

Gunnar Ohlén
Niklas Larsson

Räddningstjänst vid olyckor med frätande ämnen



Niklas Larsson



Gunnar Ohlén

Niklas Larsson, f. 1958, arbetar sedan 2001 på CRS i Skövde som ämnessamordnare för området farliga ämnen. Han har medverkat i flera nationella utvecklingsuppdrag bland annat regeringsuppdraget Inriktning farliga ämnen 2015, i framtagningen av ny litteratur inom området farligt ämne samt utvecklat utbildningar för den kemiska industrin. Niklas har tidigare arbetat som både inre och yttre befäl vid Räddningstjänsten Östra Skaraborg.

Gunnar Ohlen, f. 1965, arbetar sedan 2007 som räddningschef i Stenungsund. Han har deltagit i nationella och internationella utvecklingsuppdrag bland annat regeringsuppdraget Inriktning farliga ämnen 2015, NATO/EAPC project on non binding guidelines and minimum standard for First Responders during a CBRN incident samt som kemkoordinator i Västra Götalands län. Gunnar har tidigare arbetat som ämnes koordinator för CRS i Skövde samt som chef för operativa avdelningen vid Räddningstjänsten Östra Skaraborg.

Omslagsbilden:

I Borlänge kolliderade 1998 två godståg lastade med salpetersyra respektive timmer. Sju ton salpetersyra läckte ut. Nitroösa gaser, som är både giftiga och brandfarliga, bildades när salpetersyran kom i kontakt med timret. Stora delar av Borlänge spärrades av och invånarna uppmanades att hålla sig inomhus.



Gunnar Ohlén
Niklas Larsson

Räddningstjänst vid olyckor med frätande ämnen

Räddningsverket

Räddningstjänst vid olycka med frätande ämnen
Andra reviderade utgåvan

Författare: *Gunnar Ohlén och Niklas Larsson*

Projektledare: *Niklas Larsson*

Redaktör: *Anna-Lena Göransson*

Formgivning: *Per Steffensen*

Omslagsfoto: *Leif Forslund*

Tryck: *Lenanders Grafiska*

Utgivningsår: *2000*

Beställningsnummer: *U30-600/07*

ISBN: *987-91-7253-343-1*

Innehåll

Förord 5

Inledning 7

Sura och basiska ämnen 7

Andra frätande ämnen 9

Föremål som innehåller frätande ämnen 9

Tömnda förpackningar 9

Syrors egenskaper 10

Syror påverkar miljön 11

Basers egenskaper 12

pH-värdet 13

Neutralisation – teori 14

Några ämnen som ger sura lösningar 16

Saltsyra (klorvätesyra) 16 • Svavelsyra 17

Rykande svavelsyra (oleum) 17 • Salpetersyra 18

Fosforsyra 18 • Fluorvätesyra 19 • Järnklorid 19

Ättiksyra 20 • Akrylsyra 20 • Myrsyra 21

Några vanliga ämnen som ger basiska lösningar 22

Natriumhydroxidlösning 22 • Kaliumhydroxidlösning 23

Ammoniak 23

Andra frätande ämnen 24

Natriumhypoklorit 24 • Kvicksilver 25 • Brom 25

Transport 27

Lagstiftning 27

Skyltning 28

Landsvägstransporter 31

Järnvägstransporter 33

Förpackningsgrupper 34

Övrig hantering 34

Taktik 35

Generella åtgärder vid en insats 35

Beslutsstöd 35

Faktalitteratur 36 • Databaser 37 • Kartmaterial 37

Riskinventering och riskplanering 38

Externa resurser 38 • Samverkansavtalet 38

Räddningsverkets miljöskyddsförråd 39 • Spridning 40

Risker 41

Risk för hud och vävnadsskador 41 • Risk vid reaktion med andra ämnen 41 • Risk för antändning 42

Risk för skador på miljön 43

Zonindelning av skadeområdet 44

Förebyggande åtgärder 45

Teknik 47

Skyddsutrustning 47

Metoder för indikering och mätning 48

Skadebegränsande metoder vid utsläpp av frätande ämnen 50

Allmänt 50 • Uppsamling 50 • Invallning 51

Sorption 51 • Överpumpning 53 • Neutralisation 54

Personsanering vid händelser med frätande ämnen 55

Statistik 56

Erfarenheter från inträffade olyckor 56

Kristinehamn: Olycka med saltsyra 56 • Separation av svavelsyra och saltsyra 60 • Räddningstjänstens erfarenheter 63

Helsingborg: Utsläpp av svavelsyra 65 • Torshälla: Utsläpp av fluorvätesyra 66 • Hallsberg: Salpetersyrautsläpp vid bangården i Hallsberg 70

Ordförklaringar 73

För vidare läsning 75

Beräkningar 77

Exempel 77

Illustrationer och foto 80

Förord

Människan har genom historien lärt sig att utnyttja de tillgångar som jorden ställer till hennes förfogande. Hon har hittat nya lösningar för att utvinna markens, luftens och vattnets resurser. Dessa lösningar har skapat nya hanterings- och förvaringssätt för olika ämnen.

Många kemikalier utgör en direkt risk för människor och miljö. Den mängd kemikalier vi utsätts för bestämmer till stor del hur stor risken för påverkan är. Kontakt med kemikalie eller följden av en kemisk reaktion, kan leda till flera reaktioner på människor och miljö, beroende på kemikalies egenskaper. För en människa kan upptaget av en kemikalie ske genom inandning, förtäring eller via slemhinnor och hud.

För att kunna förstå och hantera den miljö som kan uppstå i riskområdet på en skadeplats är det viktigt att känna till farorna. Valet av skyddsutrustning baseras i stor utsträckning på dessa faror. De påverkar kroppen på olika sätt och det är viktigt att vid varje insats klargöra farorna och hur kroppen kan påverkas av dem.

Den räddningstjänstpersonal som hanterar olyckor där kemikalier är inblandade, arbetar i en miljö som ständigt förändras. Det är därför mycket viktigt att Räddningstjänsten tar del av nya rön, ny kunskap och ny teknik på området, för att skadeeffekterna på människor och miljö vid kemolyckor ska bli så begränsande som möjligt. Den litteratur som används i utbildningen måste hålla jämna steg med utvecklingen. Därför ger Räddningsverket ut en litteraturserie i kemikalieskadebegränsning. Serien är tänkt att användas vid utbildning av personal i räddningstjänst. Vår ambition är att skapa ett grundläggande och enhetligt utbildningsmaterial som ska hållas aktuellt genom återkommande revideringar.

Räddningstjänst vid olyckor med frätande ämnen syftar till att ge läsaren fakta om olika frätande ämnen och därmed öka förståelsen för den teknik och taktik som lämpar sig bäst för att insatsresultatet vid olycka med frätande ämnen ska kunna bli så bra som möjligt. Boken vänder sig framför allt till befäl som arbetar i utryckningstjänst vid räddningstjänsten. Den innehåller en sammanfattning av räddningskemi, taktik och teknik vid olycka med frätande ämnen.



Faror som hotar vid kemikalieolyckor.

De frätande ämnen som medför synnerligen stora risker tas upp i boken, liksom de frätande ämnen som är vanligast förekommande. Här ges också exempel på handlingsmönster för hur man kan hantera frätande ämnen vid olyckor.

Hittills utgivna titlar i serien är:

Insats vid olycka med kemikalier

Räddningstjänst vid olycka med gaser

Teknik vid kemikalieolycka

Räddningstjänst vid olycka med radioaktiva ämnen

Räddningsverket

Inledning

Frätande ämnen i klass 8 omfattar de ämnen som, vid kontaktverkan, kemiskt angriper epitelvävnad i hud och slemhinnor eller som, om de läcker ut, kan skada eller förstöra miljön, annat gods eller transportmedel eller orsaka annan fara. Ämnesklassen omfattar även ämnen som vid kontakt med vatten bildar frätande vätskor eller utvecklar frätande ånga eller dimma i naturlig luftfuktighet.

I detta kapitel används huvudsakligen följande indelning av frätande ämnen:

- Sura ämnen
- Basiska ämnen
- Andra frätande ämnen
- Föremål som innehåller frätande ämnen
- Tömnda förpackningar

Denna indelning av frätande ämnen utgår från Räddningsverkets föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, ADR-S, SRVFS 2004:14.

Sura och basiska ämnen

Syror och baser utgör en mycket stor grupp av våra kemiska ämnen. De har vissa gemensamma egenskaper som vi ska titta närmare på, men är ändå helt olika varandra. Det är till och med så att dessa ämnen kan neutralisera varandra. Redan 1814 drog den franske kemisten Guy-Lussac slutsatsen att trots olikheterna mellan syror och baser är man tvungen att definiera dessa ämnen i relation till varandra. Denna uppfattning är



Natronlut används främst inom industrin.

numera vedertagen för förståelsen av syra-basbegreppet. Ordet syra kommer från det latinska ordet *acidus* som betyder syrlig eller besk och används för att beskriva olika smaker i t.ex. citrusfrukter och vinäger. Vi träffar på många svaga syror i våra vardagsprodukter bl.a. citronsyra, vinsyra, bensoesyra och ättiksyra som används för smaksättning och konservering av livsmedel. Andra syror används främst inom industrin, t.ex. salpetersyra för framställning av sprängämnen och gödselmedel samt saltsyra för ytbehandling av metaller.

Alkalie är benämning på ämnen med alkalisk reaktion och ordet har använts sedan medeltiden. Även flera basiska ämnen kan vi träffa på i vår omgivning. Natriumhydroxid som är en bas används vid framställning av tvål. I industrin används t.ex. ammoniak som kylmedium och för framställning av konstgödsel och salpetersyra.

Andra frätande ämnen

Det finns andra ämnen som varken är syror eller baser, men som ändå är vävnadsförstörande t.ex. klorit- och hypokloritlösningar. Natriumhypoklorit, NaClO , är ett ämne vars vattenlösning är starkt blekande och används för desinfektion av vatten bl.a. i simhallar. Formaldehydlösningar och desinfektionsmedel är andra sådana ämnen.

Föremål som innehåller frätande ämnen

Ett batteri omvandlar kemisk energi till elektrisk och kallas därför kemoelektrisk strömkälla. Batterier kan innehålla frätande ämnen i form av syror eller alkalier. Det finns flera olika typer av batterier t.ex. brunstensbatterier, alkaliska batterier, litiumbatterier och nickelkadmiumbatterier. Andra föremål som innehåller frätande ämnen är t.ex. rökbomber och rökgranater.

Tömnda förpackningar

Till denna grupp räknas tömda, ej rengjorda IBC-behållare, tankfordon, avmonterbara tankar, tankcontainrar, liksom tömda fordon för bulktransporter och tömda småcontainrar för bulk gods som har innehållit ämnen av klass 8. I ADR-S och RID-S regelverk kan man utläsa vilka bestämmelser som gäller för transporter av dessa förpackningar.

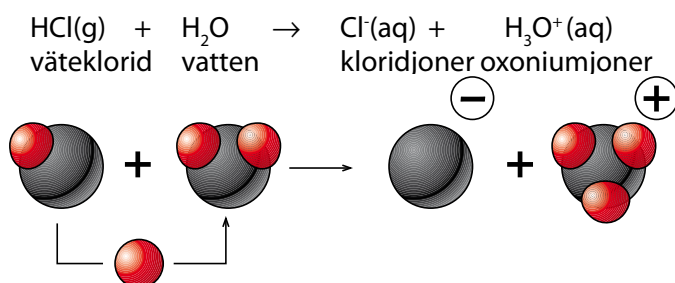
Batterier kan innehålla frätande ämnen i form av syror eller alkalier.



Syrors egenskaper

Syror är en grupp ämnen med flera gemensamma egenskaper. De kan påvisas genom sin sura smak. Denna metod är naturligtvis inte att rekommendera i kemiska sammanhang eller vid räddningstjänstinsatser, eftersom vissa syror är både giftiga och starkt frätande. Det går att påvisa att alla syror innehåller väte. Då syran reagerar med vatten avges väte i form av en vätejón, som går över till vattenmolekylen och bildar en oxoniumjón. Det är oxoniumjónerna som ger den sura smaken i en vattenlösning av syror. (En jón är en elektriskt laddad atom eller atomgrupp).

Den kemiska reaktionen för t.ex. väteklorid och vatten ser ut enligt följande:



Av reaktionen framgår att en proton (H^+) går från syran till vattenmolekylen. Ofta förenklar man och säger att det är vätejóner som ger syran dess karaktäristiska sura smak, men man menar egentligen att det är oxoniumjónen H_3O^+ . Reaktionen då en proton går över till vattenmolekylen kallas för protolys. Resultatet blir en vattenlösning av kloridjóner Cl^- och oxoniumjóner H_3O^+ . Vätekloriden är helt protolyserad i vattenlösningen. Syror som är fullständigt protolyserade i vattenlösningar kallas för starka syror, exempel är saltsyra, svavelsyra och salpetersyra. I en svag syra har endast en mindre del av syramolekylerna avgett protoner, exempel är ättiksyra, kolsyra och oxalsyra.

De s.k. oädla metallerna som magnesium, zink, aluminium och järn, reagerar med sura lösningar. När metallen reagerar bildas vätgas och ett salt (en kombination av olika

Utspilld svavelsyra reagerar omedelbart.



joner). Saltsyrans salter kallas för *klorider*, t.ex. magnesiumklorid och aluminiumklorid. Salpetersyrans salter kallas för *nitrate*, t.ex. kaliumnitrat och svavelsyran bildar två serier salter, sulfater och vätesulfater, t.ex. kopparsulfat och natriumvätesulfat. De s.k. ädla metallerna t.ex. guld, silver, platina och koppar, reagerar inte med syrorna. Med kungsvatten, en blandning av koncentrerad svavelsyra, och salpetersyra kan man emellertid få en reaktion med guld och platina.

Syror kan delas in i organiska och oorganiska syror. I de organiska syrorna ingår grundämnena kol och väte.

Syror påverkar miljön

Surt regn är ett stort problem som medför en kraftig försurning av vår jord. Förbränningen av fossila bränslen som olja och kol genererar svaveldioxid och kväveoxider. Svaveldioxid som kommer ut i atmosfären oxideras långsamt till svaveltrioxid som reagerar med luftens fuktighet. Det bildas då svavelsyra som vi känner som en mycket stark syra.

Stora delar av Sverige är mycket känsliga för försurning, inte minst gäller det södra och västra Sverige. Man uppskattar att ca 18 000 sjöar idag är skadade av försurningen. Det sura regnet kan dessutom förorsaka skador på byggnader och skulpturer, särskilt utsatta är byggnadsdelar av kalksten och marmor.



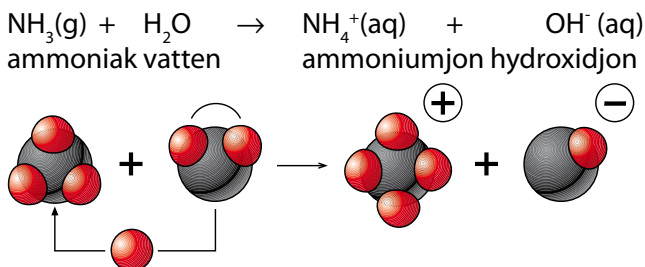
Det sura regnet kan förorsaka skador på byggnader och skulpturer.

Basers egenskaper

Även alkalier eller basiska ämnen har vissa gemensamma egenskaper. Baser är som regel fasta ämnen som lösts i vatten.

Kemiskt sett går det att påvisa att en vattenlösning av en bas leder ström. Det finns alltså laddade partiklar i lösningen.

Den kemiska reaktionen för t.ex. ammoniak löst i vatten ser ut enligt följande:



Av reaktionen framgår att en proton H^+ lämnar vattenmolekylen och går till ammoniakmolekylen. En ammoniumjon och en hydroxidjon har bildats.

En bas är alltså ett ämne eller jon som kan ta upp en proton. I vattenlösning är det hydroxidjonen OH^- som ger basen dess karakteristiska egenskaper. En protolys har ägt rum även här. Baser som är fullständigt protolyserade i vattenlösningar kallas för starka baser, exempel är natriumhydroxid. I en svag bas har endast en mindre del av basen tagit upp protoner; ett exempel är natriumbikarbonat.

De alkaliska ämnena kan delas in i organiska och oorganiska baser. I de organiska baserna ingår grundämnena kol och väte. Dessa baser är i regel brännbara som exempelvis dietylamin.

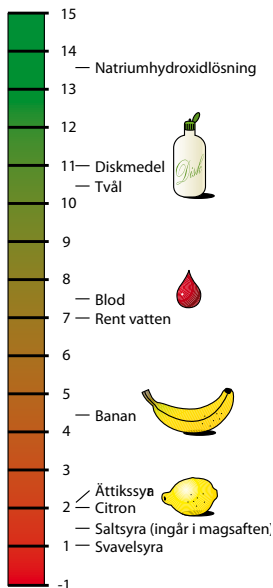
Exempel på oorganiska baser är natriumhydroxid och kaliumhydroxid.

Följande reaktioner är vanliga för alla baser:

- Reaktion med syror, ibland våldsamt reaktion.
- Reaktion med oädlade metaller, där både vätegas och ett metallsalt bildas.
- Reaktion med hud och annan vävnad.



Natriumhydroxid kan användas i hemmet som propplösare.



pH skalan och olika ämnens värde.

Vill man späda ett utsläpp av 10 liter syra med pH 3 till pH 7 krävs teoretiskt sett tio tankbilar.



pH-värdet

I lösningar av syror och baser kan koncentrationen av H^+ och OH^- variera med en faktor på flera miljarder. För att göra detta mer hanterligt införde dansken Sörensen begreppet pH, där man på ett enkelt siffermässigt sätt kan uttrycka surhetsgraden i lösningen.

pH definieras som den negativa 10-logaritmen för vätejonkoncentrationen, H^+ .

En liter rent vatten innehåller 1×10^{-7} mol vätejoner. pH-värdet blir då enligt följande samband: $-\log 10^{-7} = -(-7) = 7$. Man säger därför att vattnets $pH = 7$. Lösningen är neutral.

Sura lösningar har som vi tidigare sett högre vätejonkoncentration H^+ och den negativa logaritmen för H^+ blir därför mindre än 7. I basiska lösningar är däremot H^+ lägre och pH-värdet blir därför större än 7.

Eftersom pH-skalan är logaritmisk är varje steg en förändring med en faktor 10, dvs. en syra med ett pH 4 är 1000 gånger surare än rent vatten med pH 7. Vill man späda ut ett utsläpp av 10 liter av en syra med pH värde 3 till ett värde i närheten av pH 7, behöver man teoretiskt sett tio tankbilar à 10 m^3 .

Av pH-testet kan man utläsa att ämnet Kalciumhydroxid har ett högt pH-värde.



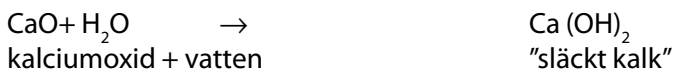
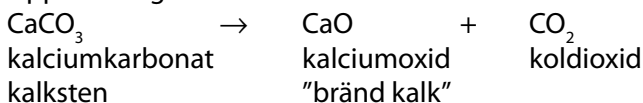
Neutralisation – teori

Neutralisation används för att neutralisera en syra eller bas. Först tas så mycket som möjligt av den utspillda produkten upp genom pumpning eller motsvarande. Den rest som blir kvar kan neutraliseras. Vid neutralisation sker en kemisk reaktion där vatten och ett salt bildas. Salterna kan vara mer eller mindre lösliga i vatten. Vissa kan vara giftiga, t.ex. natriumfluorid och kaliumfluorid.

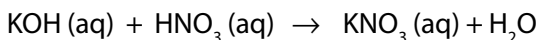
För neutralisering av syror använder man en bas, t.ex. natriumhydroxid (natronlut), kalciumhydroxid (släckt kalk) eller kaliumhydroxid (kalilut). Används baser bör man alltid lösa dessa i vatten innan de påförs syran. Den vanligast förekommande basen är släckt kalk som finns i stora lager för bl.a. kalkning av sjöar och skogar.

Kalciumhydroxiden framställs i två steg enligt principen:

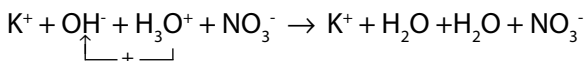
Upphettning:



För en neutralisation mellan kaliumhydroxid (KOH) och salpetersyra (HNO_3) ser reaktionsformeln ut enligt följande:



I resonemanget antar vi att man blandar lika många mol KOH som HNO_3 eftersom lösningen ska bli helt neutral, dvs. vi försöker tillföra lika många OH^- joner som det finns H_3O^+ joner från början. Reaktionsformeln kan då skrivas enligt följande så att vi ser de olika jonerna:



OH^- jonerna och H_3O^+ jonerna kommer praktiskt taget till 100 % att reagera med varandra och bilda vattenmolekyler. Kvar i lösningen blir förutom vattnet, kaliumjoner (K^+) och nitratjoner (NO_3^-) dvs. saltet kaliumnitrat KNO_3 . Reaktionen mellan salpetersyran och kaliumhydroxiden är således ett exempel på neutralisation.

Kalciumhydroxid kallas för släckt kalk. Den används vid framställning av murbruk och vid kalkning av skogar och sjöar m.m.



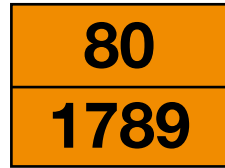
Några ämnen som ger sura lösningar

Saltsyra HCl (klorvätesyra)

Saltsyra är en vattenlösning av gasen väteklorid. Man känner igen vätekloriden på den karaktäristiskt mycket stickande lukten. Om man löser så mycket väteklorid som möjligt i vatten, dvs. tills lösningen är mättad, får man koncentrerad saltsyra. Saltsyra förekommer i olika koncentrationer och över 30 % är den rykande. Handelsvaran saltsyra levereras normalt som en 32-, 34-, 36- eller 37-procentig lösning.

Om man mycket försiktigt blåser utandningsluft ovanför ett öppet kärl med saltsyra kan man tydligt se vätekloriden försvinna som gas. Saltsyra är i sig själv inte brandfarlig men i kontakt med vissa metaller, t.ex. aluminium, järn och zink, bildas vätgas som kan ge explosiva blandningar tillsammans med luft, så kallad knallgas. Förutom metaller angriper saltsyra även läder, textil och vanliga byggnadsmaterial. Kontakt eller lagring tillsammans med natriumhypoklorit kan leda till klorgasutveckling och ska därför undvikas.

Saltsyra är en av våra vanligaste baskemikalier. Den har en mängd olika användningsområden främst som råvara inom kemisk industri vid framställning av andra ämnen. Saltsyra används t.ex. vid framställning av klordioxid ur natruimklorat för blekning av papper, som betningskemikalie inom stål- och verkstadsindustrin, för att avlägsna korrosionsprodukter från ytan på stålämnen före fortsatt bearbetning, som råvara vid tillverkning av flocknings- och fällningskemikalier för vattenrening och som pH-regleringskemikalie i olika processer.



Utseende:	Färglös till gul, klar vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbar
Lukt:	Stickande
Löslighet:	Blandbar med vatten
Kokpunkt:	101° C
UN-nr:	1789
Densitet:	1190 kg/m ³
CAS-nr:	7647-01-0
Molvikt:	36,5 g/mol
EG-nr:	231-595-7



Saltsyra används inom industrin för att ta bort oxidskikt på metaller.

80**1830**

Utseende:	Färglös klar vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbar
Lukt:	Svagt stickande
Löslighet:	Blandbar med vatten under stark värmeutveckling
Kokpunkt:	338° C
UN-nr:	1830
Densitet:	1840 kg/m ³
CAS-nr:	7664-93-9
Molvikt:	98,08 g/mol
EG-nr:	231-639-5

Svavelsyra H₂SO₄

Svavelsyra är en tung, tjockflytande och frätande vätska. Koncentrerad svavelsyra reagerar mycket häftigt med vatten under stark värmeutveckling (exoterm reaktion). Svavelsyra är en av den kemiska industrins viktigaste baskemikalier och används vid framställning av andra syror, t.ex. saltsyra, vid tillverkning av konstgödsel och sprängämnen samt vid bearbetning av råolja till olika petroleumprodukter.

I bilbatterier ingår svavelsyra. Den kallas då ofta för batterisyra. Vid framställningen utgår man från grundämnet svavel som förbränns till svaveldioxid. Svaveldioxiden oxideras vidare till svaveltrioxid som sedan får reagera med vatten till svavelsyra. En koncentration av 1,5 – 2 ppm i inandningsluften upplevs definitivt som obehaglig, medan 10 – 20 ppm uppfattas som outhärdlig.

X886**1831**

Utseende:	Färglös till gulaktig, rykande vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbar
Lukt:	Stark, stickande
Löslighet:	Reagerar mkt häftigt med vatten. Starkt hygroskopisk.
Kokpunkt:	60-140 C (sönderdelas)
Densitet:	1950 kg/m ³
CAS-nr:	8014-95-7
Molvikt:	178,14g/mol
EG-nr:	231-639-5

Rykande svavelsyra (oleum) H₂SO₄ + SO₃

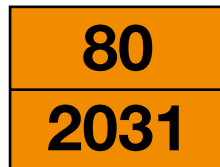
Rykande svavelsyra, är en obrännbar men mycket reaktiv kemikalie. Rykande svavelsyra bildar snabbt stora synliga gasmoln i form av svaveltrioxidgas, som bildar aerosoler tillsammans med luft. Ångorna är tyngre än luft och kan sprida sig till lågt liggande områden. Rykande svavelsyra kan förorsaka förkolning och antändning vid kontakt med organiska material t.ex. trä, läder, textil och diverse byggnadsmaterial.

Vid minsta kontakt med fukt eller vatten sker en våldsam reaktion under stark värmeutveckling.

Rykande svavelsyra används vid tillverkning av sprängämnen och läkemedel.

Salpetersyra HNO_3

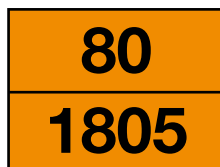
Salpetersyra är en starkt frätande syra med skarp lukt. Koncentrerad salpetersyra är en vattenlösning med en 69 viktprocent HNO_3 . Vid en koncentration av mer än 70 viktprocent gäller farlighetsnummer 885. I koncentrerad och i en inte alltför utspädd form reagerar syran med de flesta vanliga metaller. Det bildas då s.k. nitrösa gaser, en blandning av framför allt den färglösa kväveoxiden, NO , och den rödbruna kvävedioixden, NO_2 . Salpetersyra löser de oädla metallerna zink och järn under vätgasutveckling och nitratbildning. Salpetersyra är en mycket reaktiv syra, som reagerar med såväl organiska som oorganiska ämnen. Koncentrerad salpetersyra bör förvaras i mörka kärl eftersom den sönderfaller under inverkan av ljus och färgas gul av kvävedioixden, som bildas vid sönderfallet. Största delen av all salpetersyra (75-85 %) används för framställning av handelsgödsel, framförallt ammoniumnitrat. Salpetersyra är basen för framställning av de flesta sprängämnen och krut. Salpetersyra används dessutom vid framställning av läkemedel, färgämnen och raketbränslen samt vid betning av metallytor.



Utseende:	Färglös till gul, klar vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbar
Lukt:	Skarpt stickande
Löslighet:	Blandbar med vatten
Kokpunkt:	122°C
UN-nr:	2031
Densitet:	1410 kg/m ³
CAS-nr:	7697-37-2
Molvikt:	63 g/mol
EG-nr:	231-714-2

Fosforsyra H_3PO_4

I rent tillstånd är fosforsyra ett färglöst, kristallint ämne med smältpunkt på ca 42°C. I smält tillstånd är den extremt trögflytande. Fosforsyra är en mycket god ledare för elektricitet. I vattenlösning är den en medelstark syra. I volym räknat är fosforsyran näst svavelsyran den viktigaste oorganiska syran och i ekonomiska termer den viktigaste. Den största mängden fosforsyra som produceras används för framställning av fosfater. Fosforsyran används också vid behandling av metaller för att ta bort oxidskikt, ytbeläggning och för polering. Inom livsmedelsindustrin används fosforsyra av hög renhetsgrad som surgörare. Den viktigaste användningen är i kolsyrade drycker. Vid framställning av flamskyddsmedel är fosforsyra och ammoniumfosfat viktiga utgångsämnen. Vid tillverkning av elektroniska kretsar av hög kvalitet används fosforsyra för etsning.



Utseende:	Färglös vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbar
Lukt:	Nästan luktlös
Löslighet:	Lättlöslig i vatten
Kokpunkt:	213°C
UN-nr:	1805
Densitet:	1570 kg/m ³
CAS-nr:	7664-38-2
Molvikt:	98 g/mol
EG-nr:	231-633-2

886**1790**

Utseende:	Färglös eller brun vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbar
Lukt:	Stickande
Löslighet:	Helt lös i vatten
Kokpunkt:	100° C
UN-nr:	1790
Densitet:	1200 kg/m ³
CAS-nr:	7664-39-3
Molvikt:	20 g/mol
EG-nr:	231-634-8

Fluorvätesyra HF

Fluorvätesyra är en färglös vätska med skarp lukt. Den är lös i vatten i alla proportioner. Syran är mycket korrosiv och angriper (beroende på koncentration) kvarts, glas samt de flesta metaller utom vissa ädelmetaller. Lösningar med koncentrationer på upp till ca 50 % kan förvaras i kärl av polyeten eller PVC plast. För koncentrationer över ca 70 % kan även behållare av kolstål och koppar användas. Koncentrationer över ca 75 % ryker starkt (vattenfri syra). Fluorvätesyra är mycket giftigt vid inandning, mycket irriterande för ögonen och ger svårläkta och smärtsamma sår vid hudkontakt. Fluorvätesyra används bl.a. vid etsning av glas och metaller.

80**1773**

Utseende:	Gulbruna bitar
Brännbarhetsområde:	Ej brännbart
Lukt:	Stickande
Löslighet:	Lösligt i vatten (ca 50 vikt %)
Kokpunkt:	319° C
UN-nr:	1773
Densitet:	2900 kg/m ³
CAS-nr:	7705-08-0
Molvikt:	162,2 g/mol
EG-nr:	--
Smältpunkt:	306° C

Järnklorid FeCl₃

Järnklorid används bl.a. som reningskemikalie vid avloppsreningsverk samt som etsmedel. Järnklorid är ett oxidationsmedel som sönderdelas vid höga temperaturer till bl.a. klorgas. Järnkloriden är oftast löst i ett överskott av saltsyra. Järnkloridlösning transporteras med UN nummer 2582.

Ättikssyra CH_3COOH

Ättikssyra (isättika eller metankarboxylsyra) är en färglös vätska med stickande lukt, blandbar med vatten i alla proportioner. Ättikssyran är en svag syra som i kontakt med många metaller t.ex. järn och zink, bildar vätgas och ett salt som kallas acetat. Ättikssyran är en stor industriell mellanprodukt som bl.a. används för framställning av lösningsmedel (etylacetat och butylacetat), livsmedel samt plaster via vinylacetat. Ättiksyrelösning med högst 10 viktprocent ren syra omfattas inte av bestämmelserna i ADR.

80
2790

Utseende:	Färglös, klar vätska
Brännbarhetsområde:	5,4 - 16 %
Lukt:	Karaktäristisk, stickande
Löslighet:	Blandbar med vatten
Kokpunkt:	118° C
UN-nr:	2790
Densitet:	1049 kg/m ³
CAS-nr:	64-19-7
Molvikt:	60 g/mol
EG-nr:	200-580-7
Smältpunkt:	17° C

Akrylsyra CH_2CHCOOH

Akrylsyra (propensyra) är en färglös klar vätska med lukt som påminner om ättiksyra. Den polymeriseras långsamt till ett hartslignade ämne vid förvaring. Akrylsyra är inte brandfarlig vid låga temperaturer. Upphetning kan dock ge en häftig polymerisation. I fuktig miljö bildas vätgas i kontakt med lättmetaller. Akrylsyra är utgångsmaterial för många plaster. Den kan irritera slemhinnorna.

839
2218

Utseende:	Färglös klar vätska
Brännbarhetsområde:	5 - 26 %
Lukt:	Påminner om ättikssyra
Löslighet:	Blandbar med vatten
Kokpunkt:	141° C
UN-nr:	2218
Densitet:	1050 kg/m ³
CAS-nr:	79-10-7
Molvikt:	72,1 g/mol
EG-nr:	201-177-9
Smältpunkt:	13° C

80**1779**

Myrsyra HCOOH

Myrsyra (metansyra) är en färglös vätska med stickande lukt och starkt hudirriterande egenskaper. Den upptäcktes 1670 i samband med vattenångdestillation av rödmyror. Myrsyran är den enklaste karboxylsyran. Den finns i svett och urin som salt (formiat) och i brännässlor. Industriellt framställs den genom reaktion mellan koloxid och natriumhydroxid samt behandling av det bildade natriumforminatet med svavelsyra. Myrsyra används vid textulfärgning, garvning av läder, latexframställning, elektrolytisk plätering och ensilering. Myrsyra bildas i kroppen efter intag av metanol (träsprit) och bidrar till skadorna vid metanolförgiftning.

Utseende:	Färglös klar vätska
Brännbarhetsområde:	5 - 26 %.
Lukt:	Stickande
Löslighet:	Blandbar med vatten. Lättlöslig i flera organiska lösningsmedel
Kokpunkt:	101 C
UN-nr:	1779
Densitet:	1220 kg/m ³
CAS-nr:	64-18-6
Molvikt:	46 g/mol
EG-nr:	200-579-1
Smältpunkt:	8° C

Några vanliga ämnen som ger basiska lösningar

Natriumhydroxidlösning NaOH (aq)

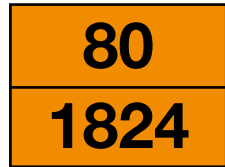
Natriumhydroxid är ett mycket lösligt ämne i vatten. Vid rumstemperatur kan 1 kg vatten lösa upp till 1,1 kg NaOH. Det gör att man kan framställa lösningar med mycket stark alkalisk reaktion.

Natriumhydroxidlösning är inte brandfarlig, men som lösning reaktiv i kontakt med vissa metaller t.ex. zink, aluminium och andra lättmetaller.

Natriumhydroxidlösning kallas ibland för kaustiksoda (kaustik = brännande). Det namnet är dock vilseledande eftersom soda är natriumkarbonat. Natronlut är ett gammalt namn på vattenlösningar av natriumhydroxid.

Natriumhydroxidlösning är en av de vanligaste basemikalierna i Sverige. Det största användningsområdet finns inom pappersindustrin där natriumhydroxidlösning används för framställning av massa och papper. Hit går ungefär 75 % av den natriumhydroxidlösning som förbrukas i Sverige. Natriumhydroxidlösning används också vid t.ex. vattenrening, rökgasrening och vid framställning av tvål och läkemedel.

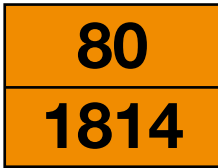
Natriumhydroxid som fast ämne (UN nr: 1823) har andra egenskaper.



Utseende:	Färglös, klar vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbar
Lukt:	Luktlös
Löslighet:	Blandbar med vatten
Kokpunkt:	145° C (50%)
UN-nr:	1824
Densitet:	1530 kg/m ³
CAS-nr:	1310-73-2
Molvikt:	40 g/mol
EG-nr:	215-185-5
Smältpunkt:	12° C (50%)



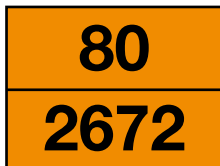
Natriumhydroxid används vid framställning av massa och papper.



Kaliumhydroxidlösning KOH (aq)

Kaliumhydroxidlösning används för tillverkning av bl.a. tvättmedel, blekmedel, färger och alkalinebatterier. Kaliumhydroxidlösning angriper lättmetallerna och dess legeringar samt galvaniserat järn under vätgasutveckling. Lösningen är reaktiv och reagerar liksom andra baser häftigt med andra kemikalier, t. ex. syror.

Utseende:	Färglös, klar vätska
Brännbarhetsområde:	Ej brännbart
Lukt:	Luktlös
Löslighet:	Blandbar med vatten under värmeutveckling
Kokpunkt:	133° C (45 %)
UN-nr:	1814
Densitet:	1470 kg/m ³
CAS-nr:	1310-58-3
Molvikt:	56,1 g/mol
EG-nr:	215-181-3
Smältpunkt:	-33° C (45 %)



Ammoniak NH₃ (aq)

Ammoniak i vattenlösning avger vid normala temperaturer inte så mycket ångor att brännbara blandningar kan uppstå. I slutna kärl kan brandfarliga blandningar uppstå. Vid kontakt med de oädla metallerna kan vätgas bildas. Ångor av ammoniak verkar kraftigt irriterande på ögon och slemhinnor samt i höga koncentrationer, irriterande på hud. Vätskan är dessutom starkt frätande på ögon, slemhinnor och hud. Ammoniak höjer omgivningens pH-värde och klassas som miljöfarlig, extremt miljöfarlig för vattenlevande organismer. Ammoniak kan reagera häftigt med syror och halogener. Vid brand bildas kväveoxider.

Ammoniak som transporteras som kondenserad gas har UN-nummer 1005 och helt andra egenskaper.

Utseende:	Färglös, klar vätska
Brännbarhetsområde:	16 - 27 %
Lukt:	Skarpt stickande
Löslighet:	Blandbar med vatten
Kokpunkt:	38° C (35% NH ₃)
UN-nr:	2672
Densitet:	907 kg/m ³
CAS-nr:	1336-21-6
Molvikt:	17 g/mol
Smältpunkt:	-55° C



Ammoniak höjer omgivningens pH-värde och klassas som miljöfarlig, extremt miljöfarlig för vattenlevande organismer.

Andra frätande ämnen

Natriumhypoklorit NaClO

Natriumhypoklorit är ett kraftigt oxidationsmedel, som framställs genom en relativt enkel process, där klorgas leds ner och binds i natriumhydroxidlösning. Då bildas, förutom natriumhypoklorit också koksalt.

Natriumhypoklorit är en mycket instabil kemikalie som lätt sönderfaller i sina beståndsdelar. I kontakt med syror sönderdelas ämnet under bildning av bl.a. klor. Vid upphettning och i solljus sönderdelas hypokloriten under bildning av syrgas.

Natriumhypoklorit är starkt bakteriedödande och tillsetts därför ofta till vatten som måste desinficeras. Förmågan att oskadliggöra och hämma tillväxten av sjukdomsalstrande smittämnen som bakterier, virus, svampar och parasiter förklarar varför natriumhypoklorit också används för sköljning av livsmedel, rengöring av mejeriutrustning, desinficering av starkt nedsmutsat tvättgods från sjukhus och restauranger samt för att motverka alg tillväxt i bl.a. kylsystem. Natriumhypoklorit används också som blekningsmedel inom textilindustrin och inom pappers- och massa industrin.

80
1791

Utseende: Svagt gulgrön vätska

Brännbarhetsområde: Ej brännbar

Lukt: Obehaglig, klor

Löslighet: Blandbar med kallt vatten, sönderdelas i hett vatten

UN-nr: 1791

Densitet: 1200 kg/m³

CAS-nr: 7681-52-9

Molvikt: 74,4 g/mol

EG-nr: 231-668-3

Smältpunkt: -20° C

80**2809****Utseende:** Silverglänsande flytande**Brännbarhetsområde:** Ej brännbar metall**Lukt:** Luktlös**Löslighet:** Svårlosligt i vatten**Kokpunkt:** 357° C**UN-nr:** 2809**Densitet:** 13594 kg/m³:**CAS-nr:** 7439-97-6**Molvikt:** 200,6 g/mol**EG-nr:** -**Smältpunkt:** -39° C

Kvicksilver Hg

Metalliskt kvicksilver har unika fysikaliska och kemiska egenskaper och har därför under lång tid haft stor teknisk användning i termometrar, manometrar, barometrar, blodtrycksmätare, batterier, lysrör m.m. Kemiska föreningar som innehåller kvicksilver förekommer i färger, medicinska preparat och initialsprängämnen. Kvicksilver är varken brandfarligt eller explosivt. Däremot är kvicksilverånga giftig vid inandning. I miljöpropositionen 1991 anger regeringen att användningen av kvicksilver ska avvecklas på sikt. År 2010 ska kvicksilveranvändningen ha reducerats med 75 % av 1990 års förbrukning. Kvicksilver inordnas under frätande ämnen på grund av dess påverkan på metaller.

886**1744****Utseende:** Brun till svart vätska eller röd ånga**Brännbarhetsområde:** Ej brännbart**Lukt:** Skarp och kvävande**Löslighet:** Måttligt löslig i vatten (4 vikt%). Lättlöslig i alkohol och eter.

Hygroskopisk.

UN-nr: 1744**Densitet:** 1320/m3**CAS-nr:** 7726-95-6**Molvikt:** 159,82**EG-nr:** 231-778-1**Smältpunkt:** -70

Brom Br₂

Brom är ett reaktivt ämne som inte är brännbart. Det är dock ett starkt oxidationsmedel som reagerar med de flesta kemikalier, ibland explosionsartat eller under antändning. Det är mycket giftigt vid inandning. I kontakt med fukt eller vatten bildas bland annat frätande bromvätesyra. Brom används för tillverkning av desinfektionsmedel.

Exempel: bromläckage i Antwerpens hamn den 4 mars 2004

Torsdagen den 4:e mars klockan 12:29 välte en lastbil med brom i Antwerpens hamn. Vid olyckan slogs tankens ventiler av och ca 22 ton brom rann ut. En stor mängd vätska rann ner i hamnens dagvattensystem och orsakade en stor spridning i området. Redan efter ca 1 timme var 40 personer påverkade av gasen.

Räddningstjänsten startade med att försöka täta brunarna för att hindra ytterligare spill ner i dessa. Men stora mängder brom hade redan runnit ner och reagerat med vatt-



net, vilket medförde att ångor kom upp ur ett antal brunnar längre bort. Räddningstjänsten täckte brompölen för att hindra ångorna från att sprida sig. Därefter tillkallades experter från BASF för att hjälpa till med neutralisationen.

Intermodelltank fylld med brom, Antwerpens hamn.

Transport

Alla typer av transporter av farligt gods som sker med någon typ av transportmedel på väg, järnväg, sjö eller i luften ska följa reglerna om transport av farligt gods. Bestämmelserna gäller oftast också vid kortare mellanlagring i ett magasin, på en terminal eller liknande.

Lagstiftning

Vid transport av frätande ämnen gäller internationella regler för förpackning och märkning samt för hur de får transporteras.

För landsvägstransporter gäller ADR, för järnvägstransporter RID och för sjötransporter IMDG-koden och för lufttransporter ICAO-TI.

Transport av farligt gods regleras i Sverige av en lagstiftning som består av:

- Lagen (2006:263) om transport av farligt gods
- Förordningen (2006:311) om transport av farligt gods
- Föreskrifter för väg-, järnvägs-, sjö- och lufttransport av farligt gods

I tillägg till lagstiftningen om transport av farligt gods kan bland annat följande lagstiftningar påverka transporten eller hanteringen i anslutning till denna.

- Arbetsmiljölagen
- Miljöbalken (förordning om kemiska produkter och biotekniska organismer)

- Miljöbalken (avfallsförordningen)
- Miljöbalken (föreskrifter som har meddelats för ett vattenskyddsområde)
- Lokala trafikföreskrifter
- Lag om brandfarlig och explosiv vara
- Lag om skydd mot olyckor
- Lag om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (Seveso)

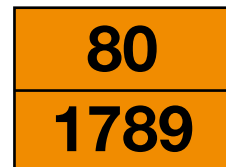
Skyltning

Vid transporter i tankfordon, tankcontainer, cisternvagn på järnväg, eller vid transport av oförpackat gods (bulktransport) ska farligt gods-skyltarna vara försedda med ett så kallat farlighetsnummer i den övre halvan och godsets UN-nummer i den nedre. De två numren kallas för identifieringsnummer.

Farlighetsnumret som består av två eller tre siffror anknyter till farligt gods-klassificeringen, och ger en första snabb överblick av ämnets risker. Den första siffran visar vilken klass ämnet tillhör, men också den dominerande risken. Bokstaven X före siffrorna innebär att ämnet reagerar med vatten så att fara uppstår.

Farlighetsnummer i klass 8

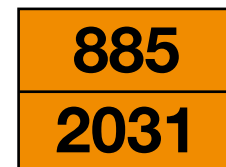
- 80** Frätande eller svagt frätande ämne.
- X80** Frätande eller svagt frätande ämne, som reagerar häftigt med vatten.
- 823** Frätande vätska som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas.
- 83** Frätande eller svagt frätande, brandfarligt ämne (flampunkt 23° C till 61° C).
- X83** Frätande eller svagt frätande, brandfarligt ämne (flampunkt 23° C till 61° C) som reagerar häftigt med vatten.
- 836** Frätande eller svagt frätande, brandfarligt ämne (flampunkt 23° C till 61° C), giftigt.
- 839** Frätande eller svagt frätande, brandfarligt ämne (flampunkt 23° C till 61° C) som kan medföra sontan häftig reaktion.



Saltsyra har farlighetsnummer 80.



Akrylsyra har farlighetsnummer 839.



Salpetersyra med mer än 70% ren syra har farlighetsnummer 885.

*En transport
med svavelsyra.
Skylten med farlig-
hetsnummer 80 visar
att ämnet som trans-
porteras är frätande.*



- X839** Frätande eller svagt frätande, brandfarligt ämne (flampunkt 23° C till 61° C) som kan medföra spontan häftig reaktion, som reagerar häftigt med vatten.
- 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, oxiderande (brandunderstödjande) ämne.
- 856** Frätande eller svagt frätande, oxiderande (brandunderstödjande) och giftigt ämne.
- 86** Frätande eller svagt frätande, giftigt ämne.
- 88** Mycket frätande ämne.
- X88** Mycket frätande ämne som reagerar häftigt med vatten.
- 883** Mycket frätande brandfarligt ämne (flampunkt 23° C till 61° C).

- 884** Mycket frätande fast ämne, brandfarligt eller självupphettande.
- 885** Mycket frätande, oxiderande (brandunderstödjande) ämne.
- 886** Mycket frätande, giftigt ämne.
- X886** Mycket frätande, giftigt ämne som kan reagera häftigt med vatten.
- 89** Frätande eller svagt frätande ämne, som kan medföra spontan, häftig reaktion.

Övriga farlighetsnummer där klass 8, frätande ämnen, ingår:

- 268** Giftig, frätande gas.
- 338** Mycket brandfarlig, frätande vätska.
- X338** Mycket brandfarlig, frätande vätska som reagerar häftigt med vatten.
- 38** Brandfarlig vätska, frätande (flampunkt 23° C till 61° C).
- 382** Brandfarlig frätande vätska som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas.
- X382** Brandfarlig frätande vätska som reagerar häftigt med vatten så att brandfarliga gaser bildas.
- 48** Brandfarligt eller självupphettande frätande fast ämne.
- 482** Frätande fast ämne som reagerar med vatten så att brandfarliga gaser bildas.
- 558** Starkt oxiderande (brandunderstödjande), frätande ämne.
- 568** Oxiderande (brandunderstödjande) giftigt ämne, frätande.
- 58** Oxiderande (brandunderstödjande) frätande ämne.
- 638** Giftigt ämne, brandfarligt (flampunkt 23° C till 61° C), frätande.
- 668** Mycket giftigt ämne, frätande.
- 68** Giftigt ämne, frätande.
- 78** Radioaktivt material, frätande.

Landsvägstransporter

Vid landsvägstransporter är föraren skyldig att medföra godsdeklaration där även avsändarintyg ingår, skriftlig instruktion (transportkort) och förarintyg.

I godsdeklarationen hittar man uppgifter om bl.a.:

- UN-nummer
- Officiell transportbenämning (t.ex. klass 8, frätande ämnen)
- Antal och typ av kolli
- Förpackningsgrupp (då den förekommer)
- Antal kollin och en beskrivning av dem
- Den totala mängden av varje slag av farligt gods (volym, bruttovikt eller nettovikt)
- Avsändarens namn och adress
- Mottagarens namn och adress



I den skriftliga instruktionen/transportkortet hittar man uppgifter om bl.a.:

- Last (namn på ämnet, UN-nummer, färg, lukt etc.)
- Farans art (t.ex. hur ämnet uppför sig under brand eller i kontakt med vatten)
- Utrustning för personligt skydd.

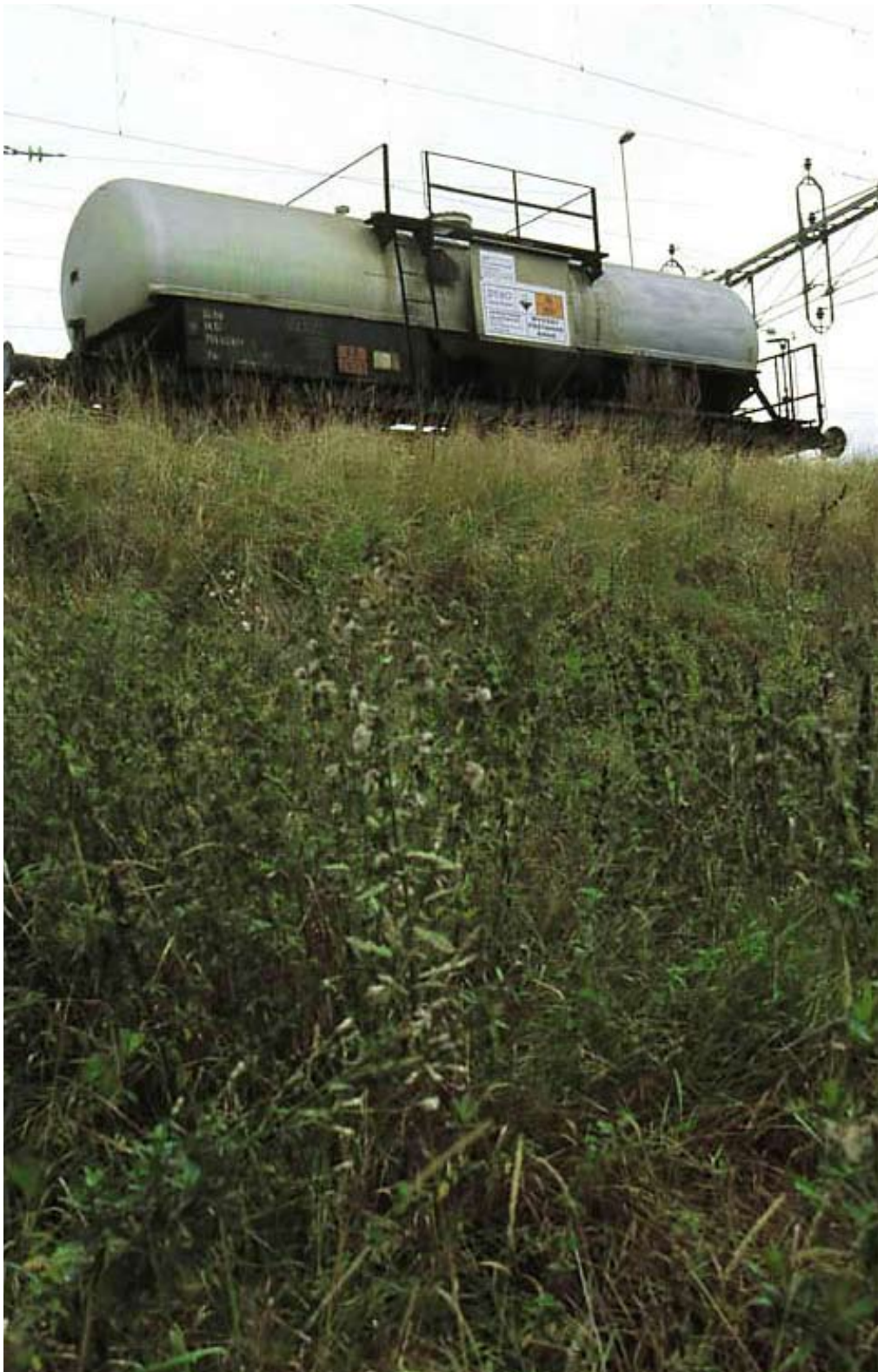


(Vid transport av så kallad frimängd eller begränsad mängd av vissa ämnen kan krav på märkning och de handlingar vi nämnt ovan saknas.)



Exempel på märkning av tankfack.





Järnvägstransporter

Då ett farligt ämne transporteras på järnväg finns det en vagnlista hos föraren med vagnarnas UN-nummer och placering. Vid kombitrafik, landsvägsfordon transporterat på järnväg, ska frakthandlingarna finnas i fordonet. Vid en olycka kan man ringa transportören för att få ytterligare information.

På vagnens båda långsidor ska bl.a. följande uppgifter finnas:

- Ägaren och brukarens namn
- Tankens volym
- Tomvikten
- Högsta tillåtna vikt
- Namn på det ämne som transporteras
- Varningsetiketter
- Orange ID tavla med farlighetsnummer och UN-nummer

På tanken ska det dessutom finnas en skylt som ska vara tydlig och innehålla bl.a. följande uppgifter:

- Volymen för fackindelad tank, även volymen för varje fack
- Tankmaterial
- Högsta tillåtna driftstryck för trycktömda/-fyllda tankar.

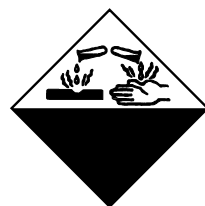
*Den här järnvägs-
vagnen transporterar
Salpetersyra, och har
varningsetiketter,
ID tavla med farlig-
hetsnummer och UN-
nummer.*



Förpackningsgrupper

Enligt de regler som styr landtransport av farligt gods indelas kemikalier i klass 8 (frätande ämnen) i fem grupper: sura ämnen, basiska ämnen, andra frätande ämnen, föremål som innehåller frätande ämnen och tömda förpackningar. Beroende på ämnets frättegenskaper görs en klassificering med utgångspunkt från påverkan på hud och metaller (stål/aluminium), för att man ska kunna avgöra vilken förpackning som är lämplig. Med förpackning menas t.ex. dunkar, fat, lådor och säckar, men även IBC. Tankar och tankcontainrar räknas inte som förpackning. Klassificeringsstegen är:

- I. Synlig vävnadsdöd efter exponering under 3 minuter och inom 60 minuters observationstid.
- II. Synlig vävnadsdöd efter exponering under 3 - 60 minuter och inom 14 dagars observationstid.
- III. Fullständig vävnadsdöd efter exponering under minst 60 minuter och högst 4 timmar och inom 14 dagars observationstid. Alternativt ämnet fräter på stål eller aluminium med en bestämd hastighet.



Varningsetikett för frätande ämne, används vid transport.

Övrig hantering

Farliga ämnen hanteras vid andra tillfällen än vid väg- och järnvägstransporter. Märkning av farligt gods vid sjötransport och flygtransport regleras av IMDG-koden respektive ICAO-TI. Märkning av ämnen som användaren själv kommer i kontakt med regleras i kemikalieinspektionens föreskrifter. I föreskrifterna används ett system där man klassificerar ämnen som frätande enligt nedan:

Ämnen och beredningar skall klassificeras i faroklassen frätande om de vid kontakt kan förstöra levande vävnad.

Ett exempel är natriumhydroxid som tilldelas Kemikalieinspektionens Riskfras 34 - starkt frätande. Beskrivningen "starkt frätande" placeras tillsammans med symbolen för frätande ämne på förpackningen, där man också anger vilken typ av skyddsutrustning som eventuellt behövs vid hantering av kemikalien.



Frätande

Färosymbolen med farobeteckning.

Taktik

Generella åtgärder vid en insats mot ett frätande ämne

Som en av de första åtgärderna gäller alltid att identifiera de ämnen och risker som är inblandade och att fastställa ett riskområde och den aktuella skyddsnivån.

Utrymning och avspärrning av riskområdet samt enkla åtgärder, som t.ex. att stänga en ventil, täta brunnar eller att resa ett omkullvält kärl för att stoppa utflödet ska övervägas.

Beakta risken för kemiska reaktioner t.ex. vätgasbildning och indikera med hjälp av en explosimeter för att upptäcka eventuell brand- och explosionsfara.

Försök att stoppa utflödet och att täta läckan. Samla upp läckande vätska i ett uppsamlingskärl och valla in vätska som runnit ut på marken. Pumpa upp utrunnen invallad vätska. Mindre mängder vätska tas upp med lämpligt sorptionsmedel. Spädning med vatten kan vara nödvändigt för att minska reaktionsbenägenheten. Det bör dock vara känt vart vattnet med föroreningen tar vägen innan denna åtgärd sätts in.



Som en av de första åtgärderna gäller alltid att identifiera de ämnen och risker som är inblandade och att fastställa den aktuella skyddsnivån.

Beslutsstöd

Den mest använda faktalitteraturen med farliga ämnen är SBF:s Farligt gods-pärmar. De har använts inom räddningstjänsten sedan 1984 och har länge varit det enda fältmässiga beslutsstöd som funnits att tillgå. Farligt gods-korten kom-



mer säkert att ha sin givna plats också i framtiden, även om de troligen kommer att förändras i takt med nya krav och användarnas kunskapsnivå.

Faktalitteratur

Det finns en hel del litteratur som lämpar sig som beslutsstöd vid olyckor med farliga ämnen, framför allt vid förebyggande planering eller som stöd för en stab som arbetar vid en större insats. Följande litteratur rekommenderas som beslutsstöd:

Farligt gods-pärmarna, Svenska Brandförsvarsföreningen, SBF

ADR-S, Inrikes transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2004:14

RID-S, Inrikes transport av farligt gods på järnväg, SRVFS 2004:15

Transport av farligt gods, Lärobok, Arbetarskyddsnämnden
Bestämmelser Flyg-, Land- och Sjötransport av farligt gods, Arbetarskyddsnämnden.

Exempel på åtgärder vid en kemikalieolycka är överpumpning, tätning av läckan, tätning av brunnar och sanering.

Databaser

Utvecklingen inom dataområdet går snabbt framåt och det finns en stor utvecklingspotential för beslutsstöd vid olyckor med farliga ämnen. Redan nu kan man på ett enkelt sätt, direkt från skadeplats, koppla upp sig mot databaser för att söka information om kemikalier och reaktioner och få råd och hjälp från experter i hela världen. Ännu enklare är att använda sig av de CD/DVD-skivor, informationsprogram och spridningsmodeller som blir allt vanligare på marknaden, t.ex.:

- RIB, Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor från Räddningsverket
Se verktygen Bfk, Spridning mark, Neutralisation av syror samt Riskavstånd vid kemikalieutsläpp
- Kemiska ämnen, Arbetarskyddsnämnden
- Kemikontorets CD.

Kartmaterial

Kartor är tyvärr ett ofta försummat beslutsstöd ute på räddningstjänsterna trots att de har mycket information att ge. Kartor krävs för att man ska kunna förutse hur spridningen av en kemikalie kommer att se ut. För beräkning av gasspridning behövs i första hand en vanlig geografisk karta, men även tillgång till geologiska kartor krävs om man ska kunna skatta spridningen av lösningar i mark och vatten.

De geologiska kartorna som delas upp i bl.a. infiltrationskartor, hydrogeologiska kartor och berggrundskartor, beskriver markförhållandena på skadeplatsen. De kan ge ovärderlig information till den som vill veta hur snabbt en lösning kan sprida sig i marken och hur grundvattenförhållandena är på platsen. Det är Sveriges geologiska undersökning (SGU) som ansvarar för dessa kartor och beskrivningar till dem.

En vanlig karta kan ge information om naturskyddsområden, men man kan även få hjälp av kommunens miljöskyddskontor när det gäller skyddsvärda områden och privata dricksvattenbrunnar.

Riskinventering och riskplanering

Ett bra förebyggande arbete är ett ypperligt beslutsstöd vid olyckor med farliga ämnen. Det finns mycket att göra, både när det gäller att inventera och upprätta insatsplaner för de fasta riskerna i kommunen och för de risker som transporter av kemikalier genom kommunen innebär. Exempel på risker kan vara olika industriernas kemikalier, rangerbangårdar, lantbruk och mejerier. Man bör även göra en analys av tänkbara transportolyckor som kan komma att inträffa längs transportlederna i kommunen.

Vissa av dessa risker bör leda till att man gör insatsplaner för transportolyckor. Vid förebyggande planering har man ett gott stöd i de databaser och den faktalitteratur som finns på marknaden, men även av erfarenheter från inträffade olyckor.

Externa resurser

Samverkansavtalet

Genom initiativ från Eka Chemicals tillkom i början av 1990-talet för svensk kemiindustri avtal med Räddningsverket.

I avtalen, som går under benämningen Samverkansavtalet, åtar sig industrin att medverka i räddningsarbetet vid olyckor och incidenter där någon av följande industrikemikalier är inblandade:

- ammoniak
- klor
- svaveldioxid
- natriumhydroxid
- kaliumhydroxid
- salpetersyra
- saltsyra
- svavelsyra
- rykande svavelsyra (oleum)
- natriumhypoklorit

Avtalen innebär att räddningsledare eller SOS-central på uppdrag av räddningsledare begär assistans från kemiföretagen. Den kommunala räddningstjänsten får betala för industrins medverkan.



Samverkansavtalet beskrivs utförligt i den här pärmen som skickas till samtliga räddningstjänster. Innehållet finns även på www.raddningsverket.se

Företagen kan åka ut till olycksplatsen med utrustning och personal eller lämna assistans per telefon. Avtalen utnyttjades bland annat vid tågurspårningarna i Kävlinge, Kålarne och Kungsbacka. Medverkande företag täcker idag Sverige från följande orter: Helsingborg, Stenungsund, Skoghall, Karlskoga, Köping samt Rönnskär. Kontaktinformation om de företag som medverkar finns i pärmen Samverkansavtalet 2006 som Räddningsverket skickar till alla räddningstjänster, samt på www.raddningsverket.se

Räddningsverkets miljöskyddsförråd

Räddningsverkets regionala kemresurser mot olyckor med farliga ämnen består av 11 st. koordinatörer och 6 st. mobila miljöskyddsförråd.

Koordinatorerna skall bl.a. fungera som expertstöd i planeringssyfte, höja kunskapen om risker med kemikaliehantering och åtgärder vid olyckor med farliga ämnen, vara initiativtagare i planeringssammanhang samt informera om kemiberedskapsfrågor i övrigt för räddningstjänst och samverkande parter inom regionen.

I de mobila miljöskyddsförråden finns utrustning för att bl. a. kunna:

- Pumpa kemikalier med olika egenskaper och samla upp dessa
- Läktra vätskor från tankar
- Indikera gaser och vätskor
- Länsa in brinnande kemikalier på vatten
- Sända bilder från skadeplats till stab eller expert
- Täta läckage



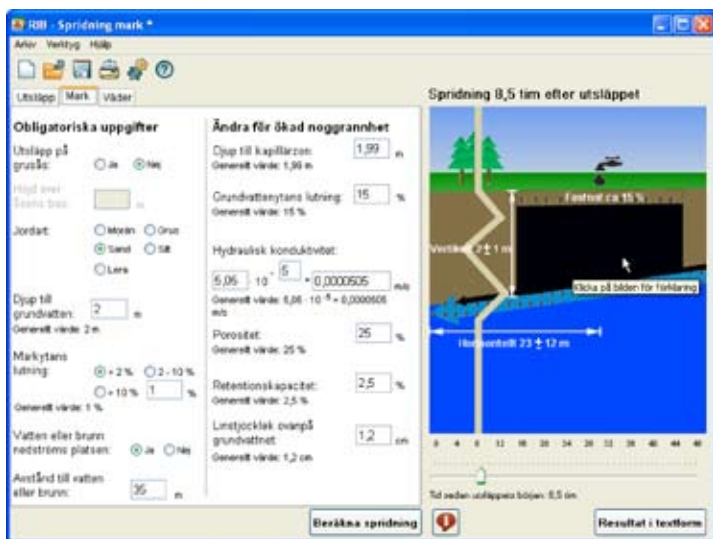
- Möjliggöra samband i terräng
- Varna allmänhet
- Vara reparationsverkstad och ledningsutrymme
- Skydda insatspersonalen mot olika faror samt sanera personal.

Förråden är placerade vid räddningstjänsterna i Perstorp, Skövde, Stenungsund, Köping, Kramfors samt Luleå vilket gör att insatstiden ska vara mindre än 2,5 timmar för större delen av landet. Utrustningen finns i 2 st. containrar på lastväxlare. Containrarna är gjorda för att kunna flygas med Hercules och delar av helikopter.

De mobila miljöskydds-förråden följs av utbildad personal, minst 2 st. materieltekniker, som kan hjälpa till vid olycksplats och visa materielens funktion.

Spridning

En utrunnen vätska strävar alltid att röra sig nedåt på grund av gravitationskraften. Markens beskaffenhet bestämmer riktningen. Om markytan är tät rör sig vätskan på ytan, om den är genomtränglig infiltrerar vätskan ned genom markytan. Här påverkar också vätskans egenskaper så som viskositet, densitet och löslighet. Man bör beakta att egenskaperna förändras om vätskan blandas med vatten eller andra kemikalier. T.ex. kan frätande kemikalier komma i kontakt med en giftig kemikalie.



I RIB kan man hitta uppgifter om ämnens egenskaper och hur de kommer att spridas under de förhållanden som råder vid olycks-tillfället.

Den uppkomna pH-förändringen kan då påverka kemikalier-ernas spridningsegenskaper så att exempelvis vattenlöslighet och flyktighet förändras. Saneringsarbetet blir betydligt enklare ju bättre spridningen begränsas. Med ett bra kartunderlag och verktyget Spridning mark i RIB kan man snabbt bilda sig en uppfattning om spridningen i och på mark.



Den här skadan orsakades av ammoniak.

Risker

Fyra dominerade risker kan förknippas med frätande ämnen:

- Risk för hud- och vävnadsskador
- Risk vid reaktioner med andra ämnen
- Risk för antändning
- Risk för skador på miljön

Risk för hud och vävnadsskador

En av ämnesklassens största risker är de frätande ämnenas förmåga att förstöra levande vävnad. Vissa av dessa ämnen har en mycket snabb skadeutveckling vid en relativt liten exponering. Fluorvätesyra kan ge upphov till mycket svåra hudskador. Andra syror, t.ex. fenol, kan inledningsvis ge en mer diffus bild av smärta eftersom de bedövar de ytliga nerverna. Vid exponering av alkaliska ämnen, t.ex. natriumhydroxid, kan det gå timmar innan den skadade känner smärta. Detta kan självklart försvåra det medicinska omhändertagandet.

Ögonen hör till människans allra känsligaste delar när det gäller kontakt med frätande ämnen. Här kommer kemikalien i direkt kontakt med levande vävnad. En möjlighet att begränsa skadeutvecklingen är att snabbt spola med stora mängder vatten över den angripna vävnaden. För att detta ska vara effektivt krävs spolning under minst 30 minuter med ljummet vatten.

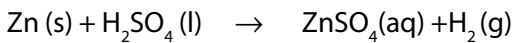
Risk vid reaktion med andra ämnen

Reaktion med metaller

Vid ett läckage av en syra, där risk föreligger att syran kommer i kontakt med någon metall, ska man alltid iaktta stor försiktighet under arbetet på skadeplatsen. Syror reagerar

främst med de s.k. oädla metallerna zink, aluminium, magnesium och järn. Vid dessa reaktioner kan den luktlösa och osynliga vätgasen bildas. Vätgasen är ca 14 gånger lättare än luften och har ett brännbarhetsområde mellan 4 – 75 volymprocent. Sker reaktionen utomhus kommer vätgasen att stiga uppåt och blanda sig med luften. Sker reaktionen inomhus eller i ett slutet utrymme där vätgasen kan ansamlas finns en potentiell risk för antändning om det finns tändkällor i närheten. Salpetersyra kan bilda nitrosa gaser i kontakt med metaller.

Reaktionsformeln för svavelsyra och zink blir enligt följande:



zink + svavelsyra → zinksulfatlösning + väte

Vid alla reaktioner mellan syror och metaller bildas dessutom ett salt.

Reaktioner med vatten

SIV-regeln har förmodligen de flesta någon gång kommit i kontakt med. SIV står för ”syra i vatten”. Denna regel används som kom-ihåg vid spädning av syror. Syran som har en högre densitet än vattnet, sjunker då ner och blandar sig med vattnet. Gör man tvärtom finns det risk att blandningen stänker. Värmeutvecklingen blir lätt så hög att vattnets kokpunkt överskrids. Rent taktiskt kan det dock vara svårt att tillämpa denna regel.

Man bör känna till att värme utvecklas då svavelsyra och vatten blandas. Denna exoterma reaktion kan vara mycket kraftig.

Risk för antändning

Om det vid ett olyckstillfälle finns risk för att det frätande ämnet kommer i kontakt med ett lättantändligt och brännbart material kan flera olika reaktioner ske beroende på kvantitet och de ingående ämnens egenskaper. Då en stark syra eller bas kommer i kontakt med en brännbar vätska kan det ske en

reaktion som genererar värme. Den brännbara vätskan kan då nå sin flampunkt och antändas, om det finns några tändkällor i närheten.

Vissa av de frätande ämnena är dessutom oxidationsmedel, t.ex. svavelsyra och salpetersyra. Om dessa syror kommer i kontakt ett brännbart material eller en brännbar vätska och en antändning sker, kommer syrorna att reagera som ett oxidationsmedel. Intensiteten i förbränningen kan alltså tillta.

Vissa frätande ämnen uppvisar uppenbara instabila och giftiga egenskaper. Särskilt de s.k. per-syrorna (perklor-, perfluor-, perättik-) och de organiska syrorna (hydrocyanur-, akryl-, metakryl-) kan explodera, bilda polymerer, sönderdelas eller vara giftiga.

Pikrinsyra är trots namnet ingen syra, utan ett ämne som är både giftigt och explosivt och transporteras i klass 1.

Risk för skador på miljön

Ännu så länge har vi inte tillgång till bra metoder för bedömning av miljöeffekterna vid en olycka. Räddningstjänsterna har oftast inte heller tillräckliga kunskaper för att utföra sådana bedömningar. Det krävs emellertid bedömningar både av effekter på kort sikt, alltså i det akuta inledningsskedet, och effekter på lång sikt där påverkan bedöms så länge kemikalien är en miljöfara. I inledningsskedet av olyckan kommer de kort-siktiga effekterna att beröra räddningstjänsten medan kommunens miljö- och hälsoförvaltning hanterar miljöpåverkan ur ett långsiktigt perspektiv. Det är viktigt att åtgärder sätts in så fort som möjligt för att den långsiktiga miljöeffekten ska kunna påverkas. Ett mycket bra stöd för räddningstjänsten är här *Tolkning av miljödata* i Farligt gods-korten. Kemikaliens miljöegenskaper beaktas i en spridningsbedömning och i en effektbedömning där spridningsbedömningen identifierar kemikaliens möjligheter att sprida sig till olika delar av den yttre miljön. (Se vidare sid. 36, spridning.) Effektbedömningen identifierar kemikaliens giftighet. Om detta kan man läsa mer i kapitlet Miljötoxikologi i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* från Försvarets forskningsanstalt.

Zonindelning av skadeområdet

En insats utförs med anledning av en skadehändelse eller ett överhängande hot om att en olycka kan komma att inträffa (hot om skadehändelse). En skadehändelse genererar ett skadeområde, dvs. det område som berörs av händelsen. Platsen där händelsen inträffar kallas skadeplats. Området som berörs av ett hot om skadehändelse kallas hotområde.

Såväl skadeområdet som hotområdet kan efter behov delas in i sektorer. Vid skadeområdets yttre kant etableras en yttre avspärrning. Det görs för att begränsa allmänhetens tillträde till området så att ingen utsätts för skada och för att ge sjukvård, polis och räddningstjänst ett eget arbetsområde.

Området från den yttre avspärrningen fram till gränsen för fara för skada på människor kallas kall zon. I den kalla zonen kan räddningspersonalen arbeta utan personlig skyddsutrustning. Ledningsplats och ilastningsplats upprättas i den kalla zonen.

Den kalla zonen slutar vid den gräns där det farliga ämnet kan förekomma i sådana mängder att personlig skyddsutrustning krävs. Den övergår där till varm zon. Zonerna skiljs åt med en avspärrning som kallas inre avspärrning. I den varma zonen ska endast personal med personlig skyddsutrustning arbeta.

En het zon upprättas runt skadeplatsen om faran bedöms som så stor att det krävs särskilt anpassad personlig skyddsutrustning, t.ex. gastät och/eller kemikalieresistent dräkt samt andningsskydd med övertryck. Sådan skyddsutrustning ska alltid användas i den heta zonen.

Den insatspersonal som vistas i den heta eller varma zonen måste saneras innan de lämnar den varma zonen.



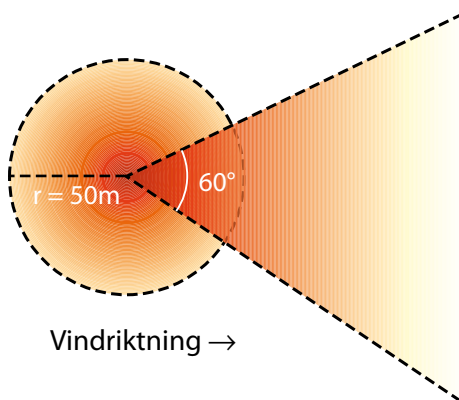
Trezonsmodellen

Beslut om zonindelning tas av den organisation som har ansvar för insatsen. Typen av händelse avgör vem som har ansvar för insatsen och därmed ansvarar för zonindelningen. Vid händelser med farliga ämnen, t.ex. kemikalier, beslutar räddningstjänsten om zonindelning utifrån indikering och spridningsmallar.

Riskområde

Området innanför den inre avspärningen, som alltså innefattar både den heta och den varma zonen kallas riskområde. Riskområdet vid en insats mot frätande ämnen är satt till 50 meter, vilket ska ses som en tumregel. Tumregeln grundar sig på det avstånd en vätska kan tänkas stänka vid ett utsläpp. Vid kraftig ångbildning och/eller vid kemisk reaktion där giftiga gaser bildas, kan riskområdet behöva ökas markant. Detta gäller speciellt vid händelser där rykande svavelsyra (oleum), brom eller fluorvätesyra har läckt ut. Om något av dessa ämnen är inblandat kan riskområdet uppgå till hundratals meter beroende på hur mycket ånga som avges. När man skaffat sig ytterligare information om de skadeplatsfaktorer som styr riskområdet, kan man göra en noggrannare bedömning och eventuellt justera riskområdet.

Riskområdet ska ses som en tumregel vid en insats mot frätande ämnen. Initialt sätts det till 50 meter.



Förebyggande åtgärder

Mycket kan göras för att förbättra kunskaperna om vilka kemikalier som används, lagras och transporteras i en kommun. Förebyggandesidan inom räddningstjänsten måste ta ett tydligt ansvar för inventering och uppföljning av kemikalieanvändningen i kommunen (se t.ex. Insatsplanering kem från



Räddningsverket). Det är därför viktigt att räddningstjänstpersonal som jobbar förebyggande fortbildas och skaffar sig ökad kunskap om kemikalier och deras risker.

För speciellt farliga verksamheter eller verksamheter där man bedömer risken för olyckor som stor, ska även en riskanalys göras. Riskanalysen ska bl.a. innehålla en bedömning av hur tänkbara kemikalieolyckor kan utvecklas. Även för de kemikalietransporter som går genom kommunen bör riskanalyser göras. (Se vidare Räddningsverkets serie Riskhantering i ett samhällsperspektiv).

Tillsammans med kommunens miljöskyddsförvaltning bör räddningstjänsten inventera särskilt känsliga och särskilt skyddsvärda områden så att de är kända för räddningstjänstpersonalen. Dessa områden läggs in på räddningstjänstens insatskartor så att rätt åtgärder kan vidtas vid olyckor med kemikalier. En kontakt med reningsverket på orten är också att rekommendera. (Se vidare Räddningstjänst och miljö från Räddningsverket.)

Invallning av saltsyra tank i förebyggande syfte.



Inspektion som förebyggande arbete.

Teknik

Skyddsutrustning

Vid olyckor med kemikalier används någon av följande skyddsnivåer:

- Branddräkt med andningsskydd
- Branddräkt med stänkskydd och andningsskydd
- Kemdräkt med andningsskydd, eventuellt kompletterad med köldskydd eller stänkskydd

Vid arbete där de frätande ämnena kan utveckla brandfarlig gas, eller om risk för explosion föreligger, krävs alltid skydd mot brand, dvs. branddräkt med andningsskydd.



*Till vänster;
branddräkt med
andningsskydd.*

*Till höger;
branddräkt med
stänkskydd och
andningsskydd.*





*Till vänster;
kemdräkt med
andningsskydd,
till höger kompletterad
med köldskydd.*

Om kemikalien utvecklar giftig gas kan branddräkten eventuellt kompletteras med en kemskyddsdräkt utanpå branddräkten. (En utförligare beskrivning av de olika skyddsnivåerna ges i Räddningsverkets *Räddningstjänst vid olycka med gaser* och *Insats vid kemikalieolycka*.)

Metoder för indikering och mätning

För att indikera en vätska och mäta dess surhetsgrad kan man utnyttja olika hjälpmedel. Ett av de enklaste sätten är att använda indikeringsstickor eller indikeringspapper. Papperet förvaras oftast i en rulle som man river av efter hand. Till papperet medföljer en färgmall där man kan läsa av vätskans pH-värde. Indikeringsstickor fungerar efter samma princip som pH-papper men på stickan finns det flera behandlade fält vilka var för sig ger färgomslag. Till stickorna finns också en färgmall som man ska jämföra med den erhållna färgen på stickan. Med stickorna kan man göra en noggrannare mätning än med papperet. Normalt ligger pH-skalan mellan 0 och 14 på stickorna. Var uppmärksam på att stickorna kan ge fel utslag vid mycket starka syror med pH under 0 eller hypokloritlösningar som bleker.

Ibland använder man en s.k. indikator för att påvisa en lösnings surhetsgrad. Med hjälp av indikatorn sker ett färgomslag av den testade lösningen. Detta kan vara ett alternativ till papper och stickor då man snabbt vill ta reda på vätskans



Indikeringsstickor.



Indikatorlösning kan användas när man snabbt vill ta reda på en vätskas pH-värde.

pH-värde eller om det finns vätska kvar på t.ex. en kemdykare. Indikatorlösningen kan förvaras i sprayflaskor.

Tre vanliga indikatorer är BTB (bromtymolblått), lackmus och fenoftalein, som ger följande färgomslag:

	Sur lösning	Neutral	Basisk
BTB	röd / gul	grön	blå
Lackmus	röd	violett	blå
Fenoftalein	färglös	färglös	rödlila

De elektroniska mätinstrumenten består av en mätlåda med digitalt fönster eller visare med skala. Till mätlådan kopplas en mätsond och eventuellt en termometer. Mätsonden förs ned i vätskan och man får då ett mätvärde på displayen. För en noggrannare mätning används flera instrument, även en termometer för att hänsyn ska kunna tas till temperaturen i vätskan. Mätnoggrannheten är oftast mycket stor på instrumenten. Både tiondelar och hundradelar kan mätas. För att mätvärdet ska bli korrekt ska instrumentet kalibreras med hjälp av en buffertlösning.



Elektroniska mätinstrument.

Skadebegränsande metoder vid utsläpp av frätande ämnen

Allmänt

Metoder för begränsning av ett utsläpp måste bedömas efter vilket frätande ämne som kommit ut, markförhållanden och övriga omständigheter. Generellt bör man vara försiktig med att använda vatten. Risken är att man förvärrar situationen genom att ämnet sprids till både mark och vattendrag. Att använda vatten är naturligtvis befogat i en livräddningssituation, vid brand, explosion eller om risken för kemiska reaktioner kan minskas. Men främst gäller att:

- Samla upp vätska (ev. skadade behållare bör om möjligt resas upp så att vätskenivån ligger under hålet).
- Flytta ämnen som riskerar att reagera med läckande syra/bas.
- Täcka över för att undvika reaktion och täta läckaget.

Uppsamling

Uppsamling av frätande ämnen kan göras på många olika sätt. Uppsamling bör alltid finnas med som ett förstahandsalternativ för RL. Det är kemikaliens sätt att reagera som avgör val av utrustning. Man kan bygga uppsamlingsbassänger av presenning och skarvstegar. Man kan använda sig av naturliga lågpunkter och allt från den enklaste hink till stora bassänger.



*Exempel på bärgnings-
emballage.*

Att ha en fullgod beredskap för uppsamling är dock omöjligt för räddningstjänsterna, med tanke på att en järnvägsvagn kan innehålla upp emot 40 m³ vätska. I de kommuner där det föreligger risk för större olyckor är det lämpligt att man förberett sig genom riskplanering, t.ex. att man förberett avfallsbolag eller industri på att det behövs hjälp med uppsamling vid en eventuell olycka med frätande kemikalier.

Kemikalier som är tyngre än vatten (1000 kg/m³) t.ex. svavelsyra (1840 kg/m³) kan göra att uppsamlingskärlen rämnar på grund av den större tyngden.

Tänk på att omhändertagen vätska ska märkas upp med för ämnet passande varningsetikett.



Det är viktigt att invallningen kommer till stånd samtidigt med brunnstätning för att förhindra spridning via avlopps nätet.

Invallning

Invallning görs för att begränsa ett ämnes utbredning. Det är en åtgärd med stor betydelse vid många olyckor med vätskeformiga kemikalier. Invallning kan till och med vara den viktigaste åtgärden för att snabbt minska skadeutbredningen. Det är därför viktigt att invallningen kommer till stånd samtidigt med brunnstätning så att inte kemikalien sprids via t.ex. avloppsledningsnätet. En snabb metod är att använda en vattenfylld grovslang. Man måste dock beakta slangens och kopplingarnas resistens mot den aktuella kemikalien och vätskans densitet. Man kan behöva förstärka med sandsäckar eller jord etc.

Sorption

Sorptionsmetoden används för att samla upp en mindre mängd vätska. Kemikalien reaktionsbenägenhet styr valet av sorptionsmedel. Man får naturligtvis inte förvärra olyckan genom att starta en reaktion som leder till brand, explosion eller till att giftiga gaser uppstår. En annan faktor att ta hänsyn till är var utsläppet har ägt rum, på vatten, mark, gator eller inomhus.

Sorptionsmedel finns av olika slag; pulver, granulat, flis/spån, dukar/mattor och länsor. När sorptionsmedlet strös över kemikalien ska den suga åt sig vätskan och på det sättet begränsa skadan och möjliggöra ett omhändertagande.



Principen för sorption.

Sorptionsmedlen indelas i 3 olika grupper:

Oorganiska sorptionsmedel är framställda av t.ex. sand, kalk, perlit, vermiculit, mineralull, vulkanisk sten, bränd lera. Medlen kan absorbera 3 - 6 gånger sin egen vikt. De är i regel tunga.

Syntetiska sorptionsmedel är framställda av t.ex. polyeten, polyuretan, nylon, polyester. De har hög kapacitet och kan absorbera upp till 25 gånger sin egen vikt. Flytförmågan är i regel god även under lång tid i vatten. Materialen är inte biologiskt nedbrytbara, men miljömässigt inerta.

På frätande ämnen bör man använda oorganiska eller syntetiska sorptionsmedel eftersom flera frätande ämnen reagerar med organiska sorptionsmedel.

Organiska sorptionsmedel består av, eller är framställda

Varunamn	Typ	Material	Form	Flytförmåga
Vapex 5 dygn	Oorganiskt	Krossad	Granulat pimpsten	Mer än 0,5-1 mm
Zugol	Organisk	Furubark	Flis 0,25-5 mm	Mer än 5 dygn
Sanol	Syntetisk	Bomull	Granulat 4 - 20 mm	Mer än 5 dygn
Rhodia	Syntetisk	Polypropylen	Kuddar, filmdukar	Mer än 5 dygn

från t.ex. halm, torv, sågspån, bomull, cellulosa. De kan absorbera 5 - 10 gånger sin egen vikt. Vissa produkter suger upp vatten efter en tid och kan sjunka om de blir liggande i vatten för länge. Produkterna är normalt biologiskt nedbrytbara och deponering eller kompostering av avfallet kan vara en bra metod för att bli kvitt det.

Tabellen på sid 52 visar några vanligt förekommande sorptionsmedel och deras egenskaper. Tabellen gör inte anspråk på att vara komplett eftersom utbudet hela tiden förändras. För noggrannare vägledning vid val av sorptionsmedel och anvisningar om användning hänvisas till tillverkarnas produktinformation.

Överpumpning

Om man vill föra över innehållet i en skadad tank till en hel tank eller till ett uppsamlingskärl kan överpumpning komma ifråga.

Vid överpumpning av frätande ämnen ställs stora krav på utrustningen vad gäller pumpar och slangar. Det är viktigt att utrustningen är resistent mot kemikalien, så att man inte förvärrar skadeutbredningen.

Erfarenheter från transportolyckor visar att räddningstjänsterna inte har tillgång till kemikalieresistenta pumpar i någon större omfattning. Därför bör man i förväg ha inventerat riskerna och att via samverkan med industri eller avfallsbolag ha klart för sig vad det finns för resurser för överpumpning att tillgå.



Överpumpning av salpetersyra vid en järnvägsolycka.



En betongbil med tombola kan användas för både blandning och utläggning vid neutralisering med släckt kalk.

Neutralisation

Neutralisation görs främst för att återställa pH-värdet i de översta jordlagren. Vid utsläpp av syror används en bas, t.ex. natriumhydroxid eller kalciumhydroxid (släckt kalk) som finns i lager för kalkning av försurad mark. För neutralisering av baser använder man en syra, t.ex. saltsyra eller natriumdivätefosfat som i princip används på samma sätt som vid neutralisation av en syra.

Erfarenheter från olyckor vittnar om problem när stora mängder kalk ska blandas och spridas. En betongbil med så kallad tombola är därför att rekommendera för både blandning och utläggning. I situationer med spridning av kalk i ett akutläge bör alltid personal från kommunens Miljö- och hälsokontor kallas in för att riktiga åtgärder ska kunna vidtas, med tanke på det fortsatta saneringsarbetet. Ett utsläpp som ligger inom intervallet 6 - 10 på pH-skalan är acceptabelt med tanke på de biologiska stegen i reningsverken.

Neutralisationen görs när man samlat upp så stor mängd som möjligt av den utspillda kemikalien. Att neutralisera en vätska för att sedan pumpa upp den är olämpligt med tanke på svårigheterna att få rätt pH-värde. Det har, enligt författarnas efterforskningar, inte heller skett vid någon räddningsinsats.



*Acceptabelt
pH-värde
efter neutralisation
med släckt kalk.*

Personsanering vid händelser med frätande ämnen

Livräddande saneringsåtgärd

Innan man fattar beslut om sanering måste man ta reda på ämnets skadeverkan. Man måste för det första veta vilket ämne den drabbade är exponerad för, och för det andra vilket fysikaliskt tillstånd ämnet har.

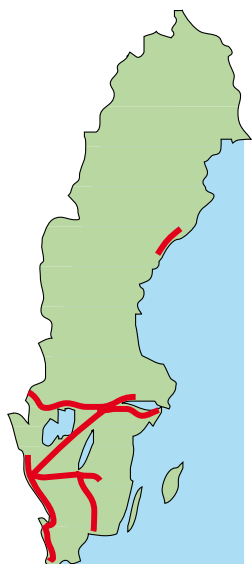
Räddningstjänsten ansvarar för de livräddande saneringsåtgärderna (grovsanering), som utförs innan de drabbade förs från den heta till den varma zonen. Krävs mer än grovsanering för att rädda liv genomför räddningstjänsten även en omedelbar, fullständig personsanering på samma plats som där grovsaneringen görs. Syftet med en grovsanering är att rädda liv.

I den livräddande insatsen ingår dels att avbryta exponering för det farliga ämnet genom att flytta den drabbade från utsläppskällan, dels att genomföra livräddande saneringsåtgärd (grovsanering). Dessa två åtgärder påbörjas utifrån den första bedömningen och efter beslut som tas av den som leder räddningstjänstens insats.

Det är viktigt att utföra den livräddande insatsen så snabbt som möjligt. Invänta därför inte sjukvårdspersonal eller mer information från t.ex. giftinformationscentralen.

Den livräddande saneringsåtgärden utförs av räddningstjänstens personal och alltid vid utgången från het zon. Första åtgärd är att klä av den drabbade det yttre lagret kläder; t.ex. arbetsoverall, skor, långbyxor och jacka. Om det farliga ämnet är identifierat kan avklädning vara tillräcklig saneringsåtgärd, t.ex. om ämnet var i gasform och den drabbade inte har några hudsymtom.

Är ämnet inte identifierat, beslutar räddningsledaren om den drabbade ska spolas med vatten efter avklädning. Att snabbt spola med stora mängder, helst tempererat vatten, kan vara livräddande. Finns det inte tillgång till tempererat vatten används det vatten som finns tillgängligt. Efter avspolning måste den drabbade snabbt torkas torr och komma in i varm miljö. Skulle det farliga ämnet inte vara vattenlösligt ska tvålvatten användas vid livräddande sanering.



Kartläggning av de sträckor som trafikerades mest av farligt godstransporter.

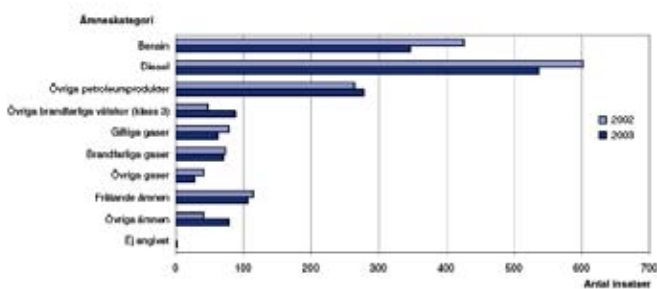
Vid exponering för stora mängder av ett starkt frätande ämne (dvs.om den drabbade är översköld med ämnet) är avspolning med stora mängder vatten nödvändigt som livräddande åtgärd.

Statistik

Räddningstjänsten kallades 2003 till 1594 utsläpp av farliga ämnen. Drygt 100 av dessa uppdrag gällde frätande ämnen.

Diagram 21

Antal räddningsinsatser vid utsläpp av farliga ämnen, per ämneskategori, riket, 2002-2003



Källa: Insatsstatistik 2002-2003, Räddningverket.

Sorption är enligt statistiken den vanligaste åtgärden som räddningstjänsten gör, dvs. uppsugning av produkten i något material. Sorption används främst på vätskor i mindre mängd. Vid större mängder utspild vätska används olika typer av uppsamlingskärl.

Erfarenheter från inträffade olyckor

Kristinehamn: Olycka med saltsyra

Under torsdagseftermiddagen den 27 april startade ett snöoväder som skulle bli ett av de intensivaste under vintern. Beredskapen för snöplogning och vinterväglag var låg, de flesta trafikanter hade skiftat till sommardäck. Fram till fredagsmorgonen hade 30 cm snö fallit. Denna typ av väderlek skapar ofta stora problem i den backiga terrängen runt Kris-



En tankbil med saltsyra har vält. Neutralisation med hjälp av direkt påföring av släckt kalk.

tinehamn och framförallt mellan Kristinehamn och Karlskoga. E18 var spärrad av tung trafik som fastnat och blockerat körbanan under flera timmar under torsdagskvällen.

Klockan 00.33 på fredagen fick räddningstjänsten larmet, ”Tankbil vält på E18”. Vaktstyrkan om 1+4 samt dygnsambulansen rycker ut. Olycksplatsen ligger på E18, ca 4 km västerut mot Karlstad strax bortom det s.k. Krokvikskorset och ca 1000 meter från naturvårdsområdet Varnumsviken, en inre del av Vänern.

Under utryckningen kommer ett andra larm ”Kraftig lägenhetsbrand i Bäckhammar, 20 km söder om Kristinehamn.” C-20 (Chef i beredskap) beger sig med deltidskåren 1+4 till branden. Ett fridygnsledigt befäl kallas omedelbart in till stationen för att fungera som bakre ledning.

Olyckan på E18 har orsakats av att ett husvagnsekipage fastnat i uppforsbacken och en upphinnande långtradare utför en omkörning av ekipaget samtidigt som möte sker med den saltsyrelastade tankbilen. Tankbilen får väja och hamnar i diket och blir liggande på sidan i en 6-8 meter lång slänt med dragfordonet vinkelrätt mot vägen. Hytten hänger över vägbanan, föraren klarar sig oskadd. Släpet hamnar uppoch-nervänt i släntens nederkant. Ett vägräcke med betongstolpe tränger in i dragbilens tank som rymmer 8 m³, och ett ca 30 x 30 cm stort hål uppstår. Släpvagnens tank är till synes tät. Olycksplatsen ligger i en nedforsbacke, så syran rinner längs diket och genom en boskapstunnel som korsar vägen precis på platsen.

1:a handsåtgärder

Invallning av läckaget ca 100 m nedanför och på andra sidan tunneln. Invallning sker med jordmassor. Ca 6 ton HCl har omedelbart runnit ut ur dragfordonets tank. Föraren av tankbilen har omedelbart efter olyckan ringt transportansvarig arbetsledare. Denne är på plats efter ca en och en halv timme. Räddningsledaren rekvirerar en bulklastbil med släp innehållande mald kalk från Gåsgruvan, transportavstånd ca 70 km. P.g.a. rådande väder kan endast dragbil med 14 ton kalk erhållas. Kalken är på plats 04.30. Samtidigt har en cementbil med tombolabehållare rekvirerats. Avsikten är att slamma upp kalken i tombolan och låta tömma tombolan på olycksplatsen och på så sätt få en neutralisation av syran. Försöket får avbrytas p.g.a. stora svårigheter att få i kalken i tombolan.

Kalken sprutas istället ut i diket över den utrunna syran samtidigt som inblandning/uppslamning sker med hjälp av två fogfighterrör. Innanför invallningen kan man snart uppmäta en neutralisering av syran. I diket skapas genom övre fördämning en damm. Den är basisk och får ta emot det fortsatta läckaget från tankarna. Det genomläckage av nedre fördämning som sker är neutralt.

Personal från Miljö och Hälsokontoret kallas till platsen och deltar i arbetet ca en timme efter larmet.

Kemikaliegruppen från Skoghallsverken som levererat syran kallas till platsen. De anländer med tre man och pumputrustning ca kl 04.45. Gruppen åtar sig att pumpa över syra till tomma syratankbilar. Kemgruppen erbjuder hjälp av kemdykare men väljer att arbeta själv, i lättare stänkskyddskläder och filtermask.

Polisen dirigerar trafiken i en fil förbi olycksplatsen.

2:a handsuppgifter

Massmediatrycket är stort på räddningsledaren. Han kallar till pressinformation kl 09.45. Miljökontoret och försäkringsbolaget kallar in en miljökonsult (Miljöspectra i Hammarö AB). Denne är på plats kl 10.00. Konsulten tar från kl 11.00 på sig allt ansvar för samordningen av saneringsarbetet, dock i samråd med räddningsledare och miljöinspektör. Räddningstjänstarbetet fortsätter med överpumpning och bärgning av fordonet.

Saneringskede

Efter att syran täckts av uppslammad kalk beställdes kalkkross, kornstorlek 20 mm. Invallningarna förstärktes med denna. Kabelutsättningen visade att inga kablar (el eller tele) fanns, så att bortforsling av jordmassor kunde ske. Ytskiktet kontrollerades och under ca 20 - 30 cm djup fanns ingen syra längs dikena. Bilar med bergsflak (täta och oömma för skophantering) ombesörjde transporten av jordmassorna till miljöstationens (soptippens) kemplatta av betong. Vid ilastningen av flaken bottnades det med ett kalklager och sedan varvades förorenat med kalk på flaket. Den bortgrävda jorden ersattes av kalkkross. På miljöstationen avlastades 40 ton kalk för att fortsätta kalkinblandningen i massorna. Syran som dämtes upp i tunneln ca 1 m³, sögs upp liksom övriga syraansamlingar.

Överpumpning

Kemgruppen som ansvarade för överpumpningen arbetade dels med en eldriven syrapump, dels med en s.k. Salapump. Det var svårt att pumpa ur tankarna eftersom de var så att säga felvända. Gott resultat erhöles när man med vinkelkap skar upp luckorna i tanken för att komma åt vätskeytan. Vid håltagningen i släpets tank släppte ett vakuum som bildats i tanken och utflödet ökade markant genom domluckor och ventiler. Emellertid var den kontrollerade urpumpningen effektivare än det okontrollerade utläckaget. Läckaget rann för övrigt till det kalkfilter som bildats i "dammen". Säkerhetsnivån vid överpumpningen var lägre än vid konventionell kemdykning, men man bör ha i åtanke att denna grupp dagligen arbetar med syror. Trots detta borde vi ha byggt upp en saneringsstation, vilket tyvärr inte gjordes. Tankarna var utpumpade och fria syraytor uppsugna kl 13.00.

Hämtat från Per Modin, *Rapport från saltsyreolycka 950428*, Bergslagens räddningstjänst.

Separation av svavelsyra och saltsyra

Händelsförlopp

Dag 1

Personalen på ett företag som använder svavelsyra och salpetersyra kontrollerar tillgången på salpetersyra i sitt lager och upptäcker då att något inte står rätt till. Cisternen för salpetersyra är tom trots att man några dagar tidigare taget emot en leverans med 7 m³ salpetersyra. Det visar sig att leverantören hade pumpat in 7 m³ salpetersyra i en cistern som redan innehöll 7 m³ svavelsyra. Företaget kontaktar räddningstjänsten.

När räddningstjänsten anländer kan en tydlig reaktionszon skönjas i cisternen. Temperaturen är där ungefär 4 °C högre än i cisternens övriga delar. Företaget bestämmer sig för att försöka separera syrorna nästa dag. Man planerar att pumpa ut en ”fas” i taget från botten av cisternen i ordningen: svavelsyra (densitet 1840 kg/m³) – reaktionszon – salpetersyra (densitet 1510 kg/m³).

Dag 2

Överpumpningen av bottensatsen går utan problem och ca 5 m³ svavelsyra tankas över till en tankbil. Problem tillstöter emellertid när överpumpningen av reaktionszonen påbörjas. Rökutveckling uppmärksammas från tankbilen och man konstaterar att temperaturen har höjts. Röken är gulbrun och antas därför innehålla nitrösa gaser.

Företaget uppdrar åt räddningstjänsten att utföra neutralisationsproceduren. Eftersom ett utsläpp av nitrösa gaser kan förmodas beslutar man att flytta tankbilen med syrablandningen till en plats där syrorna kan neutraliseras och transporteras till destruktion utan att människor exponeras. Förflyttningen betraktas som räddningstjänst enligt LSO. Vägen spärras av och transporten får poliseskort. Neutraliseringsprocessen som sådan bedöms inte uppfylla kriterierna för räddningstjänst enligt LSO.

Tankbilen ställs upp på en betonglatta med slutet avlopp. Plattan har rensats från organiskt material och avloppets funktion har säkerställts. Räddningstjänsten från en närliggande flygplats bistår med en tankbil och personal som



Neutraliseringsförfarandet natten till dag 3.

kan vara behjälplig vid neutralisationen. Man bygger upp ett skyddssystem för nedtvättning av eventuella nitrösa gaser och en saneringsbana.

Enligt tidigare taktikbeslut börjar man med ett neutraliseringsprov med släckt kalk löst i vatten (s.k. slurry). En mindre mängd syra hålls i en hink med kalklösning. Det resulterar i en mycket kraftig reaktion. Syra, kalklösning och vattenånga sprutar ur hinken. Räddningstjänsten bestämmer sig ändå för att prova i större skala. Kalklösning blandas i syrafasta plastbehållare avsedda för uttjänta bilbatterier (1 x 1,5 x 1 m) varpå mindre mängder syra tillsätts och rörs om med hjälp av en eldriven bormaskin med färgomrörare. Också i de större behållarna blir reaktionen kraftig, men det skvätter inte utanför kärnen på samma sätt som under provet i hinken. Den kraftiga reaktionen tyder på att bottensatsen i tankbilden endast innehåller svavelsyra.

Dag 3

På morgonen dag 3 hanteras slurryblandningen maskinellt i en betongbil.

Vid neutralisationen märks nu en minskning av reak-



tionens intensitet. Det antas bero på att andelen svavelsyra i tankbilen minskat samtidigt som andelen salpetersyra ökat.

Tillredning av kalkslurry i cementbil.

Dag 4

På grund av den utdragna insatsen och med anledning av minskad effekt vid neutralisationsprocessen ökas mängden syra som ska neutraliseras vid varje omgång. Kalkslurry hålls i större containrar där sedan en större mängd syra tillsätts. Reaktionen blir mycket kraftig, men läget bedöms vara under kontroll. I samråd med det företag som ska transportera den neutraliserade syran till destruktion ändras godtagbart intervall för pH-värde till 7-14 (syran anses annars tillräckligt neutraliserad då pH-värdet ligger mellan 6-10). Neutralisationsarbetet slutförs under dag 4.

Dag 5

Räddningstjänsten sanerar området och använd utrustning.

Räddningstjänstens erfarenheter

Neutralisation

Neutralisationen gav upphov till en mycket kraftig värmeutveckling. Under insatsen uppmättes en maxtemperatur på 70 °C, men eftersom syra/kalkblandningen kokade under vissa skeden antar man att temperaturen i vissa fall översteg 100 °C. Värmeutvecklingen ledde till flera problem: Den varma syra/kalkblandningen stänkte på kemdykarna som hade behövt värmeisolerande handskar under sina gummihandskar som skydd. Ett annat problem var att vattnet i kalklösningen kokade bort och lämnade kvar en tjock betongliknande pasta som man var tvungen att späda med vatten. För att få en lämplig lösning skulle syran spädas med vatten faktor 1:1 och sedan hällas i en kalklösning med blandningsförhållande 20 % kalk och 80 % vatten.

Till en början rörde man om blandningen med hjälp av spadar och en batteridriven borrmaskin med färgomrörare. Sedan användes en nätansluten omrörare som var mycket effektiv, men slutade fungera efter några timmar eftersom den angreps av syra-kalk-vatten-blandningen. Även elsystemet fallerade tidvis på grund av vattenskador. Slutligen sköttes omrörningen med tryckluft som fick bubbla genom lösningen, vilket visade sig vara en framgångsrik metod.

Indikeringen utfördes med hjälp av lackmuspapper direkt i syra/kalklösningen. Det var emellertid mycket svårt att se vad indikeringsstickan visade när den doppats i lösningen. Kemdykarna hade kalklösning på handskarna vilket sannolikt kontaminerade indikeringsstickan. Indikeringen försvårades också av att lösningen var trögflytande och svår att få homogen. Kemdykarna fick ofta lösning på fingrarna och handskarna är klumpiga för finmotoriska moment. Kemdykarna behövde därför assistans för att få fram stickor och läsa av indikeringen.

Det var också svårt att balansera lösning runt det pH som var acceptabelt för slamsugningsbilen. Kemdykarna frustrerades av att pH kunde hoppa från 14 till 0 på kort tid. Här spelade flera faktorer in: Syran som skulle neutraliseras var mycket stark, vilket gjorde lösningen mycket känslig för syratillskott.

Det var också svårt att få en korrekt indikering och svårt att uppskatta volym när man hällde syra kalklösningen.

Slutsatser – neutralisation

- Neutralisation i stor skala medför kraftiga exoterma reaktioner.
- Storskalig neutralisation kräver att syran späds med vatten innan den blandas med slurry.
- Storskalig neutralisation kräver slurry med stor andel vatten.
- Storskalig neutralisation förutsätter andra blandningsverktyg än färgomrörare.
- Det är svårt att göra korrekta pH-mätningar vid storskalig neutralisation.

Beslutsunderlag

Insatsledningen försvarades av att de uppgifter man fick inte var entydiga. Initialt kom uppgifter om att reaktionen kunde ge upphov till stora mängder nitrösa gaser, vilket också bekräftades av den bruna rök man kunde iaktta på företagsområdet. En av expertinstanserna meddelade under natten till dag 2 att det inte fanns risk för nitrösa gaser. Samma expertinstans ändrade sedan uppfattning och meddelade nästa dag att det fanns risk för bildning av nitrösa gaser. Det stod snart klart att något liknande aldrig hade inträffat och osäkerheten om eventuella risker var stor. De experter som konsulterades uttalade sig utifrån småskaliga försök och situationer. Erfarenheter saknades från sådana mängder som det här var fråga om. Man förmodade att nitrösa gaser skulle uppkomma även vid neutralisationen och beslutade att agera utifrån att så skulle ske.

Helsingborg: Utsläpp av svavelsyra

Klockan 04.30 på morgonen den 4 februari 2005 gick det interna larmet på Kemiras industriområde i centrala Helsingborg. På KEMIRAs område fanns tre tankar om vardera 11300 m³ i vilka man förvarade svavelsyra. Det motsvarar ca 18 500 ton, vid en temperatur av 70 °C. En av tankarna var tömd. Dessutom fanns en tank med svavel (i flytande form)



Vid kl 04.30 i mornen rämnade en cistern med 96%-ig svavelsyra i Kemiras hamnområde. Därefter har 11000 ton svavelsyra läckt ut.

När ledningen brast blev vattentrycket så kraftigt att stora stenar med en halvmeters diameter slungades iväg 200-300 meter.

Kemresurser från hela Skåne sattes in i arbetet bl.a. från Helsingborg, Malmö, Perstorp och SRVs regionala kemresurs.

som rymmer 9900 m³ med en temperatur på 140 °C. I marken under tankarna fanns en processvattenledning med 1 meter diameter och ett flöde på 60 m³ per minut, dvs. 1000 liter per sekund. På morgonen gick denna ledning av och en jättekra- ter bildades vid den ena tanken. Marken underminerades och den ena tanken rämnade.

Svavelsyra forsade ut i den invallning som finns runt tanken. Pga. den stora mängden och svavelsyrans tyngd (1650 kg/m³) brast delar av fördämningen. Syran forsade då ut på en plan och ner i en hamnbassäng. Giftig ånga bildades när syran reagerade med vattnet på land och i hamnbassängen. Syran förflyttade också hus, tryckte in väggar, slet loss betongfunda- ment och lyfte den tomma tanken ca 20 cm upp i luften. När ledningen brast blev trycket så kraftigt att stora stenar med en halvmeters diameter slungades iväg 200-300 meter. Utifrån de märken vågen lämnade på dörrar och hus uppskattar man att den kan ha varit upp till en meter hög. Kratern fylldes med syra och det uppstod ”sjöar” med syra inom området.

Klockan 04.39 gick larmet hos räddningstjänsten. Kör- tiden från brandstationen i Bårslöv är cirka sex-sju minuter.

Första VMA gick ut klockan 06.00 där människor upp- manades att stanna inomhus. Stora delar av staden stängdes av. Det första avspärrningsområdet, som berörde cirka 7000



Karta över riskområdet.

boende, hävdes klockan 10.00 då avspärningarna flyttades närmare olycksplatsen. Totalt fördes 15 personer till sjukhus, bl.a. efter att ha andats in svavelsyraångor. Ingen var allvarligt skadad.

Statens haverikommission beslutade redan samma dag att utreda olyckan, information om utredningen finns på havkom.se Miljöåklagaren i Malmö beslutade att göra en förundersökning för att se om företaget agerat oaksamt.

Torshälla: Utsläpp av fluorvätesyra

Larm via SOS-centralen till Torshälla kl 11.42 resp. Eskilstuna kl 11.43 om gasutsläpp Avesta Nyby. Typ av kemikalie angavs då ej. På väg mot Torshälla, ca 10 km, tog räddningsledaren (RL) kontakt med SOS-centralen för kompletterande uppgifter. Man fick då besked om att det var fluorvätesyra som läckt ut. RL tog då beslut om brytpunkt vid västra porten till Avesta Nybys industriområde. Ambulans begärdes kl 11.50. Polis och kommunens miljöskyddspersonal var redan larmade av SOS enligt förutbestämd larmplan. Alla uttryckande enheter beordrades att avvakta vid brytpunkten, medan RL med sambandsman åkte fram för rekognoscering. På industriområdet finns en vindstrut monterad på en mast. Den kom nu till god hjälp för att bestämma vindriktning och vindstyrka.



Kraftig gasutveckling från cistern med fluorvätesyra.

Framkommen till tanken konstaterade RL att det fanns en millimeterbred och ca 20 cm lång lodrät spricka på fluorvätesyratankens framsida och att vätskan sprutade ut med en kastlängd på flera meter. Vinden blåste i rät vinkel mot strålen som slogs sönder så att vätskan spreds över den snö- och istäckta markytan framför tanken. Den synliga gasutvecklingen var i detta skede mycket begränsad.

Beslut i stort

Intill skadeplatsen fanns ett tiotal arbetare från Avesta Nyby. En av dem presenterade sig som arbetsledaren Leo. Han informerade om att det fanns en annan syracistern (kar fem som normalt används för blandsyra) dit man eventuellt kunde pumpa över vätska med ett befintligt rörssystem från botten av den skadade cisternen. Räddningsledarens beslut i stort (BIS) löd ”Begränsa skadeutvecklingen genom att läktra vätskan, samla upp vätskan och täta brunnen. Utrymning av riskområdet.”

Arbetet på skadeplatsen

Ledningsplats upprättades med bil 108, ca 50 m från den läckande cisternen, vinkelrätt mot vindriktningen. Efter samråd med sin kollega Thord Eriksson och arbetsledaren Leo från

Avesta Nyby beslutade RL att riskområdet omfattade Nybys industriområde i vindriktningen från cisternen, dvs. en längd av ca 600 m. Beslutet grundade sig på fluorvätesyrans farlighetsnummer 886 och ett förhållandevis lågt ångtryck, säkert under 100 kPa. I detta skede var den synliga gasutvecklingen fortfarande relativt måttlig och man bedömde att gas inte skulle sprida sig utanför industriområdet. Arbetsledaren Leo fick order att utrymma personalen på Nyby i vindriktningen samt i byggnaden intill cisternen.

I detta skede hade räddningsledaren stort behov av information om kemikaliens egenskaper. Tyvärr var företagets säkerhetschef och kemiske expert inte anträffbara. De hade semester. Via SOS-centralen begärdes kemisk experthjälp för att fastställa faran för gasspridning, personskador etc. Även den bakre ledningen tog itu med motsvarande arbete.

Efter ingående studier av farligt gods-kortet beslutade RL tillsammans med vakthavande BM att man p.g.a. risken för egen personal inte skulle göra några tätningsförsök av läckan, utan i stället koncentrera sig på att läktra vätskan till den intilliggande cisternen. Kemdykargruppen fick i uppdrag att leta efter markbrunnar i området där vätska börjat ansamlas på marken.

Gruppen hittade en dagvattenbrunn som tätades med en brunnspropp. Försök till uppsamling av utsprutande vätska gjordes med hjälp av ett par öppna kar. På grund av vinden slogs syrastrålen sönder och mycket vätska kom utanför karen. Tyvärr visade sig överpumpningscisternen vara upptagen av blandsyra som först måste pumpas ur. Kemdykargruppen fick därför avvakta en stund innan de fick klartecken från Leo om att läktringen kunde påbörjas. När beslutet kom öppnade de med verktyg en bottenventil till den läckande cisternen och efter visst besvär kunde läktringen påbörjas.

Klockan 13.45 ringde Räddningsverkets kemist Bengt Stridsberg upp och informerade om ett liknande gasutsläpp som ägt rum i Kanada. Där beslöts ett riskområde om 1,5 miles i vindriktningen. P.g.a. oklarheter om hur väderleksförhållandena var vid detta tillfälle gick det inte att göra några nyttiga kopplingar till det nu aktuella tillfället.

Enligt Kemikontorets skyddsblad lär det finnas provampuller för fluorvätesyra med ett mätområde 1,5-15 ppm/2 li-

ter provluft. Men några sådana ampuller eller andra hjälpmedel för att mäta gaskoncentrationerna fanns vid olyckstillfället inte tillgängliga, vare sig hos företaget, räddningstjänsten, sjukvården, polisen eller miljökontoret.

Varning till allmänheten

Gasutvecklingen hade under tiden tilltagit kraftigt. Ett synligt moln drog sig mot södra änden av industriområdet. Räddningsledaren beslutade därför att gå ut med ett varningsmeddelande i radion. De boende i vindriktningen uppmanades att stanna inomhus och stänga dörrar, fönster och ventiler. Begäran om myndighetsmeddelande på radion lämnades till SOS kl 12.20.

Skydd för egen personal

Räddningspersonalen som arbetade vid skadeplatsen hade hela tiden tillgång till tryckluftsapparater och ett tiotal kemdräkter. Sammanlagt användes sex sådana dräkter.

Det fortsatta arbetet på skadeplatsen

Strax efter kl 14 började läktringen av syra från den skadade cisternen att göra nytta. Trycket på läckagestrålen blev allt mindre. Klockan 14.50 hade läckaget från cisternen helt upphört. Kemdykare gick då fram och läktrade över den vätska som samlats i uppsamlingskärlen. Det var ca 1,6 m³. Härvid användes s.k. Rosenbauerrör och kalk som slammades. Företaget Avesta Nyby har en tank för detta, räddningstjänsten hade ett 15-tal säckar kalk à 25 kg. Resterna av syra, kalk och vatten som samlades vid den naturliga ”pumpgropen” vid tätningssproppen till dagvattenbrunnen, sögs upp av en syrabil. Kl 15.33 hävdes avspärningarna utanför Nyby industriområde. Efter ett tag när avångningen upphört från pölar och kontaminerade ytor hävdes även avspärningarna inom industriområdet. Klockan var då 15.55. Arbetet med sanering av mark och husväggar i närheten av cisternen avvecklades successivt. Räddningstjänsten avslutade kl 17.55.

Hämtat från Ulf Erlandsson, *Stora olyckor, Utsläpp av fluorvätesyra i Torshälla februari 1996*, Räddningsverket, rapport P22-149/96, ISBN 91-88890-32-5

Hallsberg: Salpetersyraulsläpp vid bangården i Hallsberg

Under järnvägstransport av en cisternvagn mellan Ljungaverk i Ånge och Bofors Explosive i Karlskoga uppstod en spricka i en svetsfog, varvid ett mindre läckage uppstod. Cisternvagnen var lastad med 40 ton (26m³) 99% salpetersyra. Läckan uppmärksammades av lokföraren i ett mötande tåg som såg att det rök ur vagnen. Tågsättet var på ingång till Hallsberg. Tågledningen beslutade att växla bort vagnen och larma räddningstjänsten eftersom det rök och luktade illa från vagnen.

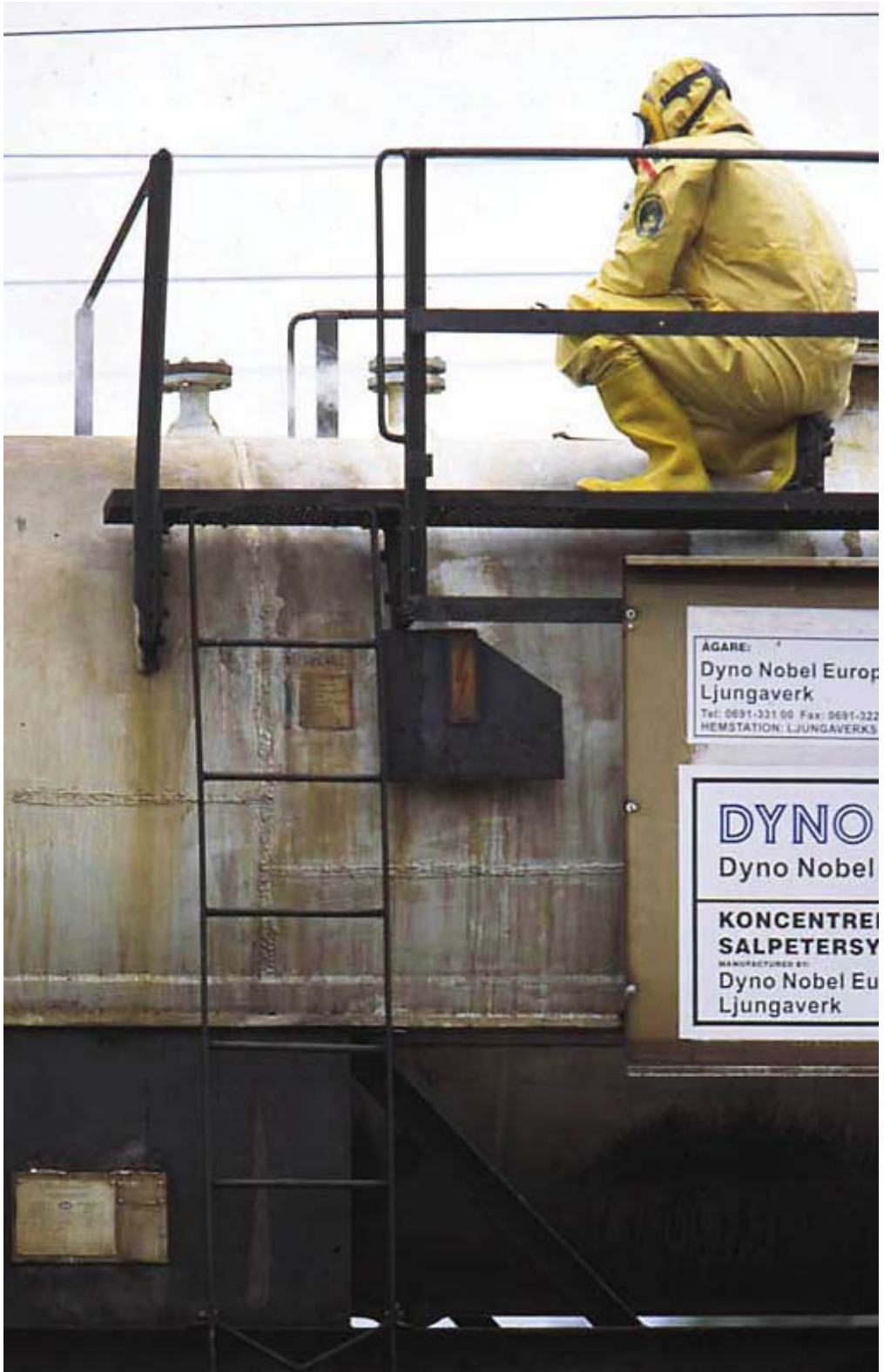
Vid en första undersökning gjord av räddningspersonal iförd skyddsutrustning, kunde en spricka på 50 cm vid cisterninfäsningen konstateras och droppande syra ur sprickan. Att täta sprickan bedömdes som omöjligt. Efter kontakt med SAQ som besiktigt vagnen, fattades beslut om att salpetersyran skulle läktras över till en annan cistern på plats i Hallsberg. Förflyttningen av vagnen kunde förvärra sprickan med ytterligare utsläpp som följde.

Vid undersökning hos ADR-Transport fanns inget tillgängligt fordon eller pump som klarade salpetersyran. En cisternvagn rekvirerades därför via SJ. Räddningstjänsten hade inga pumpar som klarade av att pumpa salpetersyran, varför leverantören kontaktades om hjälp med pump. Pumpen skulle först demonteras från en fast installation och sedan skickas till Hallsberg, en transport på ca 60 mil. Räddningstjänsten kontaktade även mottagaren som skickade personal och pump till Hallsberg. Personal från Räddningsskolan i Skövde och dess miljöskyddsbil rekvirerades och var i Hallsberg inom 3 timmar.

Ingen av dessa pumpar fungerade tillfredsställande. Pumputrustningen från räddningsskolan höll i 5 minuter varefter den brann upp. Nya pumpar rekvirerades från olika håll. Arbetet var nu inne på sitt andra dygn och inget lyckat resultat hade nåtts. I detta läge beslutades att den pump som skulle ta emot salpetersyran på Bofors Explosive skulle demonteras och skickas till Hallsberg. Först när denna specialbyggda pump var på plats kom pumpningen igång. Efter ca 2 timmars pumpning med den nya pumpen var läktringen klar och räddningstjänstens uppdrag avslutat.

Hämtat från Ingvar Eriksson, *Dagboksanteckningar över salpetersyraulsläpp vid bangården i Hallsberg 1997-09-02*, Nerikes brandkår

Under en transport av salpetersyra uppstod en läcka i en cisternvagn. Läckan uppmärksammades av lokföraren i ett mötande tåg.



Ordförklaringar

ADR: European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road. Europeisk överenskommelse om internationell transport av farligt gods på väg.

ADR-5: Räddningsverkets föreskrifter om inrikes väg- och terrängtransporter av farligt gods.

Artefakter: Ämnen som uppstår under själva olyckshändelsen. De kan antingen uppstå genom en oxidationsprocess i form av brand eller explosion eller genom andra kemiska reaktionsprocesser, t.ex. då syra kommer i kontakt med metaller.

Bas: En bas är ett ämne eller jon som kan ta upp protoner. Basiska vattenlösningar innehåller hydroxidjoner OH^- .

Exoterm: En process där värme avges.

Gradient: Grundvattenytans lutning.

IBC: Intermediate Bulk Containers eller småbulkbehållare är en stor behållare med en maxvolym på 3m^3 .

Infiltration: Vätska tränger in i markytan och så småningom ner i underliggande jordlager.

Jon: En atom är i sin helhet neutral. En del atomer kan lätt ge ifrån sig eller ta upp elektroner. Av den neutrala atomen kan det alltså bildas positiva joner och negativa joner. En lösning som innehåller joner leder elektrisk ström.

Molekyl: Atomer som är förenade i olika typer av grupper.

Polymerisation: Process där mindre molekyler slås samman för att bilda makromolekyler som består av upprepade strukturenheter.

Protolys: En reaktion vid vilken en syra avger protoner och en bas upptar protoner.

Proton: Positiv partikel i atomkärnan. En vätejon är detsamma som en proton (H^+)

Salt: Kemiska föreningar som är uppbyggda av joner. Natriumklorid, vanligt koksalt, är ett exempel på ett salt. Ett salt består av både positiva och negativa joner, som genom sina motsatta laddningar drar varandra till sig.

Syra: Syra definieras som ett ämne eller jonslag som kan avge protoner. Alla syror innehåller väte. Sura vattenlösningar innehåller oxoniumjoner.

Residualmättnad: Den del av spillet som jorden håller kvar. Man kan se det som att en del av spillet fastnar i jorden. Detta gäller kemikaliefasen.

För vidare läsning

ADR-S, Inrikes transport av farligt gods på väg och i terräng, Statens räddningsverks författningssamling, SRVFS 1994:5

Almgren, Roger, 1998, *Räddningstjänst vid olycka med gaser*, Räddningsverket, beställningsnummer U30-578/99, ISBN 91-88891-82-8

Andersson, Leden, Sonesson, 1990, *Gymnasiekemi 1*, Esselte Studium AB, ISBN 91-24-34098-6

Cirkulär 6/91, Räddningsverket

Forsgren, Claes, *Kemi – Översikt för räddningstjänstpersonal*, beställningsnummer U30-581/99, ISBN 91-88891-83-6

Insats vid olycka med kemikalier, Räddningsverket, 1997, grundbok. Beställningsnummer U26-562/97

Insatsplanering kem, 1999, Räddningsverket, FoU-rapport P21-271/99

Knutsson, Gert, Morfeldt, Carl-Olof, 1993 *Grundvatten, teori & tillämpning*, AB Svensk byggtjänst, ISBN 91-7332-646-1

Kompendium om miljöeffekter från bränder och andra olyckor, Räddningsverket, SRV/RoMm/BjA, Oktober 1996

Källström, Hans & Mourujärvi, Hannu, 1999, *Teknik vid kemikalieolycka*, Räddningsverket, beställningsnummer U30-582/99, ISBN 91-88891-67-4

Malmsten, Curt L, 1997, *Olyckor med farliga kemikalier*, Nordiska räddningsförlaget AB, ISBN 91-88388-05-0

Miljökonsekvenser av olyckshändelser, 1996, Räddningsverket, beställningsnummer P23-143/96, ISBN 91-88890-22-8.

Natrimihypoklorit

www.basechemicals.akzonobel.se/s_hypo.htm

Oljan är lös, Handbok i kommunalt oljeskydd, 1997, Räddningsverket, beställningsnummer R-61-158/97, ISBN 91-88890-73-2

Riskhantering i ett samhällsperspektiv, serie från Räddningsverket

Processen, beställningsnummer U29-545/97

Riskinventeringen, beställningsnummer U29-546/97

Samhällsplanering, beställningsnummer U30-565/98

Räddningsinsatser vid syrautsläpp, 1999, Räddningsverket,

beställningsnummer P22-263/99, ISBN 91-8889-84-4

Scaffidi, Fred, *The acid / base concept*

www.tc.gc.ca/canutec/english/articles/acide-e.htm

Surviving Hazmat - Surviving the Hazardous Materials Incident - First Responder Operations - Part 1 Instructor Guide, Corrosive Emergencies, Kapitel 10, 1993, OnGuard, Inc. A Division of Emergency Resource Inc

TOKEVA-instruktioner, Räddningsinstitutet, Finland

Transport av farligt gods, lärobok, Arbetskyddsnämnden, 1998, ISBN 91-7522-597-2

Vannerberg m.fl., 1989, *Grundläggande kemi*, Esselte studium, ISBN 91-24-35092-3

Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, 1997, FOA, FOA-R—97-00490-990—SE, ISSN 1104-9154

Personanering vid händelser med farliga ämnen. Räddningsverket och Socialstyrelsen.

Personanering i skadeområdet. Alfredsson, Cecilia, Carlsson, Claes-Håkan, 2006, Räddningstjänst och miljö, Räddningsverket, beställningsnummer U30

www.se.skoghall.akzonobel.com/NR/rdonlyres/8CE06BCC-84E5-4982-851D-

Beräkningar

Exempel

Vid en olycka har det varit ett utsläpp av ca 350 liter 36 % saltsyra. Du beräknar att ni lyckats samla upp ca 250 liter av vätskan. Frågan är hur mycket släckt kalk som åtgår för att fullständigt neutralisera resten. Du beräknar att spillytan är ca 25 m² och att er neutralisering kan sättas igång ca 4 timmar efter utsläppet.

a) Beräkna hur mycket kalk som åtgår med hjälp av reaktionsformeln :



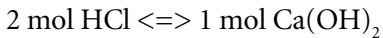
b) Kommer grundvattnet att påverkas om utsläppet sker på ett 0,75 meter tjockt sandlager ovanpå ett 1,25 meter tjockt sandigt moränlager, och det är 1,25 meter ner till grundvattnet? (Antag gradienten till 0,75.)

c) På behållaren står det R23 och R35, vad innebär det?



Förslag till lösningar:

a) För neutralisering gäller förhållandet



Utnyttja nu sambanden:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$m = d \times a \times c$$

n = substansmängd, mol

m = massan, kg

M = molmassan, kg / mol

m = massan, kg

d = densiteten, kg/l

a = mängden utsläpp, l

c = koncentrationen, %

För saltsyran och kalciumhydroxiden är följande information känd:

Densiteten:	$d_{\text{HCl}} = 1,13$	hämtas från tabell
Mängden utsläpp:	$a_{\text{HCl}} = 100$	givet värde
Koncentrationen:	$c_{\text{HCl}} = 0,36$ (36%)	givet värde
Molmassan:	$M_{\text{HCl}} = 36,5$	hämtas från tabell
Molmassan:	$M_{\text{Ca(OH)}_2} = 74$	hämtas från tabell

Översättning av gällande förhållanden till en matematisk ekvation ser ut som:

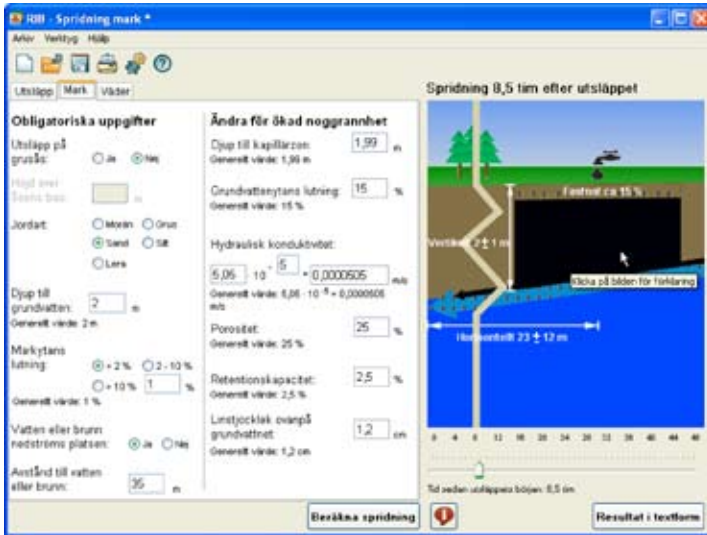
$$2 n_{\text{HCl}} \rightleftharpoons n_{\text{Ca(OH)}_2} \rightarrow 0,5 \times n_{\text{HCl}} = n_{\text{Ca(OH)}_2}$$

För kalken antar vi att X kg åtgår för neutralisation. Insättning i ekvationerna ger:

$$\frac{0,5 \times m_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}}} = \frac{m_{\text{Ca(OH)}_2}}{M_{\text{Ca(OH)}_2}} \rightarrow \frac{0,5 \times (d \times a \times c)}{M_{\text{HCl}}} = \frac{X}{M_{\text{Ca(OH)}_2}}$$

Med insättning av givna värden erhålls X kg släckt kalk för neutralisation av 100 liter saltsyra:

$$X = 74 \times 0,5 \times (1,13 \times 100 \times 0,36) / 36,5 \approx 41,8 \text{ kg Ca(OH)}_2$$



b) Öppna kemspill i RIB.

Ange saltsyra som sökt kemikalie.

Ange sand i övre marklager och sandig morän i undre lagret.

Definiera ingångsvärdena.

Tryck på beräkna.

Svar: Nej.

c) Svar: R 23 = Giftigt vid inandning

R 35 = Starkt frätande.

Illustrationer och foto

Illustrationer: Per Hardestam

Foto: Peter Lundgren (sidan 8, 9, 12, 16, 23, 27, 28, 29, 34, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 65)

Micke Sörensen (sidan 30, 31, 49, 59)

Leif Forslund (omslag)

Gunnar Ohlén (sidan 11, överst, 35)

Bengt A. Lundberg (sidan 11)

Mats Kockum/BLT (sidan 15)

Åke E:son Lundman/Bildhuset (sidan 21)

Industrial Safety Academy (sidan 37)

Ulf Erlandsson (sidan 56)

Leif Hyllander (sidan 65)

Hans Källström (sidan 65 t.h.)

Marc De Roeck (sidan 26)

Räddningsverket (sidan 61-62)

En av de största riskerna med frätande ämnen är att de kan förstöra levande vävnad. Vid läckage kan de också komma att skada eller förstöra miljön, annat gods eller transportmedel eller orsaka annan fara.

Räddningstjänst vid olyckor med frätande ämnen syftar till att ge läsaren fakta om olika frätande ämnen och därmed öka förståelsen för den teknik och taktik som lämpar sig bäst vid denna typ av olyckor.

Boken sammanfattar räddningskemi, taktik och teknik vid olyckor med frätande ämnen och ger handlingsmönster för hur man ska hantera våra vanligaste frätande ämnen och de frätande ämnen som innebär synnerligen stora risker. Den är främst avsedd att användas i utbildning, men också av operativ personal i utryckningstjänst.



**RÄDDNINGSS
VERKET**

651 80 Karlstad
Telefon 054-13 50 00
Telefax 054-13 56 00
www.raddningsverket.se

Beställningsnummer U30-600/07
ISBN 978-91-7253-343-1

Beställ från Räddningsverket
publikationsservice@srv.se
Telefax 054-13 56 05