chemicals**, Research Report 91, Ministry of the Environment, Helsinki, Finland, 1990.

Ref. 107 US Environmental Protection Agency, **Report of the EPA Hazardous Substances Task Force**, Office of Solid Waste and Emergency Response, US EPA, Washington, DC 20460, USA, April 30, 1992.

Ref. 108 Lundmark T., **Ammoniakutsläppet i Landskrona**, Brandförsvar 4/76.

Ref. 109 Håkansson R., **Ammonia Loading Line Rupture**, Conference Paper, 1976 Symposium on Safety in Ammonia Plants and Related Facilities - AIChE.

Ref. 110 Ryman S., **Olycksfall i arbete med lossning av ammoniak**, Landskrona Polisdistrikt, Rotel 2, Sverige, Promemoria 743-170/76, 1976-03-30.

Ref. 111 Cleminski R., **Inferno on the Rhine**, Reader´s Digest, november 1987, p. 98-105. (Svenska upplagan: **Natten då Rhen dog**, Det Bästa, september 1987, p. 91-97)

Ref. 112 Oxford Molecular Group PLC, The Medawar Centre, Oxford Science Park, Oxford OX4 4GA, UK, Tel: +44 1865 784600, Fax: +44 1865 784601.

Ref. 113 **HELCOM Manual on Co-operation in Response to Marine Pollution within the framework of the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area (Helsinki Convention)**, Volume 2, 1 December 2002, Baltic Marine Environment Protection Commission (Helsinki Commission), FIN-00160 Helsinki, Finland
www.coastguard.se/ra/volume2/start.htm

Ref. 114 **Report on the Ariadne incident**, 1986 Hazardous Material Spills Conference Proceedings, Association of American Railroads; US Coast Guard; Chemical Manufacturers Association; US Environmental Protection Agency, St. Louis, Missouri, USA, 5-8 maj 1986.

Ref. 115 *Prognosmodellen MET (**M**odells für **E**ffekte mit **T**oxischen Gasen),*
ISi Technologie GmbH, Rorschacherstr.126, 9450 Lüchingen, Switzerland
E-Mail: met@isitech.com
Websites: www.memplex.com www.isitech.com

Ref. 116 *CHEMMAP chemical discharge model*
Applied Science Associates, Inc.
70 Dean Knauss Drive
Narragansett, Rhode Island 02882-1143, USA
Email: asa@appsci.com
Websites: www.appsci.com www.chemmap.com

Ref. 117 BMT Cordah Limited
Grove House, Meridians Cross, 7 Ocean Way, Ocean Village, Southampton, Hampshire, SO14 3TJ, UK
Tel: +44 23 80232222; Fax: +44 23 80232891; www.bmtcordah.com

Ref. 118 UK National Chemical Emergency Centre
E5 Culham, Abingdon, Oxon, OX14 3ED,UK
Tel: +44 (0)8701 906443; Fax: +44 (0)8701 906613; www.the-ncec.co.uk

Ref. 119 Imbibitive Technologies America Inc. , O/A IMTECH AMERICA
4800 James Savage Rd. , Midland, MI, U.S.A. 48642-6528
E mail: imtech@imbiberbeads.com, Web Site: www.imbiberbeads.com

Ref. 120 RO-CLEAN DESMI A/S, 21B Hestehaven, DK5260 Odense S, Denmark
www.ro-cleandesmi.com

Ref. 121 Chou J., **Hazardous Gas Monitors: A Practical Guide to Selection, Operation and Applications**, McGraw-Hill and SciTech Publishing, 1999.
www.intlsensor.com/book/reviews.html

Ref. 122 SRS Crisafulli, Inc., Glendive, Montana, USA
www.crisafulli.com/ http://www.dredge.net/

Ref. 123 Mud Cat Division, Baltimore Dredges, Baltimore, Maryland, USA
www.mudcat.com/

Ref. 124 SMHI, SE-601 76 Norrköping, Sverige
http://produkter.smhi.se/seatrack/

Ref. 125 SMV engineering a.s, Postbox 100, 5374 Steinsland, Norway
http://smv.no/

Ref. 126 HYDRO-BIOS Apparatebau GmbH
P.O.Box 8008, D-24154 Kiel-Holtenau, Germany
Web: www.hydrobios.de
Email: sales@hydrobios.de

Ref. 127 CANIMPEX Enterprises Ltd.
41 Rockhaven Drive, Halifax, Nova Scotia, B3M 1Z8 Canada
Web: www.canimpex.ns.ca
Email: info@cpx-solutions.com

Ref. 128 KC-Denmark, Holmbladsvej 19, DK-8600 Silkeborg, Denmark
Web: www.kc-denmark.dk
E-mail: kc@kc-denmark.dk

Ref. 129 US Environmental Protection Agency, **Surface Water Sampling**, 1994
Environmental Response Team SOP #2013, Revision #0.0. Edison, NJ.
http://www.ert.org

Ref. 130 US Environmental Protection Agency, **Drum Sampling**, 1994
Environmental Response Team SOP #2009, Revision #0.0. Edison, NJ.
http://www.ert.org

Ref. 131 US Environmental Protection Agency, **Tank Sampling**, 1994
Environmental Response Team SOP #2010, Revision #0.0. Edison, NJ.
http://www.ert.org

Ref. 132 Europeisk standard CEN (European Committee for Standardization)
EN 943-1:2002 Skyddskläder för användning mot kemikalier i vätske- och gasform inklusive vätskeaerosoler och fasta partiklar – Del 1: Fordringar på prestanda för ventilerade och ej ventilerade "gastäta" (Typ 1) och "ej gastäta" (Typ 2) skyddskläder (28.8.2003)
EN 943-2:2002 Skyddskläder mot kemikalier i vätske- och gasform inklusive vätskeaerosoler och fasta partiklar – Del 2: Funktionskrav för gastäta (Typ 1) skyddsdräkter för insatsstyrkor (10.8.2002)

Ref. 133 US Environmental Protection Agency, **Oil Spill Program Update**, Vol.1, No. 4, July 1998, (The U.S. EPA's Oil Program Center Report)

www.epa.gov/oilspill/pdfs/epaupd4.pdf

Ref. 134 Nyström M., **Mindre behållare för frakt av farligt gods till sjöss**, Praktikantarbete 1997, 70 sidor, Kustbevakningens centrala ledning, Karlskrona, Sverige.

Ref. 135 Kustbevakningen, **Kemiska stridsmedel till sjöss - Information och vägledning för svenska fiskare**, 2003, 10 sidor, Kustbevakningens centrala ledning, Karlskrona, Sverige
www.kustbevakningen.se

Ref. 136 **Destruction of Chemical Weapons**, Report of the Nato Advanced Research Workshop on Destruction of Military Toxic Waste, Naaldwijk, The Netherlands, 22-27 May 1994
www.opcw.org/resp/html/arwnaal1.html

Ref. 137 **Prosjektoversikt: Nordisk kontaktgruppe for kjemikalieulykker**, 29 sidor, 101 st FoU-projekt finansierade av Nordiska Ministerrådet
Publicerad av Statens forurensningstilsyn (SFT)
www.sft.no/arbeidsomr/beredskap/publikasjoner/nmrprosjekter.pdf

Ref. 138 **Recommendations on the transport of dangerous goods, Model regulations**, Volume I and Volume II, Fourteenth revised edition, United Nations, New York and Geneva, 2005

Part 6, Requirements for the construction and testing of packagings, Intermediate Bulk Containers (IBCs), Large Packagings, Portable Tanks, Multiple-Element Gas Containers (MEGCs) and Bulk Containers

Part 6 (pdf 168 sidor):
www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev14/English/08E_Part6.pdf

Samlingsdokument med alla delar:
www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev14/English/00E_Intro.pdf

Allmän information: www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr_e.html

Senaste nytt: www.unece.org/trans/danger/danger.htm

Ref. 139 Almgren R., **Räddningstjänst vid olycka med gaser**, 1999, Räddningsverket, Sverige, 75 p.

Ref. 140 Den Nordiske Styringsgruppen for FoU i forbindelse med Bekjempning av og Sanering etter Kjemikalieulykker på land og til sjøs, **Nordisk FoU samarbeid om bekjempning av kjemikalieulykker - sluttrapport 1985-97**, 9 sidor, 14 april 1998.

Ref. 141 Källström H. och Mourujärvi H., **Teknik vid kemikalieolycka**, 1999, Räddningsverket, Sverige, 87 p.

Ref. 142 **Återkondensering av ammoniak**
video som visar tekniken och taktiken för återkondensering (impaktering) vid utsläpp av ammoniak, tid 10 min., Informationsbolaget, Malmö, Sverige.

Ref. 143 US Environmental Protection Agency, **EPA-905-B94-003 (Remediation Guidance Document) Chapter 4**, (deals about dredging)
www.epa.gov/glnpo/arcs/EPA-905-B94-003/B94-003.ch4.html

Ref. 144 US Environmental Protection Agency, **Framework for Dredged Material Management, May 2004, Chapter 2.0 Overview of Dredging Operations and Dredged Material Management Alternatives**
www.epa.gov/owow/oceans/regulatory/dumpdredged/framework/2overview.pdf

Ref. 145 The US Dredging Operations Technical Support Program DOTS
http://el.erdc.usace.army.mil/dots/dots.html

Ref. 146 IMO/UNEP, Regional Information System; Part D, Operational Guides and Technical Document. Section 7. **Theory and practice of foams in chemical spill response**, REMPEC, May 1992, 25 p.
www.rempec.org/admin/upload/publications/RIS.D.7..pdf