



**Statens haverikommission**  
Swedish Accident Investigation Board

ISSN 1400-5751

## **Rapport RO 2008:02**

### **Olycka med utsläpp av svavelsyra vid Kemira Kemi AB i Helsingborg, M län, den 4 februari 2005.**

Dnr O-01/05

---

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt. Syftet med undersökningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar.

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport med undantag av figur 2 © Helsingborgs Brandförsvär, figurerna 4 och 9 © Kemira Kemi AB Helsingborg och figurerna 15 och 16 © Stadsbyggnadskontoret Helsingborg .

Rapporten finns även på vår webbplats: [www.havkom.se](http://www.havkom.se)



**Statens haverikommission**  
Swedish Accident Investigation Board

2008-05-12

O-01/05

Statens räddningsverk  
Karolinen  
651 80 KARLSTAD

## **Rapport RO 2008:02**

---

Statens haverikommission har undersökt en olycka med utsläpp av svavel-syra som inträffade den 4 februari 2005 inom industriområdet till Kemira Kemi AB i Helsingborg, M län.

Statens haverikommission överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport över undersökningen.

Statens haverikommission emotser besked senast den 11 november om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de i rapporten intagna rekommendationerna.

Carin Hellner

Urban Kjellberg

*Likalydande till Arbetsmiljöverket*

# Innehåll

<b><i>Sammanfattning</i></b>	<b>6</b>
<b>1 FAKTAREDOVISNING</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Händelseförlopp</b>	<b>11</b>
1.1.1 Innan cisternen rämnade	11
1.1.2 När cisternen rämnade	12
1.1.3 Efter att cisternen rämnat	13
<b>1.2 Personskador</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Olycksplats</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Cisternens konstruktion, kondition, skador och tömningstid</b>	<b>16</b>
1.4.1 Utförande	16
1.4.2 Tillsyn	16
1.4.3 Skador	17
1.4.4 Tömningstid	17
<b>1.5 Miljöskador</b>	<b>17</b>
1.5.1 Effekter på havsmiljö	18
1.5.2 Effekter på mark	18
<b>1.6 Vattenledningsrör</b>	<b>18</b>
1.6.1 Dimensioner och tillverkning	18
1.6.2 Förläggning i mark	19
1.6.3 Betongrörets utseende och synliga skador	19
1.6.4 Kloridanalys	20
1.6.5 Mikroskopering	20
1.6.6 Angrepp på ytan av rörets utsida	20
<b>1.7 Grundläggning av cistern</b>	<b>21</b>
1.7.1 Geotekniska förhållanden	21
1.7.2 Grundkonstruktion	21
1.7.3 Skador på grundläggningen	23
1.7.4 Deformationer i jorden	23
<b>1.8 Svavelsyran och dess konsekvenser</b>	<b>23</b>
1.8.1 Allmänt om svavelsyrans egenskaper	24
1.8.2 Allmänt om beräkningar och konsekvensbedömning	24
1.8.3 Underlag för beräkningar	24
1.8.4 Utsläpp till luften/atmosfären	24
1.8.5 Konsekvenser av klorväte för människor	25
1.8.6 Konsekvenser av svavelsyra för människor	30
<b>1.9 Meteorologisk information</b>	<b>30</b>
<b>1.10 Kemira Kemi AB:s verksamhet och organisation</b>	<b>30</b>
1.10.1 Allmänt	30
1.10.2 Svavelsyrafabriken	31
<b>1.11 Extern och intern kravbild för Kemira Kemi AB</b>	<b>31</b>
1.11.1 Regler för kemikalieolyckor, förhindra och begränsa	31
1.11.2 Tillämpliga Sevesobestämmelser, tillstånd m.m.	32
1.11.3 Säkerhetsledning och internt säkerhetsarbete vid Kemira Kemi	32
<b>1.12 Brandförsvarets roll med rådgivning och tillsyn</b>	<b>36</b>
<b>1.13 Arbetsmiljöverket inspektion och regler för trycksatta anordningar</b>	<b>36</b>
1.13.1 Arbetsmiljöverkets inspektion	36
1.13.2 Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar	36
<b>1.14 Räddningsinsatsen</b>	<b>37</b>
1.14.1 Räddningstjänstens organisation och resurser	37

1.14.2	Alarmering	38
1.14.3	Första åtgärder på olycksplatsen	39
1.14.4	Fortsatt insatts under fredagens morgon	39
1.14.5	Avspärrningar	40
1.14.6	Varning till allmänheten	42
1.14.7	Ledning av räddningsinsatsen	44
1.14.8	Operativ keminsats	45
1.14.9	Räddningsinsatsen i övrigt	46
<b>1.15</b>	<b>Övrigt</b>	<b>47</b>
1.15.1	Vidtagna åtgärder efter olyckan	47
1.15.2	Jämställdhetsfrågor	47
<b>2</b>	<b>ANALYS</b>	<b>47</b>
<b>2.1</b>	<b>Cisternens stålkonstruktion</b>	<b>47</b>
<b>2.2</b>	<b>Miljöpåverkan</b>	<b>48</b>
<b>2.3</b>	<b>Vattenledningsröret</b>	<b>48</b>
<b>2.4</b>	<b>Cisternens grundläggning</b>	<b>49</b>
2.4.1	Vattenläckans påverkan	49
2.4.2	Cisternens botten öppnades	50
2.4.3	Cisternen tömdes på svavelsyra	50
2.4.4	Säker förläggning av ledningar	50
<b>2.5</b>	<b>Syrans egenskaper och personskaderisker</b>	<b>50</b>
<b>2.6</b>	<b>Extern och intern kravbild</b>	<b>51</b>
2.6.1	Extern kravbild	51
2.6.2	Intern kravbild	51
<b>2.7</b>	<b>Räddningsinsatsen</b>	<b>52</b>
2.7.1	Alarmering och första åtgärder på skadeplats	52
2.7.2	Skadebegränsande åtgärder	53
2.7.3	Ledning	55
2.7.4	Tjänstgöring/avlösning	55
2.7.5	Samverkan mellan Brandförsvaret och Kemira Kemi	56
<b>3</b>	<b>UTLÅTANDE</b>	<b>56</b>
<b>3.1</b>	<b>Undersökningsresultat</b>	<b>56</b>
<b>3.2</b>	<b>Orsaker till olyckan</b>	<b>58</b>
<b>4</b>	<b>REKOMMENDATIONER</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>60</b>

# Rapport RO 2008:02

O-01/05

Rapporten färdigställd 2008-05-12

<i>Ägare</i>	Kemira Kemi AB
<i>Plats</i>	Kemira Kemi AB Industrigatan 83 i Helsingborg, M län
<i>Verksamhet</i>	Framställning och lagring av olika kemikalier, bl.a. svavelsyra
<i>Tidpunkt för olyckshändelsen</i>	2005-02-04, ca kl. 04:33 <sup>1</sup> <i>Anm.:</i> All tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC + 1 timme)
<i>Väder (vid tidpunkten för olyckshändelsen)</i>	Enligt Kemira Kemis väderstation: – vindhastighet: svag vind, ca 2,4 m/s på 10 m höjd – vindriktning <sup>2</sup> : sydostlig, SO, 140° – temp i luften: ca 5 °C Enligt vittnesuppgifter var det dimma. Vattentemp: + 2 °C (uppmätt 2005-02-17)
<i>Cistern nr</i>	Internt nr 436
<i>Innehåll</i>	Svavelsyra <sup>3</sup> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (96 %)
<i>Vikt</i>	16 300 ton
<i>Volym</i>	ca 8 900 m <sup>3</sup>
<i>Diameter</i>	30 m
<i>Höjd</i>	16 m
<i>Fylld till höjd</i>	12,5 m
<i>Vattenledningsrör</i>	Diameter: 600 mm Förläggning: 5 m längder med skarvmuff Material: betong med förspänd <sup>4</sup> armering Vattentryck i rör: ca 6 bar
<i>Personskador</i>	Inga fysiska personskador
<i>Skador på cistern 436</i>	Totalhaveri
<i>Andra skador</i>	Betydande skador på invallning, byggnader, mark, ledningsnät och andra anläggningar inom hamnområdet. Lokal miljöpåverkan under upp till några år för främst djur som lever på botten i hamnbassängen. Risk för urlakning av metaller från hamnområdet ut till Öresunds vatten, som följd av det sänkta pH-värdet <sup>5</sup> i marken.

<sup>1</sup> Klockslag som angivits av SOS Alarm AB och Helsingborgs Brandförsvaret har använts i rapporten. Tidsangivelser från Kemira Kemi har justerats med –3 min för att få överensstämmelse. Kemira Kemi angav tiden för olyckan till kl. 04:36.

<sup>2</sup> Med vindriktning menas den riktning varifrån vinden blåser.

<sup>3</sup> Svavelsyra är inte definierat som ett farligt ämne enligt Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2001:10 Förebyggande av allvarliga kemikalieolyckor och det följer inte heller av Räddningsverkets föreskrifter SRVFS 2005:2 om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

<sup>4</sup> Förspänd armering: Armering som innan gjutning av betongen belastas med dragkraft och på det sättet förspänns.

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 4 februari 2005 om en olycka med utsläpp av svavelsyra som inträffat samma dag ca kl. 04:30 inom industriområdet till Kemira Kemi AB i Helsingborg, M län.

Olyckan har undersökts av SHK som företräts av Carin Hellner, ordförande, Urban Kjellberg utredningschef, och Lena Bergön utredare räddningstjänst.

SHK har för olika områden av utredningen engagerat följande experter. Ingvar Hansson och Ove Brunnström från Statens räddningsverk har deltagit inom området räddningstjänst. Märten Janz från Cement och Betong Institutet (CBI) har undersökt vattenledningsröret av betong. Lennart Blom från Statens geotekniska institut (SGI) har undersökt markens geotekniska förhållanden. Simon Gonn från Inspecta Sweden AB (tidigare Det Norske Veritas Inspection AB, DNV) har undersökt den havererade cisternens konstruktion och kondition. Jan Burman har samordnat arbetet inom Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) NBC-skydd i Umeå vid undersökning av svavelsyrans konsekvenser i samband med utsläppet. Lena Kecklund vid MTO Psykologi AB har undersökt den externa kravbild, säkerhetsstyrning och säkerhetsarbetet vid Kemira Kemi AB.

Undersökningen har följts av Statens räddningsverk genom Christer Strömgren.

## Sammanfattning

Vid industrianläggningen i Helsingborg tillverkade Kemira Kemi kemikalier som användes av olika industrier och även för tillverkning av läkemedel och livsmedel. En av kemikalierna som tillverkades och lagrades i stora mängder var svavelsyra ( $H_2SO_4$ ).

Kemira Kemis verksamhet bedrivs på ett ca 2 km<sup>2</sup> stort industriområde vid Öresund söder om Helsingborgs tätort. Olycksplatsen låg inom industrianläggningen i hamnområdet för Bulkhamnen, tidigare Kopparverkshamnen.

Inom det aktuella området bestod jorden av fyllning som till största del hämtats in från omgivande havsbottnar. Materialet innehöll mestadels sand med inslag av silt. Den sandiga jordens dräneringskapacitet är relativt låg. Sanden är lätteroderad och speciellt vid uppåtriktade grundvattenflöden luckras jorden upp och förlorar sin bärförmåga. Fenomenet benämns jordflytning (liquefaction). Jorden blir flytande och beter sig som kvicksand.

Den cistern med svavelsyra som havererade hade nummer 436 och låg ca 60 m väster om hamnens kajlinje. Cisternen var uppförd under andra hälften av 1960-talet och var placerad inom en invallning som var gemensam för ytterligare två cisterner vilka fanns direkt norr och söder om cistern 436. Förbi cisternerna passerade en markförlagd vattenledning med diametern ca 600 mm och ett normalt tryck på ca 6 bar. Ledningen transporterade kylvatten från Öresund till olika processer inom industrianläggningen.

Cirka kl. 03:35 den 4 februari 2005 konstaterades lågt tryck i kylvattenledningen. Enligt rutin startades ytterligare en pump för att upprätthålla tillräcklig kylning. Strax söder om cistern 436 hittades en vattenläcka som fyllde invallningen med vatten. Efter ungefär en halvtimme började vatten rinna över kanten till invallningen.

---

<sup>5</sup> pH-värdet är ett mått på hur sur eller basisk en lösning är. Neutrala lösningar har pH 7. Sura lösningar har pH under 7 och basiska lösningar har pH över 7.

Ungefär en timme efter tryckfallet i saltvattenledningen, rämnade cistern 436. Innehållet med 16 300 ton (ca 8 900 m<sup>3</sup>) svavelsyra (96 %) tömdes under 2,5–4 min genom en öppning som slets upp i botten på cisternen.

Öppningen som uppstod orsakades av att cisternens botten på en begränsad yta saknade nödvändigt stöd av underliggande betongplatta som underminerats av vattenläckan. Det är uppenbart att vattenstrålen från hålet varit mycket kraftig och att jorden i strålens riktning utsatts för omfattande påverkan. Man kan anta att en allt större jordvolym förlorat sin hållfasthet och förändrats till ett material liknande en slurry. Svavelsyran som strömmade ut orsakade en krater med ca 7 m djup och en volym på ca 1 500 m<sup>3</sup>. Ett markområde på ca 100 000 m<sup>2</sup> kontaminerades med blandningen av svavelsyra och saltvatten.

De omfattande skadorna som uppstod på cisternens tak och mantelyta orsakades av det undertryck som bildades när svavelsyran strömmade ut.

Under några inledande minuter reagerade svavelsyran häftigt med kloridjonerna i saltvattnet så att klorväte bildades. Klorvätet förflyttades som ett moln, i form av både gas och aerosol, med den sydostliga vinden längs kusten och till största del över havet. Inom industriområdet fanns det stor risk för allvarliga skador på människor enligt de beräkningar som utförts av FOI. Molnet med klorväte innebar också risk för kraftig irritation upp till ett avstånd på 3 till 4 km från industriområdet. Cirka en timme efter händelsen närmade sig koncentrationerna i molnet nivåer som kan anses ofarliga. Molnet hade då förflyttat sig ca 10 km.

När cisternen rämnade fanns det åtta personer inom området för Kopparverkshamnen. Två personer var tvungna att springa genom gasmolnet och två andra sprang norrut för att sätta sig i säkerhet. Fyra personer blev hämtade av en lotsbåt från den södra delen av kajen. Det fartyg som låg förtöjt vid kajen lämnade hamnen utan skador. De två personer som sprang genom gasmolnet uppgav lätta men övergående irritationer från stickningar på oskyddad hud och retning i hals. I övrigt uppstod inga personskador när cisternen rämnade.

Den havererade cisternen av stål uppfyllde före olyckstillfället gällande svenska föreskrifter och standarder. Konditionen på cisternen var sådan att den skulle kunna ha blivit godkänd för ytterligare sex års drift.

Miljöpåverkan av utsläppet bedöms vara av lokal och kortsiktig karaktär och inga stora effekter har konstaterats i vattnet utanför hamnbassängen.

Några konstruktions- eller tillverkningsfel har inte upptäckts på det undersökta vattenledningsröret av betong. Betongröret var däremot kraftigt angripet på utsidan, medan dess insida var i gott skick. Orsaken till avfrätningen på rörets utsida är ett starkt angrepp av syra som i förlängningen medfört att gips bildats under stor volymexpansion vilket orsakat sprickbildning och avflagnings. Det är tydligt att betongen skadats kraftigt i den aggressiva miljön och att skadorna, som utvecklats under lång tid, är en mycket trolig förklaring till att läckaget från röret inträffade. Rörets förläggning nära cisternen har också medfört att det utsatts för markens rörelser i samband med fyllning och tömning av cisternen. Rörelserna bör ha medfört dragspänningar i ledningens underkant som kan ha medverkat till brottet.

Systemet svavelsyra–saltsyra–vatten har inte varit väl utrett för aktuella parameterområden. Resultat från experiment har bearbetats och jämförts med i övrigt kända data varefter nya tabeller tagits fram för att kunna uppskatta emissionsdata för det aktuella fallet.

Tillgången till kloridjoner från havsvattnet medförde allvarligare konsekvenser än om kloridjoner inte varit närvarande. Under några inledande minuter reagerade svavelsyran häftigt med vattnets kloridjoner så att klor-

väte bildades. Klorvätet avdunstade och spreds som ett ca 70 m högt moln, i form av både gas och aerosol. Den totala mängden klorväte som spreds till luften under några få minuter uppskattas till tiotalet ton.

Flera delar av industrianläggningen hanterade farliga ämnen i sådan mängd att de hamnade på den högre kravnivån enligt Sevesobestämmelserna. Kemikalien svavelsyra var dock inte upptagen som ett ämne som omfattades av dessa bestämmelser.

Det har framkommit att Kemira Kemi följt de krav, tillstånd och de förutsättningar som ställts av yttre kravställare enligt Sevesolagstiftningen.

Det kan noteras att ingen yttre kravställare hade påpekat att riskanalyser skulle utföras på servicesystemen som kylvattenledningen ingick i.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om trycksatta anordningar är inte tillämpliga för aktuell kylvattenledning av betong. En komplettering vad gäller tillämpningen av dessa föreskrifter skulle kunna medföra möjlighet till både krav på riskbedömning och fortlöpande tillsyn för aktuell typ av trycksatta vattenledningar.

När det gällde Kemira Kemis säkerhetsledningssystem uppmärksammades att kriterierna för hur riskanalyser ska avgränsas och hur de ska granskas kunde förtydligas.

Det är tydligt att det nära samarbete som fanns mellan Helsingborgs Brandförsvär och Kemira Kemi inverkat positivt på företagets säkerhetsarbete och ambitionsnivån i säkerhetsfrågor, t.ex. för beredskapsplaneringen.

Det har inte framkommit att Helsingborgs Brandförsvär före olyckan genomfört någon dokumenterad tillsyn med hänsyn till tidigare gällande räddningstjänstlag § 43 eller den lagstiftning som gällde enligt 2 kap. 4 § LSO.

En omfattande räddningsinsats genomfördes i samband med olyckan under något mindre än tre dygn. Insatsen bedrevs med stora skadebegränsande resurser i nära samverkan mellan bl.a. brandförsvär, sjukvård, polis och Kemira Kemi.

Olyckans omfattning och ovanliga karaktär ställde särskilda krav på bl.a. hela Brandförsvärets organisation och andra delar av kommunens resurser samt även polismyndigheten och det drabbade företaget Kemira Kemi. Ledningsbehovet för insatsen var stort och omfattande samt av en sådan karaktär som det saknas utvecklad erfarenhet av. Det är få som har erfarenhet av att leda "storolyckor" och det ställer särskilda krav på organisation och bemanning av ledningsorganisationen.

Det finns ett stort värde för ansvariga myndigheter att ha god planläggning för en räddningsinsats vid en industrianläggning av motsvarande typ. Betydelsen av att planläggningen också var utformad och övad tillsammans med aktuellt företag upplevdes som tydlig. I förväg etablerad personkänedom mellan olika nyckelpersoner underlättade också arbetet.

Sammanfattningsvis kan några delar anges i räddningsinsatsen som utgör områden inom vilka förbättringar kan nås.

Vissa tider för utalarmering från Brandförsvärets larm- och ledningscentral var generellt sett ovanligt långa. Inga särskilda omständigheter har framkommit som förklarar den fördröjda handläggningen. Av händelsen framstår det som nödvändigt att se över och säkra kvalitén i Brandförsvärets egen larm- och ledningscentral.

Brandförsvärets skadeavhjälpanheter hade mycket små möjligheter att påverka och begränsa de omedelbara skadorna. Händelseförloppet i samband med att cisternen rämnade var så snabbt att det inte fanns någon möjlighet att begränsa vare sig själva utsläppet från cisternen eller spridningen av molnet med klorväte. Däremot fanns det möjlighet att varna all-



mänheten via signalen "Viktigt meddelande" och varningsmeddelandet "Viktigt meddelande till allmänheten (VMA)" (se fotnot 16 och 18).

Någon information till allmänheten via VMA gavs inte förrän ca 1 ¼ timme efter att olyckan inträffat. Vid den tidpunkten hade molnet passerat ca 10 km norrut längs kusten. Enligt FOI: s utförda beräkningar hade koncentrationen då sjunkit så mycket att den i praktiken närmade sig en ofarlig nivå.

När signalen "Viktigt meddelande" utlöstes knappt två timmar efter olyckan hade molnet redan lösts upp och ingen fara fanns för allmänheten utanför industriområdet. Det kan i efterhand konstateras att det i detta läge saknades behov av att varna allmänheten.

Syftet med varning och information är att på ett tidigt stadium ge allmänheten möjlighet att vidta skyddsåtgärder och att söka information. Det finns då inte tid att som vid olyckan avvakta med "Signalen viktigt meddelande" och efterföljande information via VMA. Med facit i hand kan konstateras att man avvaktade så länge att utsläppet inte längre utgjorde någon fara utanför industriområdet. Dessbättre kan samtidigt konstateras att någon människa inte kom till skada. Gynnsamma omständigheter var sannolikt den aktuella tidpunkten på dygnet med få människor i rörelse och aktuell vindriktning som medförde att molnet drev längs kustlinjen.

Den direkta orsaken till att cisternen rämnade var underminering av cisternens grundläggning som orsakades av den kraftiga vattenläckan från kylvattenledningen av betong som från utsidan korroderat sönder under lång tid av angrepp från syra.

Bakomliggande orsak till olyckan var att riskerna med kylvattenledningen i marken nära cisternanläggningen inte identifierats.

## Rekommendationer

*Statens räddningsverk rekommenderas att:*

- Verka för att konsekvenserna av stora utsläpp med svavelsyra utreds för bedömning om ämnet ska införas i bestämmelserna om allvarliga kemikalieolyckor för att förebygga och begränsa följderna av sådana utsläpp som kan innebära fara för människor och/eller miljön (RO 2008:02 R1).
- Verka för att aktuella företag och branschorganisationer uppmärksammas på riskerna med stora utsläpp av svavelsyra som blandas med vatten som innehåller kloridjoner (RO 2008:02 R2).
- Verka för att kommunal räddningstjänst och andra berörda myndigheter uppmärksammas på riskerna med stora utsläpp av svavelsyra som blandas med vatten som innehåller kloridjoner (RO 2008:02 R3).
- Verka för att aktuella företag och branschorganisationer uppmärksammas på risken för dominoeffekter från skador på markförlagda trycksatta ledningar som finns i farlig närhet av tankanläggningar med farliga ämnen (RO 2008:02 R4).

- Förtydliga nomenklaturen för varning av allmänheten så att innebörden av signalen "Viktigt meddelande" och varningsinformationen "Viktigt meddelande till allmänheten", VMA, enkelt och tydligt kan skiljas från varandra i samband med kommunal räddningstjänst där missförstånd annars kan uppstå *(RO 2008:02 R5)*.
- Verka för att dels signalen "Viktigt meddelande", dels varningsinformationen "Viktigt meddelande till allmänheten", VMA, används omgående vid akuta behov i samband med kommunal räddningstjänst *(RO 2008:02 R6)*.
- Verka för uppföljning av den kommunala räddningstjänstens förmåga till en effektiv ledningsorganisation vid storolycka. Syftet med uppföljningen bör vara att verka för ändamålsenlig organisation och för planering av tillräckliga och lämpliga resurser. *(RO 2008:02 R7)*.

*Arbetsmiljöverket rekommenderas att:*

- Överväga behovet av komplettering avseende föreskrifter i Arbetsmiljöverkets författningssamling om trycksatta anordningar mot bakgrund av bl.a. behovet av riskbedömning och fortlöpande tillsyn för anläggningar motsvarande stora vattenledningar med betydande tryck och flöden *(RO 2008:02 R8)*.
- Verka för att varningsanläggningar med t.ex. tyfoner inom en industri- anläggning har tillräcklig driftsäkerhet *(RO 2008:02 R9)*.

## 1 FAKTAREDOVISNING

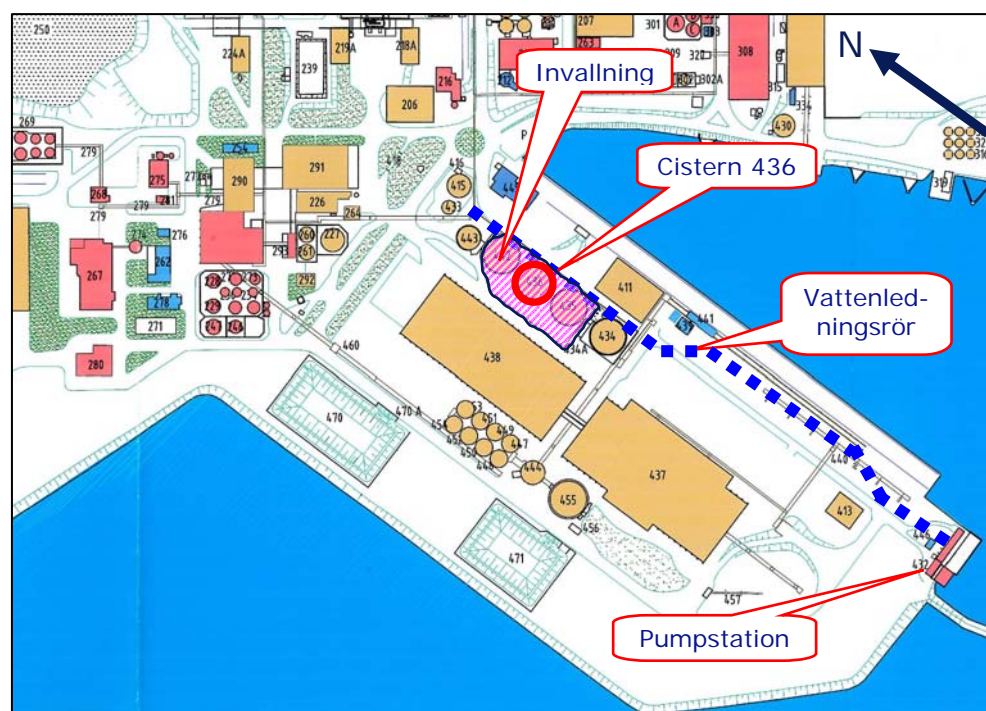
### 1.1 Händelseförlopp

#### 1.1.1 Innan cisternen rämnade

Det noterades inget ovanligt i samband med skiftbytet i kontrollrummet till svavelsyrafabriken vid Kemira Kemi ca kl. 23:00 den 3 februari 2005. Rondering utfördes under natten utan anmärkningar [1]<sup>6</sup>.

Cirka kl. 03:35 kom larm till kontrollrummet som visade onormalt lågt tryck i en kylvattenledning som pumpar saltvatten från Öresund till olika fabriker inom området. Från processdatorns loggning av saltvattentrycket framgår att trycket vid sjöpumpstationen sjönk från det normala värdet på ca 6 bar till ca 1,9 bar. Vid detta tillfälle var en kylvattenpump i drift och för att upprätthålla tillräcklig kylning av processerna startades enligt rutin ytterligare en kylvattenpump. Efter att den andra pumpen startats uppmättes ett tryck på ca 2,6 bar.

Personal skickades ut inom industriområdet för att lokalisera platsen för en misstänkt vattenläcka. Vid Kopparverkshamnen fann de att vatten tillsammans med sand strömmade upp ur ett hål i asfalten innanför invallningen strax söder om cistern 436 (figur 1). De kunde se att vattennivån ökade i invallningen runt de tre cisternerna för svavelsyra.



Figur 1. Kopparverkshamnen inom industriområdet för Kemira Kemi

Det beslutades att avvakta med lastningen av det fartyg, M/T Trans Tind, som låg vid kajen mitt för de aktuella cisternerna. Fartyget flyttades till en kajplats längre ut.

Mekaniker kallades in och gavs i uppgift att pumpa ur vatten från invallningen. Någon pumpning hann man inte påbörja innan olyckan inträffade. Personal från elskiftet kallades in för att bryta strömmen till utrustningen

<sup>6</sup> Referenslista finns sist i rapporten

runt cisternerna. Cirka 35 min. efter att tryckfallet inträffade började vatten rinna över invallningen.

### 1.1.2 När cisternen rämnade

Ungefär kl. 04:33<sup>7</sup>, ca en timme efter tryckfallet i saltvattenledningen, rämnade cistern 436. Innehållet med 16 300 ton [1] (ca 8 900 m<sup>3</sup>) svavelsyra (96 %) tömdes under 2,5–4 min [2] genom en öppning som slets upp i botten på cisternen. Svavelsyran som strömmade ut orsakade en krater med ca 7 m djup och en volym på ca 1 500 m<sup>3</sup> [3]. Kraften av syrans utflöde medförde att jord och stenblock spreds i hamnområdet samtidigt som omfattande skador uppstod på allt som kom i svavelsyrans väg, t.ex. invallning, rörledningsstråk samt olika byggnader och utrustning. En del av vattenledningsröret slungades iväg ca 45 m i östlig riktning och hamnade vid den norra gaveln till magasin 411.

Lokalt strömavbrott inträffade i hamnen i samband med att cisternen med svavelsyra rämnade.



Foto: Helsingborgs Brandförsvär

Figur 2. Kontaminerad markyta på kajen vid Kopparverkshamnen

De stora volymerna med vatten och svavelsyra som strömmade ut i samband med att cisternen rämnade innebar att marken kontaminerades på en yta av ca 100 000 m<sup>2</sup> (figur 2 och 3). Svavelsyran blandade sig i olika grad med saltvattnet som fanns i invallningen och på kringliggande översvämmade markytor. Huvuddelen av den utrunna syran bedöms ha runnit över kajkanten och hamnat i hamnbassängens vatten.

Under några inledande minuter reagerade svavelsyran häftigt med de kloridjoner som finns i saltvatten så att klorväte bildades. Klorvätet förflyttades som ett moln, i form av både gas och aerosol, med den sydostliga vinden längs kusten och till största del ute över havet. Inom industriområ-

<sup>7</sup> Justerad tid enligt fotnot 1.

det fanns det stor risk för allvarliga skador på människor enligt de beräkningar som utförts av FOI (se avsnitt 1.8.5). Molnet med klorväte innebar också risk för kraftig irritation upp till ett avstånd på 3–4 km från industriområdet.

När cisternen rämnade fanns det inom området för Kopparverkshamnen åtta personer (figur 3) och vid kajen på fartyget M/T Trans Tind fanns besättningen. Dessutom hade hamnstyrman från Helsingborgs Hamn AB just anlänt med bil till det område som översvämmats med vatten där två personer påbörjat avstängning av kylvattenledningen.

### 1.1.3 Efter att cisternen rämnat

Händelseförloppet i detta avsnitt är hämtat från uppgifter och intervjuer med vissa av de personer som var direkt berörda.

De två personer som påbörjat stängning av en ventil till vattenledningen hörde ett knakande ljud och några sekunder senare kom utsläppet från cisternen. De skrek en varning till hamnstyrman som vände bilen och körde därifrån. Själva sprang de norrut för att sätta sig i säkerhet (figur 3) och undkom också utan skador. De beskrev att en dimma steg upp från området vid cisternerna, kajen och från hamnbassängen.

En av dem meddelade via radio till kontrollcentralen vad som inträffat. Han uppmanade samtidigt personalen att aktivera gaslarmet.

Tyfonerna till Kemira Kemis interna gaslarm (ljud 0,8 sek, tystnad 0,5 sek, ljud 0,8 sek därefter 1,8 sek tystnad därefter upprepas samma sekvens) utlöstes manuellt ungefär en minut efter olyckan och inringningssystemet<sup>8</sup> aktiverades samtidigt som brandförsvarets larm- och ledningscentral, HALS, larmades via ett automatiskt överfört larm som följdes upp med ett telefonsamtal. Gaslarmet tystnade efter två till tre signaler p.g.a. strömavbrottet som inträffade.

Fyra personer – en lastmästare från Kemira och tre hamnarbetare från Helsingborgs hamn – fanns i en arbetsbod i avvaktan på att lastning av fartyget skulle kunna påbörjas. De hörde plötsligt ett brakande ljud. Samtidigt som den första personen tog i dörrhandtaget till ytterdörren slocknade ljuset. För att sätta sig i säkerhet sprang de söderut längs kajen (figur 3). De såg då en våg av vätska som kom från norr med riktning söderut samtidigt som de kunde se gasmolnet som en vit vägg. När de försökte ringa fungerade inte mobiltelefonen under en kort tid. Därefter meddelade de personalen i kontrollcentralen och industrivakten vid inpasseringen till industriområdet att alla fyra undkommit utan skador. De kunde dock inte själva sätta sig i säkerhet från den södra delen av kajen. Via kontakt med hamnstyrman begärde de att bli hämtade från platsen. Cirka 45 min. senare kom en lotsbåt till kajen där de uppehöll sig. Vid ankomst till lotsstationen fick de vänta ungefär en timme innan de transporteras med ambulans till lasarettet.

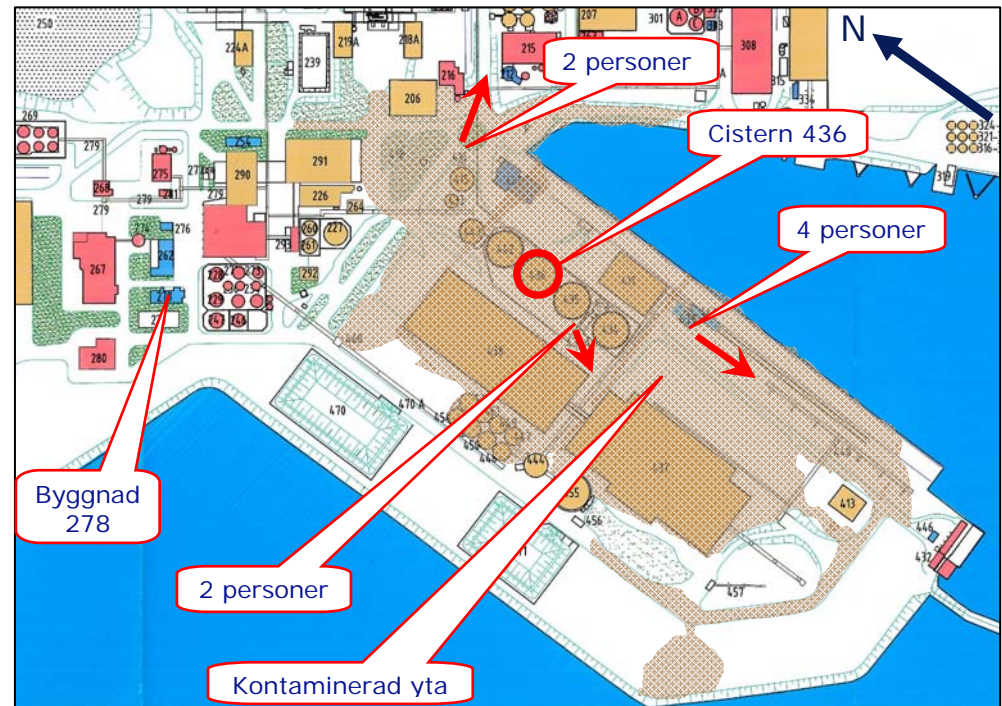
Två av Kemiras anställda skulle bryta elförsörjningen i ställverket utanför invallningens södra sida. Vatten rann över invallningen och in i ställverket när de öppnade dörren. De beslutade då att inte gå in med hänsyn till risken för personskador.

När de strax därefter hörde ett brakande metalliskt ljud lämnade de platsen för att sätta sig i säkerhet. De sprang väster ut mellan de båda stora magasinerna (figur 3). När de i skydd av det stora magasinet tog sig norrut såg de ett stort gasmoln ovanför hamnmagasinet. De vek av och följde den västra strandlinjen norrut. Den sista sträckan mellan stranden och kontrollrummet till väteperoxidfabriken (byggnad 278) sprang de genom det vita

<sup>8</sup> Med inringningssystemet kan ledig personal larmas samtidigt via telefon.

gasmolnet. De upplevde stickningar i ansiktet på den hud som inte var skyddad av kläder. Inne i byggnaden tvättade de händer och ansikte.

Det gick inte att ringa via mobiltelefon eller ordinarie telefon i kontrollrummet.



Figur 3. Kontaminerat område i Kopperverkshamnen

De två som sprungit genom gasmolnet tog tillsammans med personerna som fanns i kontrollrummet en bil och körde nordväst ut inom industriområdet trots att gasmolnet försvärade sikten. I industriområdets staket klippes låset upp till den norra grinden. När de passerade ut genom grinden var de också utanför gasmolnet som de tydligt såg dra vidare i riktning mot nordväst längs kustlinjen.

En av personerna ringde då kl. 04:50<sup>9</sup> via mobiltelefon till Brandförsvarets larm- och ledningscentral. Han informerade om iakttagelserna och att en tydlig avgränsning kunde ses där gasmolnet gick längs kusten mot Sydhamnen samtidigt som byggnader tillhörande företaget Unilever Sverige AB inte var berörda.

Därefter fortsatte de med bilen till industrivakten. Efter egen begäran transporterades de därifrån med ambulans till lasarettet som de fick lämna under förmiddagen samma dag.

Hamnstyrman åkte till industrivakten. Där fick han besked, av de båda männen som påbörjat avstängningen av vattenledningen, att cisternen med svavelsyra rämnat.

När hamnstyrman någon minut senare blev uppringd av Kemiras lastmästare fick han informationen att lastmästaren och tre hamnarbetare var isolerade längst söderut på kajen. Via radio kallade han då upp en lotsbåt och ordnade så de fyra personerna hämtades på kajen. Han kontaktade också befälhavaren på M/T Trans Tind och uppmanade honom att fartyget omgående skulle lämna kajen. Via kommunikationsradio följde han sedan upp att fartyget lämnade Kopperverkshamnen.

<sup>9</sup> Tid enligt utskrift av telefonsamtal vid Brandförsvarets larm- och ledningscentral (HALS).

Strax före kl. 05:00 tog hamnstyrman och en av personerna som försökt stänga ventilen till vattenledningen kontakt med räddningsledningen på platsen. De lämnade information om att Kemiras fyra personer var i säkerhet och att de fyra på kajen hämtades av en lotsbåt samt att fartyget vid kaj hade beordrats lämna kajen.

Hamnstyrman stannade kvar på ledningsplatsen fram till ca kl. 06:00 då han försäkrat sig om att M/T Trans Tind var i säkerhet utanför hamnen. Under den tiden kontaktades han inte av någon i ledningen av räddningsinsatsen.

## 1.2 Personskador

Inga personer skadades när cisternen rämnade.

De två personerna från Kemira Kemi, som för att sätta sig i säkerhet sprang genom gasmolnet till byggnad 278, uppgav lätta men övergående irritationer. De kände stickningar på oskyddad hud och retning i hals.

De personer som fördes till lasarettet fick lämna det på förmiddagen samma dag.

## 1.3 Olycksplats

Kemira Kemis verksamhet bedrivs på ett ca 2 km<sup>2</sup> stort industriområde vid Öresund söder om Helsingborgs tätort. Marken köptes in år 1901 och fabriker byggdes på Kemira Kemis nuvarande plats.

Utanför industriområdet finns såväl annan industriell verksamhet som andra lokaler (kontor och laboratorium) tillhörande företaget, garage från vilket hela stadens bussnät utgår, bostäder, grönområden och parkeringsytor. I närområdet finns också vårdboenden, flera skolor, förskoleverksamhet och idrottsplatser.

Olycksplatsen låg inom industrianläggningen i hamnområdet för Bulkhamnen, tidigare Kopparverkshamnen. Den började byggas ut år 1917.

Inom det aktuella området var alla ytor bebyggda eller grundlagda. De flesta yttre ytorna var asfalterade.

Cisternen med svavelsyra hade nummer 436 och låg ca 60 m väster om hamnens kajlinje. Omedelbart norr och söder om cisternen fanns två motsvarande cisterner. Den som låg norr om cisternen innehöll också svavelsyra medan cisternen söder om den cistern som rämnade var tom vid tillfället.

Bygglov för uppförande av cisternen beviljades av Helsingborgs kommun år 1966 och cisternen slutbesiktigades år 1970.

Invallningen runt den havererade cisternen var gemensam med invallningen av de två cisternerna som var placerade direkt norr och söder om cistern 436. Invallningen bestod av en i det närmaste rektangulär betongmur med höjden ca 0,6 m ovan mark. Invallningen hade en volym på ca 3 100 m<sup>3</sup> [1]. Den byggdes efter anmälan till Länsstyrelsen år 2000 och hade syftet att öka säkerheten och kunna fånga upp och stänga in mindre läckage från en ventil eller ledning eller att klara eventuellt spill vid lastning/lossning. För invallningen krävdes inte bygglov.

Den i marken förlagda kylvattenledningen som passerade förbi cisternerna och som sprang läck var en av tre ledningar som transporterade kylvatten till olika processer inom industrianläggningen. För vattenledningen krävdes inte bygglov.



Foto Kemira Kemi AB

Figur 4. Kopparverkshamnen före olyckan

## 1.4 Cisternens konstruktion, kondition, skador och tömningstid

Uppgifterna i detta avsnitt är hämtade från en rapport [2], som på uppdrag av SHK upprättats av Inspecta Sweden AB (tidigare Det Norske Veritas Inspection AB, DNV).

### 1.4.1 Utförande

Vid tiden för byggnation av cistern 436, under andra hälften av 1960-talet, gällde Cisternnormer 1 från 1956. Kontroll av hållfasthetsberäkningar visar att cisternens konstruktion uppfyllde de då ställda kraven.

En in- och utvändig inspektion utfördes av den havererade cisternen. Plättjocklekar och svets skarv mellan mantel och botten kontrollerades. Det konstaterades att cisternen vid tidpunkten för olyckan hade uppfyllt kraven för ytterligare sex års drift.

Två provplåtar togs ut från den havererade cisternen. Viss avvikelse från krav i materielstandard konstaterades. Avvikelsen medför viss ökad sannolikhet för sprickbildning och brott vid höga påkänningar.

### 1.4.2 Tillsyn

Vid tidpunkten för haveriet gällde AFS<sup>10</sup> 1999:6, Tryckkärl. Enligt föreskriften ska återkommande besiktning utföras av ett ackrediterat kontrollföretag<sup>11</sup> med högst sex års intervall. Redovisat intyg från Kemira Kemi visade att föreskriven kontroll uppfyllde ställda krav.

<sup>10</sup> AFS: Arbetsmiljöverkets författningssamling.

<sup>11</sup> Kontrollorgan i tredjepartsställning som är ackrediterad av SWEDAC för ifrågavarande uppgift.



### 1.4.3 Skador

Cisternens bottenplåt låg på ett fundament av betong som delvis hade underminerats. Det medförde att cisternens botten gav vika när grundläggningen under den delen av cisternen inte gav tillräckligt stöd.

Spänningarna har beräknats för bottenplåtarna. Beroende på osäkerhet om utbredningen av undermineringen vid tillfället för brott kan spänningarna i bottenplåtarna teoretiskt ha varit 12–87 gånger högre än de tillåtna. Det indikerar att brottförloppet var mycket snabbt. Det hål som fanns efter haveriet där svavelsyran strömmade ut hade en elliptisk utbredning med måtten ca 2 x 6 m (9,4 m<sup>2</sup>).

När botten kollapsade och svavelsyra strömmade ut bildades ett undertryck i cisternen. Beräkningar som utförts visar att utströmningen av svavelsyran medförde att cisternens tak kollapsade redan efter några sekunder p.g.a. undertrycket som bildades. De båda befintliga ventilationsrör som fanns i cisternens tak var enbart dimensionerade för normal verksamhet med fyllning och tömning av cisternen. De sammantaget omfattande skadorna på tak och mantelyta orsakades av det undertryck som uppstod i cisternen (figur 5).



Figur 5. Cistern 436 efter haveriet

### 1.4.4 Tömningstid

Som underlag för beräkning av tömningstiden för den havererade cisternen har bedömningar gjorts av de förhållanden som gällde under själva olycksförloppet. Osäkra förhållanden är öppningens storlek och gropens form i marken där svavelsyran strömmade ut. Enligt beräkningarna tömdes cisternens 8 900 m<sup>3</sup> svavelsyra under 2,5–4 min.

## 1.5 Miljöskador

Där inte annat särskilt anges är uppgifterna i detta avsnitt hämtade från en rapport [4], som på uppdrag av SHK upprättats av Totalförsvarets forskningsinstitut NBC-skydd i Umeå.

### 1.5.1 Effekter på havsmiljö

Svavelsyran har egenskaper som kan åstadkomma akuta skador i miljön, främst beroende på sina sura egenskaper. Den stora mottagaren av svavelsyra, hamnbassängen med dess flora och fauna, fick sänkta pH-värden i vattnet.

Kemira Kemi: s mätningar visade att pH-värdena i hamnbassängens vatten i det närmaste hade normaliserats tio dagar efter olyckan [5].

För att klargöra svavelsyrans effekter i hamnbassängen och området utanför genomförde Miljönämnden i Helsingborgs kommun, på uppdrag av Kemira Kemi, bl.a. en extra provtagning [5] den 1 mars 2005 på de befintliga provtagningsstationer, i och kring hamnområdet, som ingår i kommunens ordinarie kustkontrollprogram. Undersökningen visade entydigt att faunan var utslagen i hamnen och i dess mynning. På avståndet 300 m utanför mynningsområdet kunde däremot inga effekter påvisas. Den svavelsyra som låg kvar i bottensedimentet i Kopparverkshamnen drygt tre veckor efter olyckan hade neutraliserats. Någon skillnad kunde inte urskiljas mellan pH-värden från Kopparverkshamnen med andra ställen längs Helsingborgskusten.

### 1.5.2 Effekter på mark

Några undersökningar har inte gjorts om svavelsyran påverkat markens biologi. Området utgörs av industrimark som inte har något högt skyddsvärde i sig med avseende på biologisk mångfald etc. Piroområdet är uppbyggt av sten samt silt, sand och grus ner till en nivå av en meter under havsytan. Under denna nivå ner till berggrunden består materialet av siltig finsand och mellansand [3]. Samtidigt gränsar området till Öresund och det innebär att föroreningar som sprids ut över området kan nå och störa livet i Öresund. Svavelsyran späds ut och neutraliseras dock lätt av vattnet i Öresund.

Kontroll av jordlagren visade att syran nått ner till grundvattennivån och kraftigt sänkt dess pH inom området med magasinerna, södra delen av piren mot hamnbassängen och området med cisternerna. Sänkt pH i marken kan lösa ut tungmetaller ur mineral och jord. I vilken grad detta utsläpp på marken förändrar läckaget av dessa ut i den angränsande havsmiljön har inte analyserats. Ett åtgärdsprogram för sanering vars syfte är att minska svavelsyrans miljöeffekter och effekter på konstruktioner inom området togs fram av Kemira Kemi.

## 1.6 Vattenledningsrör

Uppgifterna i detta avsnitt är hämtade från en rapport [6], som på uppdrag av SHK upprättats av Cement och Betong Institutet, FoU Teknik.

### 1.6.1 Dimensioner och tillverkning

Vattenledningen som transporterade sjövattnet från Öresund till industrianläggningen för kylning av processer var utförd av s.k. tryckrör som tål invändigt tryck och som var tillverkat av betong under första halvan av 1960-talet.

Ingående rör hade diametern 600 mm och längden 5 m med muffskarvar. Rören var tillverkade med förspänd armering både i längdled och cirkulärt. Godstjockleken var nominellt 50 mm och den cirkulära armeringen som var placerad längst ut hade ett täckande betongskikt på 20 mm.

Av undersökt vattenledningsrör och de laboratorieprov som utförts framgår att det inte kunde upptäckas några felaktigheter hos röret som berodde på konstruktion eller tillverkning.

### 1.6.2 Förläggning i mark

Rörledningen passerade 0,9 m utanför den ringbalk av betong, figur 6, som fanns i marken runt betongplattan som cistern 436 var placerad på. När vattenledningen grävdes fram efter olyckan i slutet av december 2005 trängde grundvattnet in på nivån +0,6 m, vilket är ca 0,4 m över medelvattenståndet i havet. Den aktuella grundvattennivån innebar att halva omkretsen på rören låg omslutna av vatten. I direkt anslutning till cisternen låg rören med överkant ca 1,2 m under omgivande markyta i invallningen [3].

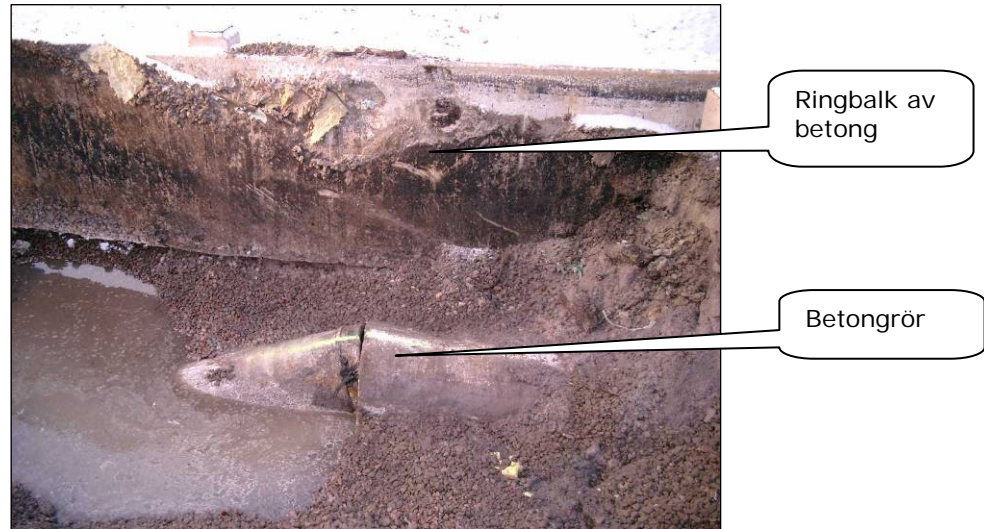


Foto: SGI

Figur 6. Vattenledningsrör invid ringbalken till cistern 436

### 1.6.3 Betongrörets utseende och synliga skador

Det rör som i samband med utsläppet hade slungats iväg och låg vid den norra gaveln till magasin 411 har undersökts närmare.

Betongen på röret var kraftigt angripet på rörets utsida, figur 7, medan dess insida var i gott skick, figur 8. Angreppet var synbart större på halva omkretsen som var rörets undersida vilken hade legat i grundvattnet under vissa tider. Att den mest angripna sidan låg neråt och i grundvattnet kunde konstateras vid jämförelse med de rör som grävdes upp. Skadornas djup på rörets betong var ojämna och på vissa ställen hade angreppet medfört att armeringen var synlig.

Flera mindre hål noterades längs rörets sidor. De flesta av dessa var konformade med en större diameter på insidan än utsidan. I ena ändan av röret saknades en större mängd betong.

Angreppet på utsidan av röret hade orsakat ett löst skikt som enkelt kunde petas loss med kniv.



*Figur 7.*

*Vattenledningsröret som slungades iväg i samband med utsläppet*



*Figur 8.*

#### 1.6.4 Kloridanalys

Vid laboratorieprov med analys av kloridinhåll uppmättes mycket höga värden som varierade mellan 1,14 % och 3,39 % av cementinnehållets vikt. Kloridinhållet minskade från rörets insida och utåt, vilket är en följd av att insidan varit exponerad för havsvatten. För att processen med korrosion ska kunna starta p.g.a. kloridinhåll i betong måste innehållet överskrida ett s.k. tröskelvärde. Det varierar med betongkvaliteten och omgivningens miljö. Tröskelvärden mellan 0,17 och 2,2 % går att finna i litteraturen.

Armeringen hade ingen korrosion av betydelse trots de höga värdena av kloridinhåll.

#### 1.6.5 Mikroskopering

Vid laboratorieprov där uttagna provbitar, tunnslip, studerades med mikroskopi framgick sammanfattningsvis:

- tangentiella sprickor fyllda med gips noterades från rörets angripna utsida och ca 10–12 mm in,
- ett finmaskigt nät av mikrosprickor fyllda med gips noterades ner till ca 12 mm,
- sprickvidden var störst nära den angripna ytan och minskade inåt. Materialet längst in, 10–28 mm, var opåverkat,
- gips och i viss mån ettringit<sup>12</sup> observerades även i cementpastan,
- cementpasta som var angripen av syra konstaterades.

#### 1.6.6 Angrepp på ytan av rörets utsida

Cementpastan i betong angrips av sura ämnen. Angreppet sker på ytan och lämnar en mjuk rest som bildar en barriär mot den syra som angriper betongen. Angreppet sker därför långsammare allteftersom en barriär växer.

År 1989 gjordes en undersökning av markföroreningar i området. En provtagningspunkt som låg i närheten av den havererade kylvattenledningen hade då pH ca 4 i det ytliga grundvattnet [1].

Det är välkänt att sulfatjoner ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) angriper aluminatföreningar i cementpastan. Vid angreppet reagerar sulfaterna även med kalciumhydroxid varvid gips bildas. I sulfatangripen betong observeras även ofta ettringit i

<sup>12</sup> Ettringit är ett mineral som bl.a. kan bildas av aluminatföreningar i cementpastan i sulfatrik miljö. Ettringit brukar betecknas  $\text{C}_3\text{A}\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$ .

sprickor. Ettringit och gips bildas under stor volymökning och är därför en viktig orsak till sprickbildning.

I aktuella prover från vattenledningsröret noterades både gips, i viss mån ettringit och en cementpasta som angripits av syra.

Skademekanismen bedöms därför vara den att kalciumkomponenter i cementpastan brutits ner av syra som därefter reagerat med sulfatjoner och bildat gips.

## 1.7 Grundläggning av cistern

Uppgifterna i detta avsnitt är hämtade från en rapport [3], som på uppdrag av SHK upprättats av Statens geotekniska institut (SGI).

### 1.7.1 Geotekniska förhållanden

Inom det aktuella området i Kopparverkshamnen bestod jorden av fyllning. Fyllningen hade tillkommit under olika tidsperioder sedan början av 1900-talet. Materialet innehöll mestadels sand med inslag av silt<sup>13</sup> och inom vissa delar fanns även inslag av organisk jord. Det sandiga fyllningsmaterialet hade till största del hämtats in från omgivande havsbottnar.

Det bedöms att gränsen mellan fyllning och naturliga jordlager låg på nivåer mellan  $-1,5$  och  $+/-0,0$ <sup>14</sup>. Markytan var alltså från början en havsbotten. Den fria grundvattenytan låg på ca 2,5 m djup, vilket motsvarar havsytans nivå. I området följer grundvattenytans nivå, med en viss fördröjning, havsytans variationer.

Den sandiga jordens dräneringskapacitet är relativt låg. Sanden är lätt-eroderad och speciellt vid uppåtriktade grundvattenflöden luckras jorden upp och förlorar sin bärförmåga. Fenomenet benämns jordflytning (liquefaction). Jorden blir flytande och beter sig som kvicksand.

Innan cistern 436 och angränsande cisterner byggdes gick strandlinjen ca 80 m innanför nuvarande kajlinje. Den tidigare strandlinjen var erosions-skyddad med sten och block och rester av denna hade tidigare påträffats vid schaktarbeten. Vid olyckan spolades ett stort antal stenar och block upp på marken, figur 9.

### 1.7.2 Grundkonstruktion

Grundläggningen för cisternen var utformad som en betongplatta på mark. När cisternen byggdes i mitten av 1960-talet byttes en till två meter av den övre äldre fyllningen mot fyllning av bättre kvalitet. Betongplattans yta som cisternen av stål stod på hade nivån  $+2,90$  m.ö.h.

Runt betongplattan fanns en ringbalk av betong. Ringbalken var 0,3 m bred, 1,5 m hög och dess överkant låg på nivån  $+2,80$  m.ö.h.

Efter att invallningen byggdes år 2000 låg den omgivande marken närmast tanken på nivån ca  $+2,1$  m.ö.h., figur 10.

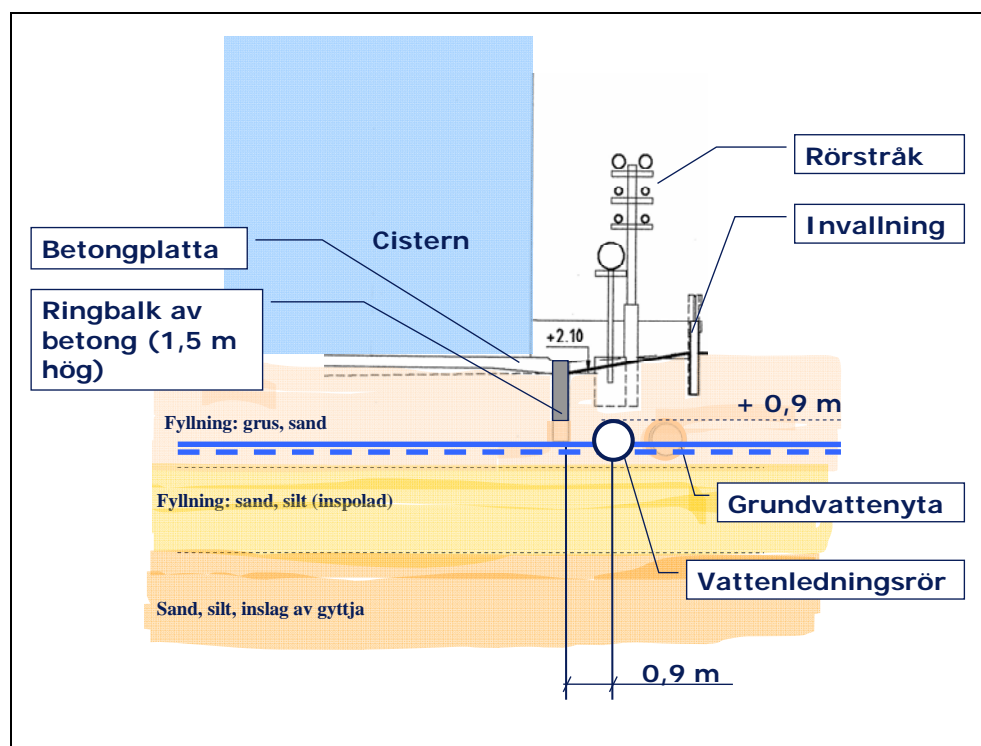
<sup>13</sup> I siltjordar dominerar siltfraktionen med kornstorlek 0,002–0,06 mm. Kornen är så små att de inte kan urskiljas med ögat. Siltjordar är erosionskänsliga.

<sup>14</sup> Nivån är relaterad till ett nationellt höjdsystem där 0-nivån utgår från havsytans plan vid en viss tidpunkt. Ex. RH 00, rikets höjdsystem 1900 eller RH 70, rikets höjdsystem 1970.



Foto: Kemira Kemi AB

Figur 9. Stenblock som spolades upp i samband med att cisternen rämnade



Figur 10. Principskiss av grundläggning (ej skalenlig)

### 1.7.3 Skador på grundläggningen

Den vid utsläppet urspolade gropens planmått kan approximeras till en cirkel med 25 m diameter. Gropens djup och bottenform kan endast uppskattas med ledning av att ca 1 500 m<sup>3</sup> fyllnadsmassor användes under räddningsinsatsen för att fylla igen gropen i syfte att stabilisera angränsande mark. Gropen bedöms ha blivit skålformad med ett största djup på ca 7 m.

Efter att cisternen rivits och transporterats bort inspekterades betongplattan. Inga anmärkningsvärda skador kunde konstateras på bottenplattan förutom den del av plattan som bröts sönder och låg ner i den grop som bildats i samband med utsläppet.

Efter hand som plattan schaktades bort inspekterades underliggande fyllning. Inga hålrum fanns under betongplattan. Även den sönderbrutna och nedvikta delen av plattan vilade direkt mot sand. Ljusare partier av sand noterades bl.a. ca en meter bakom brottet i plattan i riktning mot tankens centrum. Även under den oförstörda betongplattan fanns mindre ytor med ljus sand. Med indikatorpapper uppmättes pH-värden mellan 2 och 5 med de lägre värdena i den ljusa sanden och de högre i den naturbruna.

I studerat arkivmaterial som behandlade grundläggning av cisternerna finns en beskrivning av ett parti där det förekom sten i jordlagren som eventuellt skulle schaktas bort i samband med byggnationen. Det saknas notering om det slutliga utförandet. I samband med rivningen av betongplattan grävdes en ca tre meter djup provgrop i det aktuella området utan att några stenar påträffades.

Resterna av kylvattenledningen grävdes fram i det aktuella området. Jorden på ömse sidor om den, under räddningsinsatsen, igenfyllda gropen bestod av sand och rören var också kringfyllda med samma sandmaterial. Sten eller block påträffades inte. Det fanns inte heller några tecken på inhomogeniteter i jordlagren.

Vattenledningen var skadad på en sträcka av 20 m (4 rördelar om 5 m). En rördel hade slungats iväg och låg vid ytterväggen till magasin 411. Två rör återfanns i fyllningen från räddningsinsatsen medan det fjärde röret inte återfanns.

### 1.7.4 Deformationer i jorden

Vattenledningen låg i ett område och inom avståndet från cisternen (se avsnitt 1.7.2 och figur 10) där lasten från cisternen i stor omfattning påverkat jorden. Jordlagren under cisternen har fungerat som ett elastiskt underlag. När cisternen fyllts upp har underliggande jord pressats samman och sättningen kan uppskattas till ca 0,1 m. Vattenledningen har följt med i sättningen. När cisternen åter tömts har jorden och ledningen inte helt återgått till tidigare höjdläge. De elastiska rörelserna har varit störst närmast cisternerna och allt mindre med ökande avstånd.

En serie avvägningar som utfördes under åren 1970–1978 visade att markens kvarstående sättning varierade mellan 5 och 10 mm/år. Den totala sättningen för området vid cisternerna kan uppskattas till 0,25–0,3 m för perioden från mitten av 1960-talet fram till år 2005.

## 1.8 Svavelsyran och dess konsekvenser

Uppgifterna i detta avsnitt, förutom de allmänna uppgifterna under 1.8.1, är hämtade från en rapport [4], som på uppdrag av SHK upprättats av Totalförsvarets forskningsinstitut, NBC-skydd (FOI NBC-skydd).

### 1.8.1 Allmänt om svavelsyrans egenskaper

Svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) är en starkt frätande syra som är helt blandbar med vatten under mycket kraftig värmeutveckling. Syran angriper metaller, trä, läder, textil och byggnadsmaterial. I motsats till den utspädda syran angriper koncentrerad svavelsyra inte järn. Syran har densiteten ca 1,9 kg/l och en kokpunkt över 300 °C.

Svavelsyra som läcker ut på mark eller i vatten reagerar med omgivande material eller löser sig i tillgänglig fuktighet.

Svavelsyra ger en tydligt märkbar stickande lukt vid mycket låga koncentrationer som också ligger betydligt under skadliga nivåer.

Vid kontakt med svavelsyra på huden kan allvarliga frätskador uppkomma.

### 1.8.2 Allmänt om beräkningar och konsekvensbedömning

Resultaten från beräkningar med källmodeller, spridningsmodeller och toxikologiska modeller samt gjorda antaganden har verifierats mot iakttagelser av under händelseförloppet inblandade personer från Kemira Kemi. De modeller som använts vid beräkningarna är utvecklade vid FOI. Generellt har beräkningarna utförts konservativt så att risken för skador inte ska underskattas.

Systemet svavelsyra-saltsyra-vatten har inte varit väl utrett för aktuella parameterområden. Genom att bearbeta resultat från experiment och jämföra med i övrigt kända data har nya tabeller tagits fram för att kunna uppskatta emissionsdata för det aktuella fallet.

### 1.8.3 Underlag för beräkningar

Vid olyckshändelsen läckte först 5 400–6 700 ton kylvatten ut från cisternplatsen under en timme. Vattnet fyllde invallningen och bredde ut sig över ett område som var ungefär 250 m x 150 m stort, gränsande till hamnbassängen. Vatten rann också ned i hamnbassängen. Både kylvattnet och vattnet i hamnbassängen är havsvatten, saltvatten, från Öresund med en kloridhalt (Cl<sup>-</sup>) av 0,7 vikt-%.

Svavelsyran från den rämnade cisternen strömmade ut på land och rann också ned i hamnbassängen. Kvar på land lämnades en ca 100 000 m<sup>2</sup> stor pöl som gränsade till hamnbassängen. Det är svårt att exakt bedöma i vilka proportioner som svavelsyran och vattnet blandades vid haveriet. Pölen har antagits bestå av 3 500 ton svavelsyra och 4 900 ton saltvatten. Av svavelsyran antas 12 800 ton ha runnit ned i hamnbassängen.

Temperaturen hos syran och saltvattnet var vid händelsen +2 till +5 °C.

### 1.8.4 Utsläpp till luften/atmosfären

Under utsläppet blandade sig en del av svavelsyran med det salta havsvatten som under föregående timme pumpats upp i invallningen kring cisternerna och som också strömmade ut på den omkringliggande marken. Huvuddelen av den utrunna syran bedöms enligt ovan ha hamnat i hamnbassängens vatten.

Svavelsyran, med en kokpunkt på över 300 °C, skulle i normalfallet inte ha medfört några större konsekvenser.

Tillgången till kloridjoner från havsvattnet medförde dock allvarligare konsekvenser än om nämnda kloridjoner inte varit närvarande. Under någ-



ra inledande minuter reagerade svavelsyran häftigt med vattnets kloridjoner så att klorväte bildades. Klorvätet avdunstade och spreds som ett ca 70 m högt moln, i form av både gas och aerosol, i vindens riktning mot nordväst längs kusten. Aerosolen bestod av små droppar av klorvätesyra (saltsyra) med varierande koncentration. Den totala mängden klorväte som spreds till luften under några få minuter uppskattas till tiotalet ton.

Efter de inledande minuterna avtog den häftiga reaktionen mellan svavelsyra och havsvatten. Ett mycket långsammare avdunstningsförlopp vidtog med åtföljande minskade luftkoncentrationer av klorväte.

#### 1.8.5 *Konsekvenser av klorväte för människor*

Klorvätetets påverkan på människor är lokal, dvs. påverkan sker där kontakt med ämnet uppstår. Låga koncentrationer av klorväte verkar i första hand irriterande på de övre luftvägarna och ögonen. Högre koncentrationer och längre vistelsetider kan ge lungskador. Kontakt med klorvätesyra på huden kan ge frätskador.

Toxikologiska sammanställningar bygger ofta på data från olyckor och lägdosförsök men också från olika djurförsök. Detta leder till att dessa data kan vara osäkra och det är ofta heller inte möjligt att ange säkra gränser för olika effekter.

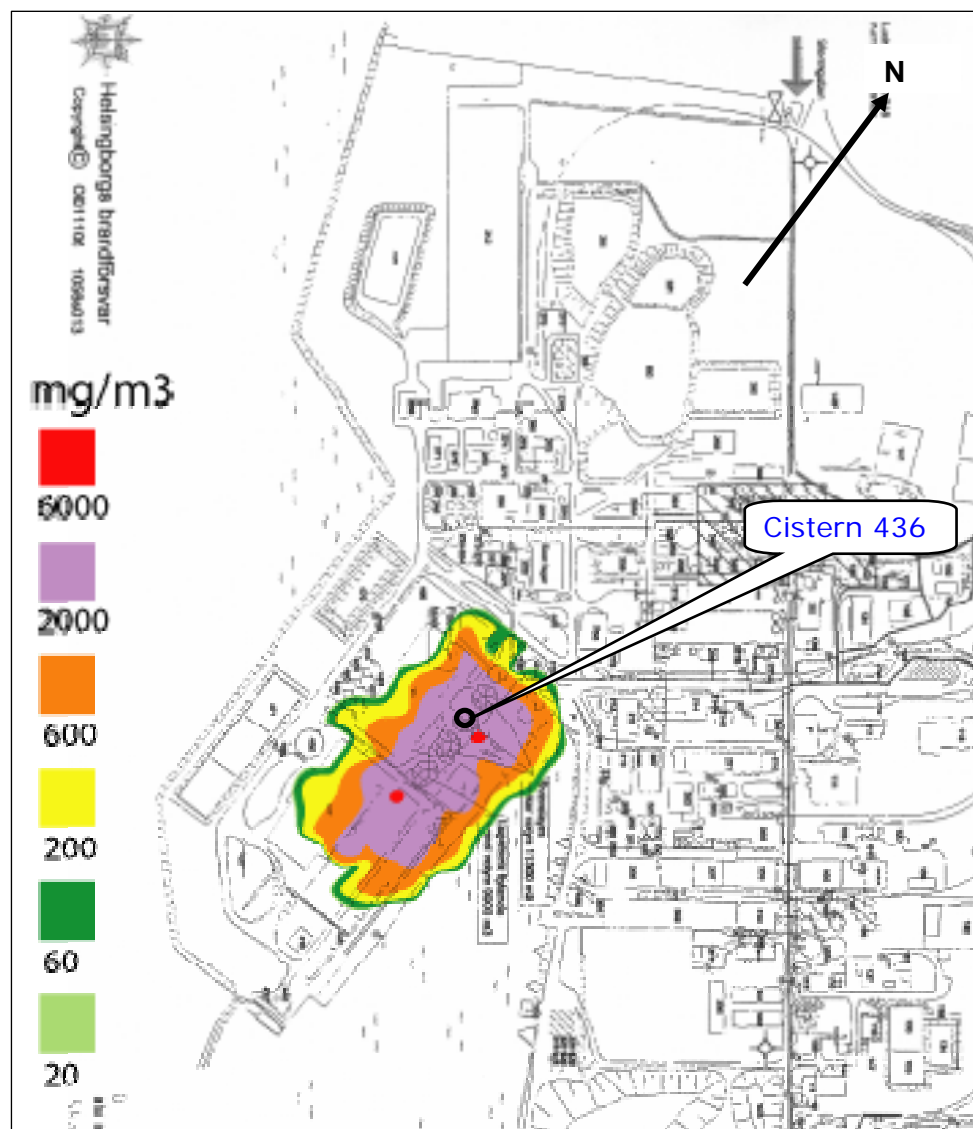
Den toxikologiska utvärderingen nedan är inte en modell utan en jämförelse av flera publicerade sammanställningar om effekter av väteklorid i människa. Det går därför inte heller att göra någon känslighetsstudie.

##### *Primärmoln av klorväte*

Under de första minuterna efter haveriet bildades ett primärmoln av klorväte med en koncentration upp till 6 000 mg/m<sup>3</sup> nära olycksplatsen (figur 11 och 12). Dessa koncentrationer nåddes endast inom industriområdet. Vid så höga luftkoncentrationer finns risk för allvarliga skador på människor och djur.

Även på avstånd som sträckte sig utanför industriområdet (3–4 km) förekom koncentrationer som hade medfört kraftig irritation på andningsvägarna. De koncentrationer som rådde efter 30 min var så höga att en människa som hade utsatts för molnet skulle ha irriterats kraftigt i andningsorganen. Skadans omfattning beror också på hur lång tid exponeringen varat. Det uppkomna molnet drev efterhand i vindens riktning och spädades ut med ökande avstånd från utsläppsplatsen (figur 13). Efter ca 1 timme hade primärmolnet flyttat sig ca 10 km från platsen för utsläppet och koncentrationen hade sjunkit så mycket att den i praktiken närmade sig en ofarlig nivå. Angivna skadenivåer avser människor utomhus.

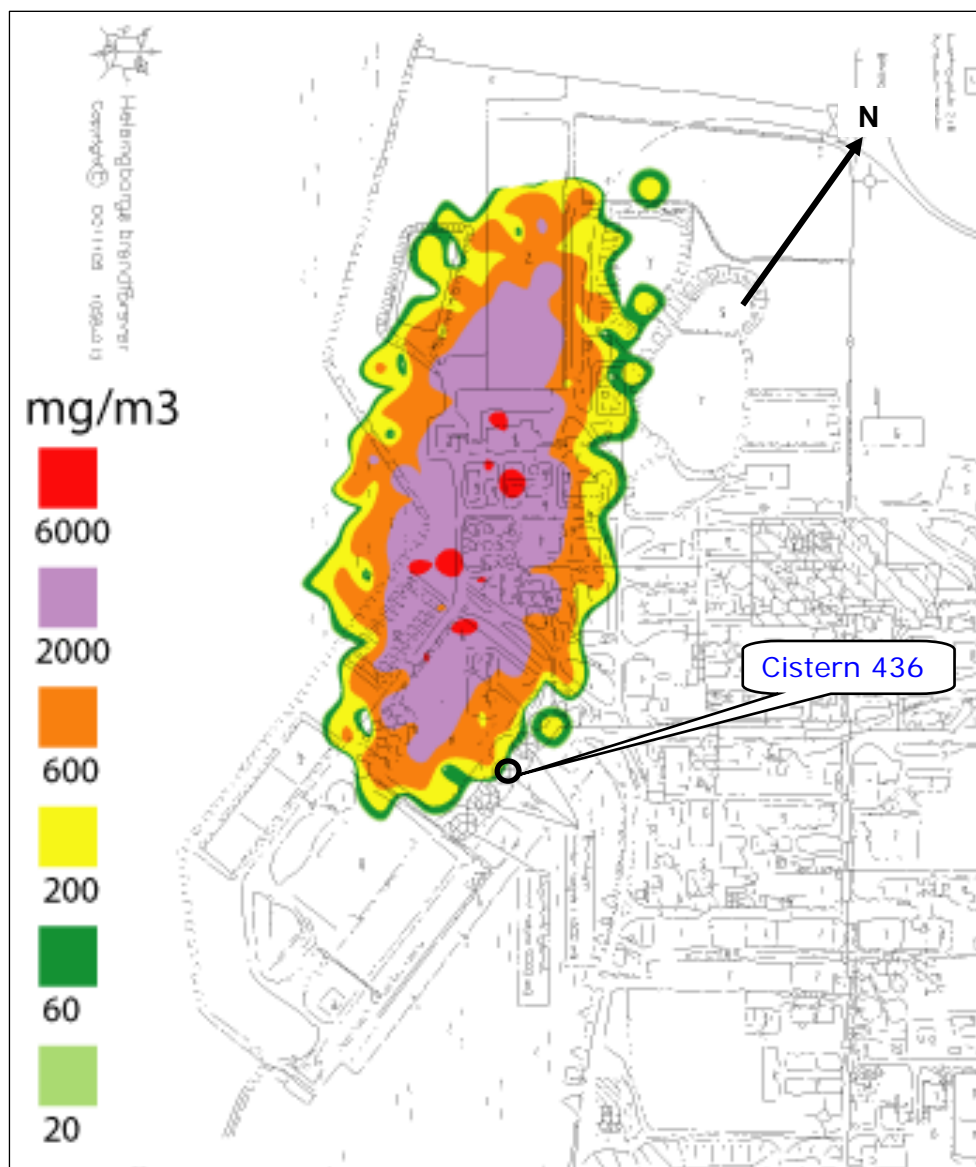
Trots att klorvätemolnet initialt hade relativt höga koncentrationer var utspädningen och passagen över bebyggda områden utanför industriområdet så snabb att några skadliga nivåer inte ska ha uppnåtts inomhus i byggnader med normal bostadsventilation.



Figur 11. Primärmolnets koncentration av klorväte 1 minut efter utsläppet

#### Överlevnadsaspekter och uppskattning av hälsorisker

Befintliga toxicitetsdata antyder att vistelse i klorväte med en koncentration av 1 000 mg/m<sup>3</sup> eller högre kan ge livshotande skador vid en exponeringstid längre än 15 min. Vid kortare exponeringstid finns det risk för hud-, slemhinne- och ögonskador. Vid exponering för koncentrationer under 1 000 men över 100 mg/m<sup>3</sup> kan olika grader av irritation uppkomma, vid längre tider kan dessa vara allvarliga och kvarstående men korta exponeringstider ger övergående irritationer. Vid exponering för koncentrationer mellan 10 och 100 mg/m<sup>3</sup> uppkommer troligen endast lätta och kortvariga irritationer. Under 10 mg/m<sup>3</sup> är risken för skada liten i detta sammanhang. Det svenska gränsvärdet (TGV) för vistelse i klorväte är 8 mg/m<sup>3</sup> för vistelse i maximalt 15 min. Ovanstående har sammanfattats i följande tabell 1.

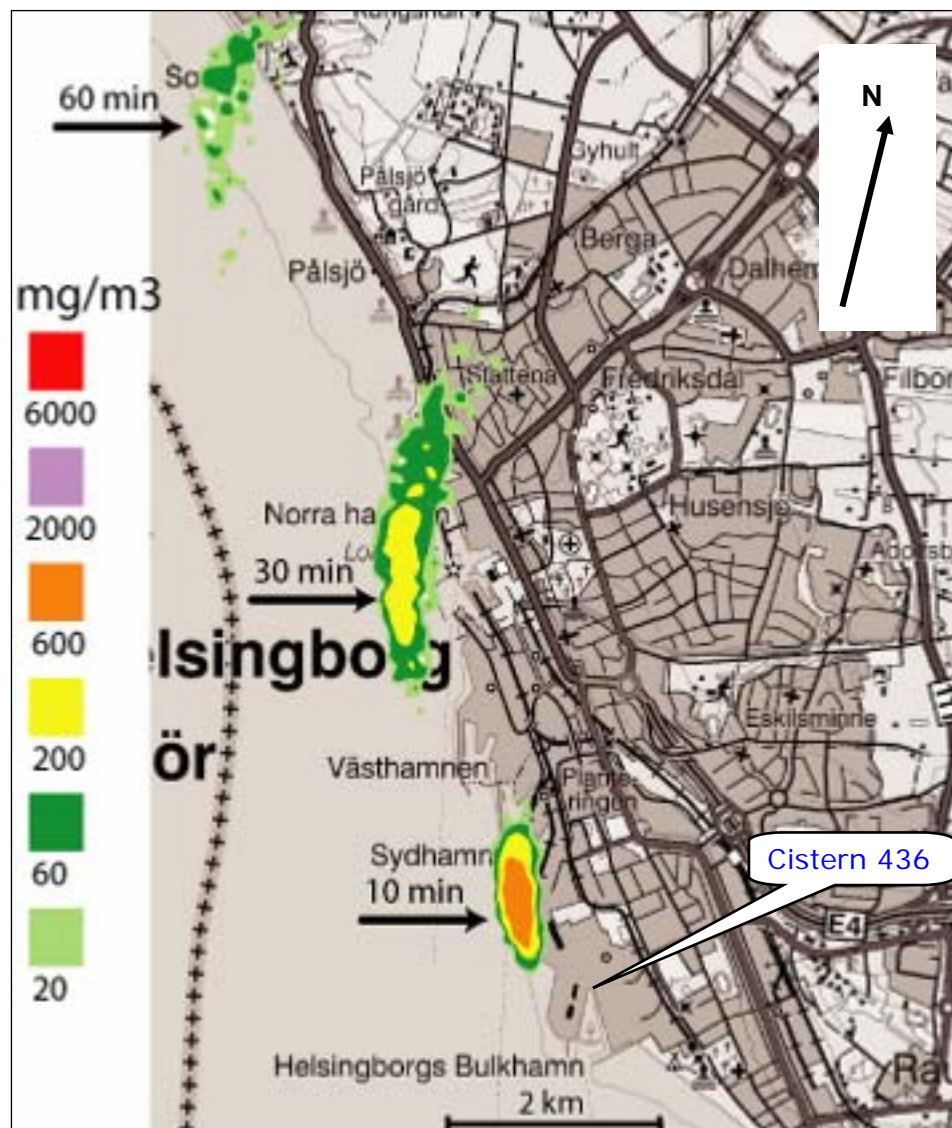


Figur 12. Primärmolnets koncentration av klorväte i närområdet 5 min efter utsläppet

Efter haveriet fanns det stora risker för allvarliga skador på människor och djur. Skadans omfattning berodde på koncentrationen som maximalt var 6 000 mg/m<sup>3</sup> och också på hur lång tid exponeringen varade.

Enligt beräkningar utförda vid FOI ser man också att vid höga luftkoncentrationer av klorväte kan halten av saltsyra i bildade aerosoldroppar överstiga 20 %, vilket i sig räcker för att framkalla hud-, slemhinne- och ögonirritation vid kortare exponering.

Ett par personer från Kemira Kemi förflyttade sig genom gasmolnet 5–10 min. efter utsläppet, vilket innebar att personerna kan ha exponerats för höga koncentrationer av klorväte men under kort tid. Koncentrationen i molnet vid passage var troligen omkring 2 000 mg/m<sup>3</sup> och exponeringstiden 10–20 sekunder. Detta gav en dosering på maximalt 600 mg min/m<sup>3</sup>. Denna exponering kunde ge upphov till lätta men också övergående irritationer. Risken för allvarligare irritationer var låg främst beroende på den korta exponeringstiden.



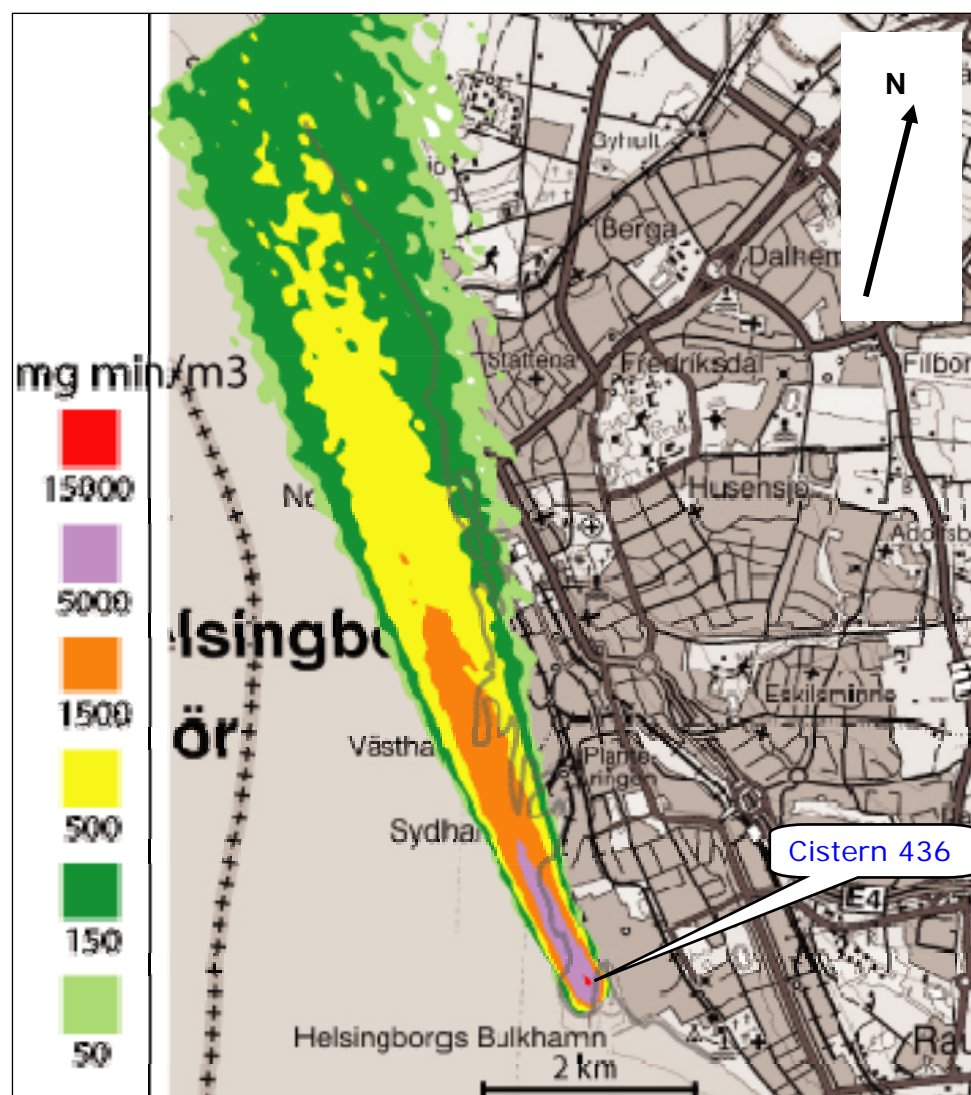
Figur 13. Koncentration av klorväte i primärmolnet efter 10, 30 och 60 min. Figuren åskådliggör förhållandena ut till ca 10 km från platsen för utsläppet

Den beräknade toxikologiska effekten stämmer väl överens med de rapporterade effekterna på de personer som sprang genom området. Noterbart är att personerna höll en handske eller en tygbit (ärm) för munnen medan de sprang, vilket minskade risken för skador på slemhinnor i munhåla och andningsvägar samt att de tvättade ansiktet efter den korta sprängmarschen och därmed avbröt exponeringen.

När primärmolnet senare drev vidare norrut längs kusten sjönk koncentrationen i molnet med tiden och 30 min efter olyckan hade koncentrationen sjunkit till maximalt 200 mg/m<sup>3</sup>. Vid denna koncentration kan man vistas i molnet i åtskilliga minuter utan att riskera kraftiga irritationer. Däremot var risken för lätta irritationer fortfarande stor.

Efter 1 timme hade koncentrationen i molnet sjunkit till nivåer som närmade sig det svenska gränsvärdet. Vid de värdena kan molnet i praktiken anses ha varit ofarligt.

Dosering av klorväte efter hela primärmolnets passage åskådliggörs i figur 14. Dosering är mer direkt kopplad till symptom och skadeverkningar på människor än vad koncentrationen är. Den toxiska effekten för ev. vistelse i molnet under hela dess passage kan utläsas genom att jämföra aktuell dos i figur 14 med upptagna värden i tabell 1 nedan.



Figur 14. Dosering av klorväte efter hela molnpassagen

#### *Kontinuerligt avgivande av klorväte*

Efter primärmolnets passage ut ur industriområdet uppkom en fas med ett kontinuerligt avgivande av klorväte från de kontaminerade områdena. Koncentrationen av klorväte i luften var då betydligt lägre än i primärmolnet. Den maximalt erhållna koncentrationen klorväte under den kontinuerliga fassen beräknas till mindre än 10 mg/m<sup>3</sup>. Dessa koncentrationer nåddes endast inom industriområdet, i omedelbar närhet av de bildade pölarna på marken. Vid så låga koncentrationer är risken för skada låg även vid långa vistelsetider.

Tabell 1. Toxisk effekt vid olika doser

Koncentration		Exponeringstid (minuter)	Dosering (mg min/m <sup>3</sup> )	Toxisk effekt
(mg/m <sup>3</sup> )	(Ungefärlig jmf i ppm <sup>15</sup> )			
>2	1,3			Doft
8	5,3	15	120	Gränsvärde (TGV)
10	6,6	15	150	Lätt irritation, övergående
100	66	15	1 500	Svår irritation, risk för kvarstående effekter
1 000	660	15	15 000	Farligt, risk för dödliga skador

### 1.8.6 Konsekvenser av svavelsyra för människor

Någon beröring eller översköljning av personer med svavelsyra, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, inträffade inte när cisternen rämnade. Omständigheterna var naturligtvis sådana att risk för direktkontakt fanns i samband med utsläppet. Det skulle ha medfört allvarlig risk för personskador.

Den koncentration av svavelsyra som uppstod närmast ytan av pölen bedöms enligt utförda beräkningar inte vara toxisk. Koncentrationerna i luften ovanför pölen och vidare i vindens riktning var ännu lägre. Koncentrationerna av svavelsyra i luften bedöms inte ha varit hälsofarliga.

Den enda risk som kvarstod efter primärmolnets passage var kontaktrisken, d.v.s. att brandförsvarets och annan medverkande insatspersonal av någon anledning skulle få blandningen av syra och vatten på sig.

## 1.9 Meteorologisk information

Uppgifter om aktuella meteorologiska förutsättningar vid olyckan ingår i den rapport [4], som på uppdrag av SHK upprättats av Totalförsvarets forskningsinstitut, NBC-skydd (FOI NBC-skydd).

Väderuppgifterna är baserade på mätningar gjorda av Kemira Kemi inom industriområdet. Även mätningar från SMHI:s station, som dock ligger några km längre inåt land, har studerats.

Väderuppgifter framgår av sammanställningen i tabellen på sidan 5.

## 1.10 Kemira Kemi AB:s verksamhet och organisation

Uppgifterna i detta avsnitt är hämtade från en rapport [7], som på uppdrag av SHK upprättats av MTO Psykologi AB.

### 1.10.1 Allmänt

Industrianläggningen på platsen i Helsingborg har bytt ägare ett flertal gånger sedan början av 1900-talet och produktionen har ändrats och utvecklats. År 1989 tog finskägda Kemira Oyj över, och Kemira Kemi AB bil-

<sup>15</sup> Luftkoncentrationer som miljondelar, ppm, har för klorväte omräknats enligt 1 mg/m<sup>3</sup> = 0,66 ppm

dades. Kemira Kemi AB i Helsingborg ingår sedan dess i den finska Kemira-koncernen med huvudkontor i Helsingfors och produktion i mer än 30 länder.

Kemira Kemi tillverkade kemikalier till bl.a. massa- och pappersindustrin och tvättmedelsindustrin, till rening av dricks- och avloppsvatten och tillverkning av läkemedel och livsmedel.

Kemira Kemis huvudkontor och produktion fanns i Helsingborg, där ca 500 personer arbetade vid tiden för olyckan. Ett femtontal dotterbolag och produktionsenheter fanns dessutom i ett flertal länder.

Kemira Kemi tillverkade aluminiumsulfat, kalciumklorid, kaliumsulfat, natriumperkarbonat, polyaluminiumklorid, saltsyra, oleum, svaveldioxid, svavelsyra och väteperoxid.

### 1.10.2 Svavelsyrafabriken

Svavelsyrafabriken hade sitt kontrollrum i en separat administrativ byggnad. Hela anläggningen övervakades med ett processtysystem. De flesta manövrar kunde utföras från kontrollrummet. Detta gällde inte manövrar för att isolera läckor i saltvattensystemet, vilka var tvungna att göras lokalt på plats. För lokala manövrar av stora ventiler, t.ex. avstängning av en ledning för kylvatten (saltvatten), användes en särskild bil med anpassad specialutrustning.

Kylvattenledningen som brast vid olyckstillfället tillhörde industriområdets energicentral, liksom övriga gemensamma servicesystem. Vid olyckstillfället var energicentralen organisatoriskt inordnad under svavelsyrafabriken. Även cisternerna för svavelsyra låg organisatoriskt under svavelsyrafabriken.

## 1.11 Extern och intern kravbild för Kemira Kemi AB

Uppgifterna i detta avsnitt är hämtade från en rapport [7], som på uppdrag av SHK upprättats av MTO Psykologi AB.

### 1.11.1 Regler för kemikalieolyckor, förhindra och begränsa

För verksamheter som hanterar farliga ämnen över en viss mängd gällde regler för verksamhetsutövaren om att förebygga allvarliga kemikalieolyckor och begränsa följderna av sådana för människor och miljö. EG: s direktiv 96/82 om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga olyckshändelser där farliga ämnen ingår infördes i svensk rätt 1999.

Dessa regler fanns främst i lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (Sevesolagen) jämte tillhörande förordning (1999:382) (Sevesoförordningen) och Räddningsverkets föreskrifter (SRVFS 2005:2), i miljöbalken (1998:808) och dess förordningar samt Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2005:19). SRVFS 2005:2 och AFS 2005:19 som trädde i kraft i juni/juli 2005, dvs. efter Kemiraolyckan. När olyckan inträffade gällde SRVFS 1999:5 och AFS 2001:10 som i sak stämmer överens med de nya föreskrifterna. Alla dessa regler benämns i fortsättningen tillsammans som Sevesobestämmelserna.

En följd av uppdelningen i olika lagstiftningar var att flera myndigheter på central, regional och lokal nivå svarade för den operativa tillsynen på området. Operativa myndigheter var Kommunen, Länsstyrelsen, Arbetsmiljöverket och Räddningsverket. Det var vanligt att olika samverkansformer

utarbetats mellan myndigheterna. Konkret kunde det t.ex. innebära att myndigheterna deltog i varandras inspektioner.

Förutom Sevesobestämmelserna fanns flera andra bestämmelser som hade betydelse för säkerheten i Kemira Kemis verksamhet. T.ex. innehöll arbetsmiljöverkets föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete allmänna krav om bl.a. arbetsmiljöpolicy, undersökning och bedömning av risker och rutiner och dokumentation. I lagen (2003:778) och förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor fanns också regler som syftade till att skydda mot olyckor.

### 1.11.2 Tillämpliga Sevesobestämmelser, tillstånd m.m.

Enligt Kemira Kemi hanterades flera delar av verksamheten, däribland svavelsyraområdet, farliga ämnen i sådan mängd att de hamnade på den högre kravnivån enligt Sevesobestämmelserna. Vissa delar av verksamheten omfattades inte alls av Sevesobestämmelserna, eftersom ämnen hanterades i mängder som låg under den gällande lägre nivån.

Kemira Kemi hade flera olika tillstånd enligt miljöbalken för olika delar av den verksamhet som bedrevs. Säkerhetsrapporterna som hade upprättats enligt Sevesobestämmelserna följde olika tillstånd som fanns för verksamheten. Kemira Kemi hade därför lämnat in flera säkerhetsrapporter, bl.a. en för svavelsyraområdet.

Den aktuella olyckan inträffade i en "Seveso II-verksamhet" på den högre kravnivån, men inte med ett "Seveso II-ämne". Svavelsyra var inte ett farligt ämne enligt Sevesobestämmelserna, utan på svavelsyraområdet var det oleum och svaveldioxid som var klassade som farliga ämnen och som medförde att svavelsyraområdet var en Seveso II-verksamhet.

Koncessionsnämnden för miljöskydd och sedan Miljödomstolen hade meddelat ett flertal beslut och domar för Kemira Kemis verksamhet i Helsingborg. Den miljöfarliga verksamheten hade då prövats och de villkor som föreskrivits i tillstånden hade klarats med god marginal.

Enligt uppgifter från Länsstyrelsen hade Kemira Kemi i tillståndsansökningshandlingarna redovisat den befintliga verksamheten med svavelsyratankar, pumpstation och kylvattenledningar. I och med att kylvattenledningar och pumpstation beskrivits i ansökan och det inte hade föreskrivits några särskilda villkor för dessa omfattades de av givna tillstånd. Kylvattenledning och pump hade dock aldrig säkerhetsbedömts i koncessionsnämnden.

### 1.11.3 Säkerhetsledning och internt säkerhetsarbete vid Kemira Kemi

#### *Policy, mål, delegering och stödande kommittéer*

Kemira Kemi hade en policy för säkerhet, hälsa och miljö. Den angav inriktningen på företagets arbetsmiljö- och säkerhetsarbete.

De olika fabriker inom Kemira Kemis anläggning i Helsingborg tillhörde olika affärsområden i Kemira-koncernen. Det fanns och hade hela tiden funnits variationer mellan olika fabriker och verksamheter inom industri- anläggningen när det gällde säkerhetsarbete. De delar av anläggningen där farliga kemikalier hanterats hade haft en högre ambitionsnivå när det gällde säkerhet och fler externa krav att uppfylla.

Energicentralen och servicesystemen, t.ex. kylvattenförsörjningen, hade historiskt sett inte betraktats som förknippade med någon risk. Det hade inte funnits samma medvetenhet om säkerhetsfrågor i denna del av verksamheten som i den del som direkt hanterade farliga kemikalier.



Mål för hälsa och säkerhet (arbetsmiljö) har redovisats i företagets arbetsmiljörapport för år 2004. Baserat på policyn för säkerhet, hälsa och miljö hade den centrala skyddskommittén (CSK) beslutat om handlingsplaner/åtgärder för företagets arbetsmiljöarbete (hälsa och säkerhet) för år 2004.

Delegering av arbetsuppgifter avseende säkerhet, hälsa och miljö hade genomförts genom delegeringsbrev. Delegering var möjlig exempelvis ner till nivån fabrikschef.

I säkerhetsrapporten från år 2000 beskrivs att arbetet med miljö- och säkerhetsfrågor bedrevs i Kemira Kemis linjeorganisation. Som stöd för arbetet fanns speciella kommittéer, centrala och lokala skyddskommittéerna, skyddsombud, miljöavdelningen samt företagshälsovården.

### *Miljöavdelningen*

Under 1970-talet kom miljöarbetet i fokus när hanteringen av den farliga kemikalien svaveldioxid startade. På 1980-talet ställdes ett tydligt mål upp att verksamheten inte skulle påverka tredje man. Säkerhet och miljöarbete hade fortlöpande utvecklats och förbättrats sedan denna tidpunkt.

Kemira Kemi hade sedan slutet av 1990-talet en gemensam miljö- och säkerhetsavdelning, kallad Miljö. Avdelningen var en stödresurs för företagets affärsenheter och övriga funktioner i kvalitets-, säkerhets-, hälso- och miljöfrågor samt beträffande kvalitets- och miljöledningssystemen. Miljöchefen samordnade företagets miljö- och säkerhetsarbete så att samma värderingar användes inom hela företaget. Miljöchefen hade företagets övergripande ansvar för dessa frågor och för handläggning av tillståndsärenden m.m. och kontakter med länsstyrelsen och kommunens miljö- och hälsoskyddskontor. Skyddsingenjören var rådgivare i säkerhets-, arbetsmiljö- och skyddsfrågor samt företagets kontaktperson mot berörda myndigheter, t.ex. Arbetsmiljöverket samt för samarbete med Helsingborgs Brandförsvär. Avdelningen ställdes i arbetet inför att hantera olika affärsstrategier, vilka kunde medföra svårigheter när det gällde att få en samsyn om ambitionsnivån.

### *Kemira Kemis ledningssystem*

Kemira Kemis ledningssystem för kvalitet, miljö och säkerhet/hälsa bestod av skriftliga instruktioner som fanns i en databas. I detta system skulle alla instruktioner som fanns på företaget ingå, även driftinstruktioner för kontrollrumspersonalen. I systemet ingick dokument som hanterade efterlevnaden av föreskrifter för systematiskt arbetsmiljöarbete (AFS 2001:1). Syftet med det databaserade ledningssystemet var att likrikta och peka ut hänvisningar för kvalitets-, miljö- och säkerhetsarbete inom Kemira Kemi. Manualen skulle vara ett vägledande och styrande dokument inom företagets samtliga enheter.

Certifierade kvalitets- och miljöledningssystem fanns vid tiden för olyckan inom de olika affärsenheterna. För affärsenheten som svavelsyrafabriken tillhörde fanns ett kvalitetsledningssystem som certifierats enligt SS-EN ISO 9001 och ett miljöledningssystem som certifierats enligt SS-EN ISO 14001.

### *Identifiering och bedömning av risker för allvarliga kemikalieolyckor*

De aktiviteter som genomförts inom Kemira Kemi för att identifiera och bedöma riskerna för allvarliga kemikalieolyckor var bl.a. riskanalyser och avvikelserapportering. Aktiviteterna var delvis styrda och dokumenterade i instruktioner.

När det gällde omfattning och avgränsningar av riskanalyser för befintliga delar av anläggningen så fanns ingen instruktion för hur avgränsningen av objekt och system skulle ske. Riskanalyser genomfördes i normalfallet av en grupp med personal som kom från olika delar av den dagliga verksamheten. Fabrikschefen godkände riskanalysen och fungerade på detta sätt som en kvalitetskontroll. Ingen intern oberoende granskning av riskanalyserna hade genomförts. Kvalitet och ambitionsnivå i riskanalyser var inte enhetligt uppstyrda och dokumenterade.

Den säkerhetsrapport som gällde för svavelsyrafabriken vid olyckstillfället behandlade i kapitel 5 identifiering och analys av olycksrisker. De största identifierade riskerna utgjordes av utsläpp eller värmepåverkan från/på behållare/processutrustning som innehöll svaveldioxid och oleum (svaveltrioxid). Som riskkälla nr 13 identifierades stort läckage på lagertankar för svavelsyra, t.ex. efter brott på en bottenventil. Denna riskkälla var den som närmast kan jämföras med det som inträffade vid olyckstillfället, men den avsåg inget totalhaveri av en lagercistern. Riskkällan nr 13 hade bedömts som osannolik och att den skulle ha små respektive lindriga konsekvenser för liv/hälsa respektive för miljö. I riskmatrisen i grovanalysen bedömdes riskkällan därför som acceptabel och att den inte behövde åtgärdas.

När det gällde dominoeffekter (hur säkerheten i själva verksamheten kan påverkas av faktorer i omgivningen, enligt Sevesolagen) beskrevs i säkerhetsrapporten att andra verksamheter inom fabriksområdet kunde exponeras vid ett större gasutsläpp.

I den grovanalys som gjordes år 2000 för risker i svavelsyraområdet identifierades stort läckage på lagertankar för svavelsyra som en riskkälla. Vid tillfället angavs yttre mekanisk påverkan som möjlig orsak. Den markförlagda saltvattenledningen fanns inte upptagen som en tänkbar orsak. Som åtgärd anges i grovanalysen invallning av hamntankar. Ingen särskild riskanalys genomfördes i samband med beslut om invallningen.

#### *Kontroll av kylvattenledningar*

Det förekom återkommande mindre läckage i saltvattensystemet och det fanns en väl känd rutin för att hantera tryckfall, vilken inte var dokumenterad. Rutinen innebar att kontrollrumspersonalen i första hand såg till att trycket i systemet upprätthölls för att tillgodose behovet av kylning i fabrikena.

Det fanns inte något program för yttre inspektion av ledningarna i saltvattensystemet. Däremot gjordes inre inspektioner med kamera. En ledningssträcka grävdes också fram och kontrollerades i området år 2001. Korrosion upptäcktes enbart ute vid sjöpumpstationen. Närmare de aktuella tankarna var ledningen inte korroderad. I jordmassorna uppmättes pH mellan 4 och 5.

#### *Planering inför nödsituationer*

Beredskapsplaner fanns med syftet att hantera och begränsa konsekvenserna av en olycka och uppfylla kraven i lagstiftningen. Det fanns en allmän plan för hela området och specifika planer för fem verksamheter där allvarligare olyckor kunde inträffa. Svavelsyrafabriken var en sådan verksamhet. De specifika beredskapsplanerna innehöll t.ex. larmplaner och checklistor som anpassats till respektive anläggning samt telefonlistor till berörda inom beredskapsorganisationen men även insatskort och insatsplaner. Ett inringningssystem kunde aktiveras från svavelsyrafabrikens kontrollrum för att snabbt kalla in företagets interna beredskapsorganisation. Uppgifter om

farliga ämnen och deras egenskaper fanns på insatskort som i samarbete utvecklats av Kemira Kemi och Helsingborgs Brandförsvär.

Befattningshavare med befogenheter att aktivera specifika beredskapsplaner fanns angivna i dokumentet.

Kemira Kemi hade utarbetat beredskapsplanerna tillsammans med Brandförsvaret. I beredskapsplanen för svavelsyraområdet fanns det en specifik checklista för större utsläpp av svavelsyra, men inte av den storleksordning som faktiskt inträffade.

Övningsverksamhet genomfördes enligt en fastställd plan och gemensamma övningar genomfördes vid de olika anläggningarna inom området. En s.k. storövning genomfördes varje år där berörd personal deltog.

Brandförsvaret var även industribrandkår åt företaget.

Inget specifikt VMA<sup>16</sup> fanns förberett för den händelse som inträffade. Istället kom det förberedda meddelandet för utsläpp av oleum att användas. Frågan om vilka förberedda VMA-meddelanden som skulle finnas, var i första hand Brandförsvarets ansvar.

### *Avvikelse rapportering*

Rutiner fanns för rapportering av samtliga avvikelser vid företaget. I begreppet avvikelse ingick även olyckor och tillbud med skadlig inverkan.

Den som upptäckte avvikelsen hade ansvaret för att den rapporterades. Även entreprenörer skulle rapportera. Alla avvikelser skulle rapporteras in i ett egenutvecklat avvikelsehanteringssystem som fanns sedan år 1996.

Det kunde vara svårt att veta vilka händelser som skulle klassificeras som avvikelser. Exempelvis rapporterades inte mindre läckage från kylvattenledningen som avvikelser, utan direkt in i underhållssystemet för åtgärder.

Handläggningen av avvikelsen varierade beroende på dess typ och vilket område den tillhörde.

### *Utvärdering och revision samt erfarenhetsåterföring*

I juni år 2004 genomfördes en oberoende revision av väteperoxidfabriken. Flera av de frågeställningar som berördes på denna fabrik var också relevanta för övriga delar av Kemira Kemis anläggning.

Fabriken fick ett gott resultat på alla områden utom när det dels gällde avvikelserrapporteringen som bedömdes som bristfällig, dels när det gällde utredningen av olyckor och tillbud som i mycket större utsträckning ansågs kunna fokusera på möjliga potentiella konsekvenser.

I internrevisionerna genomfördes bedömningar på 32 områden. En tiogradig skala användes enligt den modell som tagits fram gemensamt för branschen. Det fanns ett relativt omfattande program för internrevisioner. Under år 2003 genomfördes nio revisioner och under år 2004 åtta enligt revisionsplan. Båda åren var det endast en revision som inte nådde upp till minst nivå 7 på företagets checklista. Nivå 7 innebar att ett område skulle få omdömet "bra" eller bättre.

Erfarenhetsåterföring genomfördes i hela koncernen bl.a. i nätverket Kemira safety network, där det fanns ett koncerngemensamt erfarenhetsut-

<sup>16</sup> VMA: Viktigt meddelande till allmänheten. Två typer av meddelanden finns.

*Varningsmeddelande* som omedelbart sänds i samtliga medverkande radio- och TV-kanaler vid situationer då omedelbar risk bedöms för skada på liv, egendom eller i miljön. *Informationsmeddelande* sänds utan krav på omedelbarhet för att förebygga och begränsa skador på människor eller egendom eller i miljön. Informationsmeddelande kan begäras att bli sänt i alla medverkande radio- och TV-kanaler. Varning kan inom vissa tätorter kompletteras genom systemet med utomhusvarning där ljudsändare, tyfoner, kan sända signalen "Viktigt meddelande" (se även fotnot 18).

byte, främst för olyckor eller allvarliga tillbud. Någon händelse i likhet med den som inträffade på Kemira Kemi var inte tidigare känd inom koncernen.

## 1.12 Brandförsvarets roll med rådgivning och tillsyn

Helsingborgs Brandförsvär ska inom den egna kommunens område utöva lokal tillsyn över efterlevnaden av lagen om skydd mot olyckor, LSO. Enligt LSO ska kommunen även svara för t.ex. rådgivning och information.

Samtidigt arbetade Brandförsvaret sedan flera år tillbaka enligt en modell som kallades samverkan med näringslivet enligt ett särskilt avtal med bl.a. Kemira Kemi. Omfattningen av samverkan motsvarade bl.a. ca en halvtids tjänst för rådgivning till Kemira Kemi. För angivna tjänster i avtalet fick Brandförsvaret en årlig ekonomisk ersättning från Kemira Kemi. Genom samverkansavtalet hade Brandförsvaret en roll som rådgivande samtidigt som bestämmelserna i LSO medförde en roll som ansvarig för tillsyn.

I Länsstyrelsens minnesanteckningar från februari år 2000, efter tillsyn av Brandförsvarets verksamhet, konstaterades att det nära samarbetet mellan Helsingborgs Brandförsvär och aktuella företag medfört att kommunen endast i ringa omfattning bedrivit formell tillsyn av dessa anläggningar.

Det har inte framkommit att Helsingborgs Brandförsvär före olyckan genomfört någon dokumenterad tillsyn med hänsyn till tidigare gällande räddningstjänstlag § 43 eller den lagstiftning som gällde enligt 2 kap. 4 § LSO.

Det nära samarbete som bedrivits mot bakgrund av samverkansavtalet medförde god kännedom om varandras verksamhet och kontaktpersoner samt en gemensam planläggning för olyckor vilken också återkommande prövades vid gemensamma övningar.

Enligt Kemira Kemi hade avtalet inneburit åtgärder långt utöver vad som gällde enligt formella krav.

## 1.13 Arbetsmiljöverket inspektion och regler för trycksatta anordningar

### 1.13.1 Arbetsmiljöverkets inspektion

Arbetsmiljöverket genomförde efter olyckan i april 2005 en inspektion av rutiner för fortlöpande tillsyn vid Kemira Kemis anläggning i Helsingborg.

Med fortlöpande tillsyn avses alla de förebyggande kontroller som genomförs i verksamheten för att säkerställa att processutrustning fungerar på ett säkert sätt med hänsyn till de anställdas säkerhet.

Arbetsmiljöverket fann brister i Kemira Kemis rutiner för fortlöpande tillsyn. Bristen bestod i att företaget ”i nuläget saknar en övergripande (sammanhållande) och klagörande rutin som innehåller en beskrivning av Er praxis (policy/målsättning) samt hur Ni säkerställer att Er miniminivå för fortlöpande tillsyn och underhåll genomföres i praktiken”. Se även avsnitt 1.15.1 nedan.

### 1.13.2 Arbetsmiljöverkets föreskrifter för trycksatta anordningar

För att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet gällde bl.a. i detta fall allmänna skyldigheter enligt arbetsmiljölagens 3 kap 2 §.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter för användning av trycksatta anordningar (AFS 2002:1) föreskriver krav på riskbedömning enligt 3 §. Det gällde inte

för kylvattenledningen då rör av betong enligt Arbetsmiljöverket inte ingår i tillämpningen av paragrafen.

Föreskriften om tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar (AFS 2005:2) gällde inte heller eftersom rörledningar avsedda för vatten med en temperatur av högst 65 °C är undantagna. Föreskriften om besiktning av trycksatta anordningar (AFS 2005:3) gäller inte den typ av icke metalliska kylvattenrör som var aktuella vid olyckan. De båda föreskrifterna började gälla den 1 januari 2006. Samtidigt upphävdes Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1999:6) om tryckkärl och andra tryckbärande anordningar.

## 1.14 Räddningsinsatsen

En omfattande räddningsinsats genomfördes i samband med olyckan under något mindre än tre dygn. Insatsen bedrevs med stora skadebegränsande resurser i samverkan mellan bl.a. räddningstjänst, sjukvård, polis och Kemira Kemi.

Avsnittet innehåller avgränsningar inom valda områden för räddningsinsatsen och även begränsningar av graden på detaljnivå. Med de förutsättningarna belyses områdena alarmering, avspärrningar, varning av allmänheten, ledning av räddningsinsatsen och skadebegränsande åtgärder.

Viss osäkerhet finns i underlaget angående tidsuppgifter. Av uppgifter från Helsingborgs Brandförsvaret och SOS Alarm AB respektive Kemira Kemi har det visat sig att angivna klockslag inte helt stämmer överens med varandra. När beräkning har gjorts hur lång tid som förflutit mellan olika händelser/åtgärder har jämförelse gjorts mellan enbart de tider som dokumenterats vid Helsingborgs Brandförsvaret. Jämförelserna är alltså gjorda från tider som utgår från en och samma tidsredovisning/klocka.

### 1.14.1 Räddningstjänstens organisation och resurser

I Helsingborg fanns tre brandstationer bemannade dygnet runt – Berga, Gäsebäck och Bårslöv.

Vid brandstationen i Bårslöv fanns även organisationens insatsledare och brandingenjör, vilka ingick i ledningsorganisationen för räddningsinsatsen. Enligt gällande organisation fungerade en av dessa som räddningsledare, RL. Högsta befäl i tjänst var räddningschef i beredskap, RCB, som vid tillfället hade beredskap i bostaden. Även räddningschefen själv deltog på olika sätt under räddningsinsatsen.

Vid ytterligare tre brandstationer i Mörarp, Vallåkra och Allerum fanns deltidsanställd brandpersonal som hade beredskap i bostaden eller på ordinarie arbetsplats.

Helsingborgs kommun hade genom brandförsvaret en egen larm- och ledningscentral, HALS, vid brandstationen i Bårslöv. När larmet om olyckan vid Kemira Kemi kom in var HALS bemannad med en larmoperatör, LOP, och en tillgänglig ledningsbrandmästare, LBM.

I Skåne hade räddningstjänsterna en gemensam regional resurs som kallas "Kemberedskap Skåne". Det var en förstärkande enhet med särskild utrustning och speciellt utbildade kembefäl i teknik och taktik för kemiolyckor. Enheter med material utgick ifrån Malmö Brandkår och Räddningstjänsten Perstorp.

På motsvarande sätt fanns också ett statligt nationellt mobilt miljöskyddsförråd som var placerat vid Räddningstjänsten i Perstorp. Med den

utrustningen följde också utbildad personal som ingick i den regionala resursen för kemolyckor.

En statlig nationell mobil resurs för storskalig släckutrustning, SMC, fanns också tillgängligt vid Malmö Brandkår. Resursen hade bl.a. pump- och slangsystem som kan transportera stora mängder vatten.

Det fanns också ett avtal, ”stab Skåne”, mellan flera kommuner i Skåne som innebar hjälp med stabsfunktion vid en räddningsinsats.

#### 1.14.2 Alarmering

När olyckan inträffade hade Helsingborgs Brandförsvaret en förberedd larmplan som gällde för konstaterat läckage vid kemikalieolycka. Enligt planen skulle brandstationerna Berga, Gåsebäck, Bårslöv och Vallåkra larmas samt personal inkl. utrustning som ingick i ”Kemberedskap Skåne”. Därutöver ingick även larm av kemdykare från närmaste grannkommun samt ambulans och polis.

Via det interna gaslarmet på Kemira Kemi kom det första larmet om olyckan in till HALS ca kl. 04:34<sup>17</sup> och kompletterades efter ungefär fem minuter med ett larm via telefon där det lämnades uppgift om en cistern med syra som rämnat. Larmet skulle direkt ha förts vidare från HALS via 112 till SOS-centralen i Malmö.

SOS-centralen fick den första indikationen om olyckan då en ambulansbesättning ringde och frågade om de skulle följa efter brandförsvarets enhet till Kemira Kemi. Från HALS kom informationen om olyckan till SOS-centralen ca kl. 04:45 när ambulans begärdes till utsedd brytpunkt vid Kemira Kemis industrivakt.

Från HALS larmades först brandingenjör och insatsledare vid brandstationen i Bårslöv. Innan de lämnade brandstationen fick de kompletterande information att det gällde ett s.k. gaslarm från Kemira. De konstaterade att vinden vid tillfället var svag sydlig ca 1,8 m/s och att det var mycket dimmig väder.

Under framkörningen fick brandingenjören information från HALS att det var en cistern med svavelsyra som rämnat och att ca 15 000 ton syra läckt ut momentant. Insatsledaren och brandingenjören var framme vid Kemira Kemi ca kl. 04:47.

Polisens lednings- och kommunikationscentral, LKC, kontaktades från HALS ca kl. 04:50. Ungefär fem minuter senare uppgav LKC till HALS att polisen saknade skyddsmasker. Cirka ytterligare tio minuter senare kom en förfrågan från LKC om polisen kunde låna skyddsmasker från brandförsvaret.

Av dokumentation från SOS Alarm AB framgår att ambulans fanns på plats vid Kemira Kemi ca kl. 04:51.

RCB begav sig efter larm till HALS. Han ringde själv in viss ledig personal för att förstärka stabsarbetet vid Bårslöv.

#### *Sammanfattning av alarmeringsfunktionen*

Ledningsenheter med brandingenjör och insatsledare larmades först av enheterna från Helsingborgs Brandförsvaret och var på plats vid Kemira Kemi efter ca 13 min.

Två brandstationer som hade personal och utrustning för livräddning/skadebegränsning larmades i enlighet med larmplanen efter ca 6 min.

<sup>17</sup> Tidsuppgifter i avsnittet är hämtade från Helsingborgs Brandförsvarets utskrift av radio- och telekommunikation från olyckan.

Efter ca 13 min. fick ytterligare en brandstation larm enligt larmplanen. Teknik fanns som hade gjort det möjligt med samtidig larmning av brandstationerna.

Första enhet som kom till Kemira Kemi med möjlighet till livräddning/skadebegränsning kom från brandstation Bårslöv och var framme efter ca 24 min.

Enheten vid närmast belägen brandstation Gåsebäck var vid tillfället upptagen av ett annat larm från ett automatiskt brandlarm. Någon omprioritering för station Gåsebäck gjordes inte p.g.a. gaslarmet från Kemira Kemi.

Personal vid HALS informerade SOS-centralen efter ca 11 min då ambulans begärdes till olycksplatsen.

Polisens LKC kontaktades från HALS efter ca 16 min med begäran om polisresurser till olycksplatsen.

### 1.14.3 Första åtgärder på olycksplatsen

Brandingenjören som tog rollen som RL och insatsledaren som utsågs till skadeplatschef fick direkt vid framkomsten till Kemira Kemi information om en kylvattenledning som läckt och underminerat marken, vilket medfört att en cistern med 15 000 ton svavelsyra (96 %) hade rämnat.

De fick även information om att fyra personer var ute i området för felsökning då olyckan inträffade. Två av dessa personer saknades fortfarande.

En lotsbåt var på väg att undsätta de personer som försökt sätta sig i säkerhet längst söderut på kajen.

Fartyget som legat vid kaj hade kastat loss. Det var dock i detta skede oklart om någon ombord skadats. Övriga personer som befann sig inne på Kemira Kemis område rapporterades som oskadade.

Inom Kemira Kemi utsågs ca kl. 05:00 katastrof- och skadeplatsledare enligt gällande planläggning. De anslöt till brandförsvarets ledningsplats i närheten av industrivakten.

RL övervägde om VMA skulle sändas. Han diskuterade detta med flera personer under tidsperioden ca kl. 05:10 till ca kl. 05:25. Han beslutade att inte begära detta, bl.a. mot bakgrund av att de flesta i närområdet ändå fortfarande befann sig sovande i sina bostäder. När signalen "Viktigt meddelande" och varningsmeddelande VMA, sändes framgår nedan i avsnitt 1.14.6.

RL beslutade att med hänsyn till den diffusa lägesbilden och personalens egen säkerhet samla de först larmade enheterna innan insats påbörjades. RL hade information om ett stort moln med syra och med tanke på rådande väderförhållande bedömde han att molnet skulle spridas i det närmaste cirkulärt med en långsam förflyttning norrut. Han bedömde också att molnet trycktes ned mot marken av den dimma som fanns och att det därför inte skulle lösas upp så snabbt. RL bedömde strax efter framkomsten till Kemira Kemi att molnet hade ett par hundra meters diameter.

Enligt uppgift från Brandförsvarets insatsrapport bedömde RL att de två saknade personerna var förlorade om de inte hade lyckats rädda sig själva. Bedömningen gjordes utan närmare undersökning eller orientering i själva skadeområdet.

### 1.14.4 Fortsatt insatts under fredagens morgon

De två personer som tidigare saknats kom själva till ledningsplatsen ca kl. 05:00 efter att de hade kört ut ur området med bil. Då de kände irritation i andningsvägarna transporterades de med ambulans till lasarett för kontroll.

Ingen orientering hade utförts närmare cisternen än 300 m ca kl. 05:40. Det bedömdes att mörkret och molnet med syra var hindrande för personal som skulle gå in i skadeområdet.

Sjukvården initierade katastrofberedskap. Vid Helsingborgs lasarett sattes ett tält upp för att kunna sanera patienter som skadats av kemikalie. Personerna som transporterades till sjukhuset med befarade skador av kemikalie fick först vänta utomhus och sedan i ett fordon innan saneringsstationen var upprättad. Den ambulans som körde de två första personerna till sjukhuset togs ur drift då den blev kontaminerad av kemikalie.

Det var sammanlagt sex personer som fördes till sjukhuset på grund av olyckan. Bland dem fanns enbart lindriga symtom av påverkan från kemikalie.

Sammanlagt fanns åtta ambulanser och en särskild kemiläkargrupp tillgänglig på brytpunkten vid Kemira Kemi.

Personal i Kemira Kemis särskilda mätgrupp uppfattade endast en förnimbar svavellukt i vindriktningen.

Förstärkande enheter med kembefäl från Malmö och Perstorp anlände till ledningsplatsen vid Kemira Kemi vid sextiden på morgonen. Vid den tidpunkten var RL i huvudsak inriktad på arbetet med avspärningarna och det saknades en tydlig bild av läget inom skadeområdet. Samtidigt undersöktes information om det fanns några skador hos besättningen ombord på fartyget M/T Trans Tind som lämnat kajen.

Kembefälen föreslog att de skulle bilda en kemstab med uppgift att dra upp riktlinjer för den taktiska insatsen i området vid Kopparverkshamnen där själva olyckan med cisternen inträffat.

Statusen för besättningen ombord på fartyget M/T Trans Tind var okänd för RL fram till ca kl. 08:20 då information kom via en enhet från Kustbevakningen som varit ute vid fartyget och konstaterat att alla ombord var oskadade.

#### 1.14.5 Avspärningar

Uppgifter om vilka avspärningar som RL ville ha utförda av polisen rapporterades till HALS ca kl. 05:05.

Avspärningarna genomfördes av polisen efter beslut av RL. Inom avspärrat område uppmanades människor att hålla sig inomhus med dörrar och fönster stängda samt stängd ventilation.

Första avspärningarna utfördes ca 1 km från olycksplatsen enligt de planer som fanns förberedda. Målet var att spärra av 2,5 km från olycksplatsen men området begränsades till en början med hänsyn till hur många poliser som fanns tillgängliga för uppdraget.

Under fredag förmiddag utökades området och begränsades av Sydhamngatan, Rännarbanan, Lagmansgatan, Landskronavägen och Lybecks-gatan, figur 15. Vid Brandförsvaret bedömdes att det bodde ca 7 500 personer inom det avspärrade området. Ingen utrymning utfördes av området som spärrades av.

Flera representanter från företagen i Kemira Kemis närhet kom till ledningsplatsen för att få veta om de kunde fortsätta sin verksamhet eller behövde utrymma. RL beslutade att de personer som redan fanns i området kunde fortsätta med sitt arbete men att inga fler skulle släppas innanför avspärningarna. De som lämnade området fick inte fritt komma tillbaka in i området så länge det var avspärrat. Det krävdes särskilt tillstånd för att få komma innanför avspärningarna.

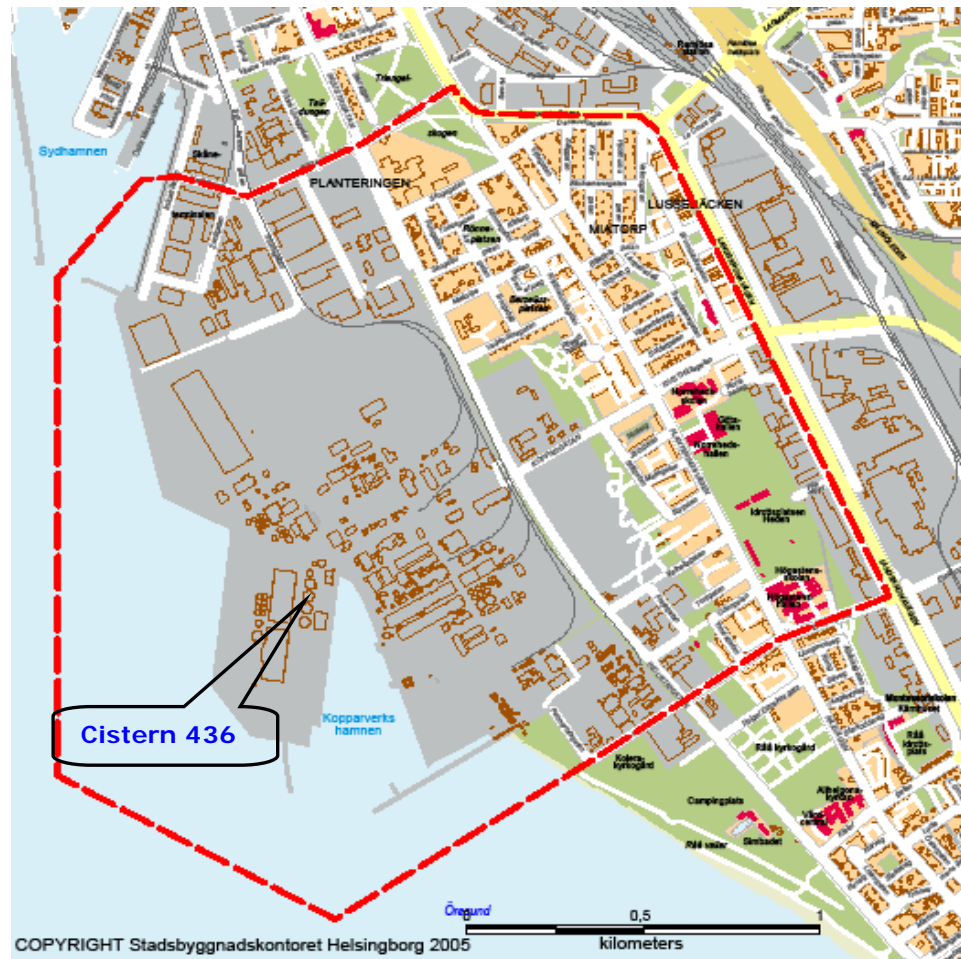


Beslutet innebar problem för verksamheterna vid berörda företag. Ett exempel var att Kemira Kemi hade svårt att få in avlösning till sin egen personal.

Under fredagen minskades sedan det avspärrade området och begränsades av infarterna från Nadingatan, Strandbadsvägen, Hästhagsvägen, Landskronavägen, Elektrogatan och Högastensgatan, figur 16. Vid Brandförsvaret bedömdes att det bodde ca 4 500 personer inom det avspärrade området.



Figur 15. Avspärrat område fredag förmiddag



Figur 16. Avspärrat område till söndag 2005-02-06 kl. 17:00

Efter undersökningar av geotekniker och beräkningar av konsekvenser av ytterligare utsläpp från närliggande cistern flyttades avspärrningen ca kl. 17:00 på söndagen den 6 februari till staketet runt Kemira Kemis industriområde.

#### 1.14.6 Varning till allmänheten

Lagen (2003:778) om skydd mot olyckor, LSO, innehåller inga uttryckliga bestämmelser om myndigheters skyldigheter att varna och informera allmänheten. Skyldigheten att varna och informera allmänheten ingår som en följd av vad som definieras som räddningstjänst. Varning och information till allmänheten är därmed en del i räddningsinsatsen.

Allmänheten i Helsingborgs tätort och ytterområdena Laröd, Ödåkra och Råå kunde varnas genom signalen "Viktigt meddelande"<sup>18</sup> via utomhusvarning med ljudsändare (tyfoner).

Systemet var indelat i två sektioner för södra och norra delen av Helsingborg samt en förprogrammerad zon 3000 m runt Kemira Kemis anläggning. Hela varningssystemet kunde aktiveras från såväl HALS som Kemira Kemi.

I samband med aktivering av utomhusvarning via signalen "Viktigt meddelande" ska också varningsmeddelande VMA sändas i radio och TV. RL

<sup>18</sup> Signalen viktigt meddelande är utomhusvarning med ljudsändare (tyfoner) som följs av varningsmeddelande, VMA, i radio och TV. Signalen består av 7 sekunder långa ljudstötter med 14 sekunders paus emellan. Den ska ljuda i minst två minuter.

alternativt namngiven person på Kemira Kemi (endast vid olyckor inom Kemira Kemi) hade enligt gällande planläggning befogenhet att besluta om signalen "Viktigt meddelande" skulle aktiveras. Helsingborgs Brandförsvaret var i samtliga fall ansvarigt för nödvändig information till media när signalen "Viktigt meddelande" utlösts och VMA, skulle sändas ut via etermedia.

LBM i HALS begärde ca kl. 05:12 att SOS-centralen skulle vara beredd att aktivera VMA i Helsingborg. Det kom in en stor mängd telefonsamtal från bl.a. media som önskade uppgifter om vilka risker som fanns och vilken information som gällde för allmänheten. Från ca kl. 05:30 svarade personalen i HALS att VMA skulle komma att utlösas. Dokumentationen är otydlig med avseende på om VMA omfattade utomhusvarning med signalen "Viktigt meddelande" via tyfoner eller inte.

RCB initierade ett meddelande till media angående utsläppet av svavelsyra vid Kemira Kemi. Det första faxet som skickades beskrev kemikalien oleum eftersom inget förberett meddelande fanns för svavelsyra.

Sveriges Radio sände ca kl. 05:50 en varning med information om olyckan i form av ett VMA. Lyssnarna uppmanades att hålla sig inomhus och stänga dörrar och fönster. Informationen repeterades flera gånger och sändes även i text-TV och andra etermedia. Informationen innehöll uppgifter om ett utsläpp av oleum enligt underlaget från brandförsvaret.

RL kontaktade LBM vid HALS ca kl. 06:15 och begärde att "signalen viktigt meddelande" (tyfonlarm) skulle utlösas åtföljt av varningsmeddelande, VMA, i radio och TV. Avsikten från RL var i detta läge att "signalen viktigt meddelande" skulle aktiveras lokalt och inte i hela Helsingborg.

Helsingborgs kommun kom ut med varning till allmänheten på kommunens hemsida ca kl. 06:17. En representant från kommunen fick ungefär samtidigt besked från LBM vid HALS att riskområdet var Helsingborgs Stad.

Signalen "Viktigt meddelande" aktiverades från HALS ca kl. 06:26 på alla 62 ljudsändarna i hela Helsingborg. Därefter sändes efterföljande informationen VMA.

Signalen "Viktigt meddelande" satte också igång RDS-mottagarna<sup>19</sup> runt kärnkraftverket i Barsebäck. Sedan år 2002 aktiveras RDS-systemet även vid andra allvarliga olyckor, t.ex. olyckor med farligt gods. Orsaken till aktivering så långt från Helsingborg har inte undersökts närmare.

En konsekvens av varningen till allmänheten blev t.ex. att alla skolor i kommunen hölls stängda under fredagen.

Personal t.ex. inom sjukvården tvekade om de kunde bege sig till sina arbetsplatser för att hjälpa till i den uppkomna situationen.

Lasarettet stängde ventilationen till sjukhusets byggnader.

Helsingborgs Hamn fick, efter förfrågan ca kl. 06:10 till HALS, besked om att färjetrafiken kunde pågå utan inskränkningar.

Personer ringde till bl.a. SOS-centralen med början ca kl. 08:30 och frågade om det var fritt att gå ut igen då de hört den informationen på radio. Det var inte tydligt vad som gällde och vem som tog beslut om t.ex. stängning av olika verksamheter.

Det kan klart konstateras att det i samband med olyckshändelsen var långt ifrån klart för alla inblandade i räddningsarbetet vad som alltid avsågs och vilken skillnaden är mellan signalen "Viktigt meddelande" och varningsmeddelande VMA. Begreppen kan uppfattas förvillande lika och missförstånd kan lätt uppstå i stressade situationer i samband med en akut

<sup>19</sup> RDS: Radio Data System. Inom inre beredskapszonerna runt kärnkraftverken har hushållen tilldelats särskilda radiomottagare för varning inomhus.

räddningsinsats där de formellt riktiga benämningarna sällan används fullt ut.

Signalen "Faran över"<sup>20</sup> sändes på söndagen den 6 februari ca kl. 17:52 på 26 av samtliga 62 ljudsändare/tyfoner i hela Helsingborg. Det var två dygn och 11 timmar efter att signalen "Viktigt meddelande" sändes ut.

#### 1.14.7 Ledning av räddningsinsatsen

##### *På skadeplatsen*

Räddningsledaren, RL, utövade ledning och samordning av räddningsinsatsen. Han fanns i ett ledningsfordon vid Kemira Kemi. RL arbetade enligt planläggningen i nära samarbete med polisinsatschef och ledningspersonal från sjukvården, sjukvårdsledaren, samt Kemira Kemis katastrofledare.

I rollen som RL tjänstgjorde ett stort antal personer under insatsen. Det var inte enbart personal från Helsingborgs Brandförsvaret utan även personal från minst sex andra kommuner. I vissa fall var det personal som hade begränsade kunskaper om såväl organisationen inom Helsingborgs Brandförsvaret som om verksamheten och riskerna inom industrin vid Kemira Kemi.

För hjälp med kommunikation, dokumentation, mediakontakter m.m. hade RL hjälp från en operativ stab med en egen stabschef i ledningsfordonet.

Den direkta ledningen av själva insatsen i skadeområdet utfördes av en skadeplatschef som var underställd RL. Även funktionen som skadeplatschef upprätthölls under insatsen av många olika personer. Förutom personal från Helsingborg tjänstgjorde personer från minst sju andra kommuner. Skadeplatschefen samverkade enligt planläggningen med bl.a. Kemira Kemis skadeplatsledare.

Skadeplatschefen delade in räddningsinsatsen i ett antal sektorer där varje sektor hade specifikt angivna uppgifter. För sektor "kem" inrättades också en egen särskild stabsfunktion med en kemstab i en av Kemira Kemis byggnader på området. Inledningsvis var kemstaben bemannad med kembefäl från Malmö och Perstorp, personal från Kemira Kemi och Brandförsvarets särskilda kontaktperson till Kemira Kemi.

##### *Bakre ledning vid brandstation Bårslöv*

Brandförsvaret informerade Helsingborgs kommundirektör om olyckan. Kommunledningen sammankallades därefter vid sjutiden på morgonen på brandstationen i Bårslöv. En tjänsteman stannade därefter kvar på brandstationen som länk mellan kommunledning och den stab som var Brandförsvarets bakre ledning.

En representant från kommunens Miljöförvaltning och sjukvårdens tjänsteman i beredskap, TiB, fanns också närvarande i den bakre ledningen.

En presskonferens hölls ca kl. 08:10. RCB meddelade då att risken för staden var över. Uppmaningen att alla skulle stanna inne gällde inte längre.

Den bakre ledningen beslutade t.ex. att polisen skulle lotsa personal till ett vårdhem som låg innanför avspärrat område. Logi skulle vid behov ordnas för de personer som inte fick komma till sin bostad innanför avspärrningen. Det fanns också behov av försörjning med livsmedel till det avspärrade området. När samverkansbefäl från polisen anlände till Bårslöv löstes många av frågorna angående avspärrningarna.

<sup>20</sup> När faran upphört ska signalen "faran över" sändas. Det är en 30 sekunder lång sammanhängande signal.

Staben i Bårslöv upplevde att det kom in få lägesrapporter från skadepplatsen, vilket gjorde det svårt att få en klar bild av räddningsarbetet som pågick.

#### *Kommunens informationsorganisation*

Helsingborgs Brandförsvaret fick år 2003 i uppdrag av Kommunstyrelsen att skapa en informationsplan för krishändelse. Vid tillfället för olyckan var Helsingborgs stads krisinformationsorganisation inte organiserad på ett slutgiltigt sätt. Personal kom i detta fall att placeras vid brandstationen i Bårslöv, vilket innebar kort väg för information från Brandförsvarets bakre ledning.

Även informationsorganisationen upplevde brist på uppgifter om själva räddningsarbetet. Den information som kom in publicerades på kommunens hemsida vilken även media sedan länkade till.

Inom krisinformationsorganisationen fanns personal som svarade för den direkta kontakten med allmänheten. Telefonnummer lämnades ut till allmänheten via radio, text tv, lokaltidningarna och kommunens webbplats. Det fanns tre telefoner för inkommande samtal och inledningsvis ringde dessa telefoner oavbrutet.

Rykten som kom in från allmänheten kunde snabbt dementeras med uppgifter via webbplatsen.

Informationsstaben organiserade presskonferenser där representanter för Kommunledningen, Brandförsvaret samt Kemira Kemi: s VD deltog.

Omkring en månad efter olyckan lät kommunledningen utvärdera informationsinsatserna genom ett opinionsundersökningsföretag. Undersökningsresultatet redovisades bl.a. av kommunen via webbplatsen.

#### 1.14.8 Operativ keminsats

Kembefälet från Malmö initierade larmning av delar av den nationella storskaliga släckutrustningen, SMC, inkl. personal.

Då kembefälen från Malmö och Perstorp kom fram till ledningsplatsen vid sextiden på morgonen, ca 1,5 timme efter att olyckan inträffade, hade Brandförsvaret inte varit inne i skadeområdet vid Kopparkshamnen.

RL beslutade att omedelbara åtgärder skulle sättas in för att begränsa spridning av gasmoln mot de centrala delarna av Helsingborg.

I samråd med RL begav sig kembefälen in i området där det luktade syrligt. Syrablandningen uppfattades på vissa ställen koka. En avsevärd mängd stenblock låg spridda som begränsade framkomligheten.

Vid sjutiden började de första insatsstyrkorna köra ner till området och den första åtgärden var att bygga upp vattenledningar och förbereda för nedtvättning av gasmoln.

Kemstaben samlades strax efter kl. 08:00 för att gå igenom och analysera läget samt prioritera åtgärder.

Ett område på ca 100 000 m<sup>2</sup> inklusive invallningen var kontaminerat med en blandning av syra och vatten. Innanför den skadade invallningen fanns syra (ca 40 %) med yttemperaturen ca 75 °C. Inom invallningen fanns också ytterligare en cistern med ca 12 000 m<sup>3</sup> svavelsyra. Det var osäkert om grundläggningen till den cisternen skadats. Med en sådan skada bedömdes det finnas risk för nya utsläpp. Den största konsekvensen skulle uppstå om även den cisternen rämnade och nya gasmoln bildades.

Det beslutades bl.a. att invallningens syrablandning skulle tömmas direkt till hamnbassängen för att minska risken för frätskador på någon av de kvarvarande cisternerna. Syran på marken skulle också pumpas bort.

I kemstaben beslutades vilken säkerhetsnivå som skulle gälla och vilka resurser som behövdes. Resurser beställdes, och andra viktiga beslut fattades i kemstaben, utan att vare sig RL, dennes stab eller den bakre ledningen alltid blev informerade.

Behovet av information till insatspersonalen var omfattande. Informationen gällde i huvudsak säkerhetsfrågor, t.ex. krav på skyddsnivå, bortspolade brunnslöck, säker färdväg etc.

Under insatsen användes tre-zonindelning av skadeplatsen med röd (het zon), gul (varm zon) och grön zon (kall zon).

Den röda zonen omfattade det kontaminerade området samt invallningen. Som personligt skydd i den zonen valdes en kombination med kemskyddsdräkt och filtermask.

Den gula zonen omfattade saneringsplats och materieldepå. Som skyddsnivå valdes branddräkt med direkt tillgång till filtermask.

Området utanför den gula zonen, grön zon, krävde ingen speciell personlig skyddsutrustning.

Saneringsplatser upprättades för personal, materiel och fordon.

Under insatsen frättes kopplingarna sönder på vattenslangar och även kablar m.m. som kom i kontakt med syrablandningen.

Urpumpning från invallningen påbörjades strax före kl. 12:00. Insats med slamsugningsbilar för att ta upp vätska från markytan påbörjades strax före kl. 14:00.

Sambandet med radio och telefon visade på brister under insatsen. För mobiltelefoner var täckningen i området ett känt problem sedan tidigare.

#### 1.14.9 Räddningsinsatsen i övrigt

Sammanfattningsvis genomfördes följande åtgärder under räddningsinsatsen:

- syrablandningen i invallningen pumpades direkt ner i hamnbassängens vatten för att minska angrepp av korrosion på kvarvarande cistern som innehöll kemikalie,
- marken stabiliserades genom att fylla igen den grop (ca 1500 m<sup>3</sup>) som bildades vid utsläppet av svavelsyra,
- mätning vid två tillfällen (fredag och lördag) för att undersöka ev. påverkan av korrosion på cisternen som innehöll svavelsyra. Ingen påverkan kunde upptäckas,
- kontrollmätning för att upptäcka ev. rörelser av cisternen som innehöll svavelsyra. Geotekniker engagerades under lördagen,
- provborrning utfördes under söndagen för kontroll av marken vid sidan av cisternen som innehöll svavelsyra,
- provborrning i fundament till cisternen som innehöll svavelsyra för att kontrollera betong och armering,
- beräkningar utfördes under söndagen på effekterna om cisternen som innehöll svavelsyra skulle rämna,
- syrablandning togs upp från kontaminerad mark,
- röjning av slam och fyllnadsmassor samt spolning med vatten från tankbil.

Räddningstjänsten avslutades kl. 01:20 måndag 2005-02-07. Därefter vidtog saneringsskede m.m.

## 1.15 Övrigt

### 1.15.1 Vidtagna åtgärder efter olyckan

#### *Kemira Kemi*

En ny tankfarmsanläggning har uppförts med cisterner för svavelsyra. Invallningen kring anläggningen är dimensionerad för att klara volymen av en cistern + 10 %.

Nya kylvattenledningar för saltvatten har anlagts. Ledningarna är utförda av plastmaterial som inte är känsligt för korrosion och förlagda synliga ovan mark eller i kulvert.

En instruktion har tagits fram som innebär att pumparna till kylvattenledningarna inte ska startas vid tryckfall. Det finns också en förregling som innebär att om trycket sjunker under en viss nivå så kan inte pumpar startas alternativt så stoppas de automatiskt.

En rutin har tagits fram och införts för fortlöpande tillsyn och kontroll av ledningarna i kylvattensystemet.

Kemira Kemi har arbetat med att förbättra arbetsmiljön och Arbetsmiljöverket gav den 26 november 2005 företaget en "eloge för arbetet med rutinen för fortlöpande tillsyn och underhåll".

#### *Brandförsvaret i Helsingborg*

Efter olyckan vid Kemira Kemi har Helsingborgs stadsrevision genomfört en granskning av Räddningsnämnden och Brandförsvarets koncept med de särskilda samverkansavtal som upprättats med ett antal industrier från näringslivet. Granskningen har medfört att Brandförsvaret tydligare definierat verksamheterna enligt avtalen respektive tillsyn enligt LSO. Samtidigt genomför Brandförsvaret, i likhet med tidigare, de olika verksamheterna med personal från olika avdelningar.

### 1.15.2 Jämställdhetsfrågor

Området har för denna olycka inte bedömts aktuellt för närmare granskning.

## 2 ANALYS

### 2.1 Cisternens stålkonstruktion

Hållfasthetsberäkningar från projekteringen innan cisternen byggdes har kontrollerats och några avvikelser från de bestämmelser som gällde kunde inte konstateras.

Cisternens stålkonstruktion inspekterades innan den revs efter olyckan.

Dragprovning och kemisk analys har genomförts på provplåtar från den havererade cisternen. Viss marginell avvikelse från krav i materialstandard har konstaterats. Bedömning av materialexpert anger att avvikelsen inte väsentligt bör öka risken för sprickbildning och brott.

Sammanfattningsvis är slutsatsen att den havererade cisternen av stål före olyckstillfället uppfyllde gällande svenska föreskrifter och standarder.

Konditionen på cisternen av stål var sådan att den skulle kunna ha blivit godkänd för ytterligare sex års drift.

Det elliptiska hål som revs upp i cisternens botten uppstod som resultat av att botten på det området saknade nödvändigt stöd av underliggande betongplatta som underminerats.

Det var det snabba tömningsförloppet som orsakade undertryck i cisternen vilket medförde omfattande skador på tak och mantel.

Det har inte framkommit några omständigheter som tyder på att konstruktion, utförande eller befintlig kondition var en förklaring till att själva cisternen av stål havererade.

## 2.2 Miljöpåverkan

Miljöpåverkan av utsläppet bedöms vara av lokal och kortsiktig karaktär och inga stora effekter har konstaterats utanför hamnbassängen. Påverkade arter kan förväntas återta sina positioner.

Det största långsiktiga hotet mot miljön bedöms vara eventuell urlakning av metaller från hamnområdet ut till Öresunds vatten, som följd av sänkt pH-värde i marken.

## 2.3 Vattenledningsröret

De höga kloridnivåer som uppmätts och den pH-sänkning som angreppet av syra orsakat har medfört att armeringen i vattenledningsröret inte längre haft det skydd som betong normalt innebär för stål som gjuts in. Orsaken till att korrosion på armeringen trots detta inte startat är troligen att syretillgången varit begränsad. Dels har röret legat i mark som varit vattenmättad eller haft ett högt fuktinnehåll, dels har armeringen varit ingjutet i en betong av mycket hög kvalitet, i vilken syretransporten är långsam.

Korrosion av armeringen bedöms därför inte varit orsak eller delorsak till att vattenledningsröret sprang läck.

Röret som slungades iväg hade flera små hål och en större skada vid ena änden på röret. De små hålen hade en sådan utformning att betongen måste ha lossnat inåt. En trolig förklaring är att dessa skador uppstått när röret slungades iväg och stött mot föremål. Det går dock inte helt utesluta att häftiga tryckfall i röret kan skapa liknande skador. Den rimligaste förklaringen torde dock vara att de små hålen uppkommit vid olyckstillfället.

Det större hål som fanns vid ena änden på röret hade en annan karaktär. Även denna skada uppstod troligen vid olyckstillfället då röret slungades iväg genom att änden på röret knäcktes mot angränsande rör.

Orsaken till avfrätningen på rörets utsida är ett starkt angrepp av syra där kalciumkomponenter i cementpastan brutits ner av syran som därefter reagerat med sulfatjoner och bildat gips under stor volymexpansion som orsakat sprickbildning och avflagning.

Det är högst sannolikt frågan om ett angrepp av svavelsyra eftersom den både bryter ner kalciumhydroxid och kalciumsilikathydrater i cementet och tillför sulfatjoner.

En möjlig förklaring till den ojämna avfrätning som rörets utsida visade kan vara att det delvis legat i grundvattnet. I den fuktigare miljön kan syran lättare passera barriären och de reaktionsprodukter (gips) som bildas löses lättare upp, varvid barriären inte blir lika effektiv som på den del av röret som legat i torrare miljö.



Utifrån skadorna kan man konstatera att angreppet pågått under lång tid. Det går dock inte att utifrån skadans art fastställa exakt hur länge exponeringen pågått.

Det angrepp som skett beror inte på den massiva exponering av svavelsyra som uppkom vid olyckstillfället. Insidan och rördetaljer som varit skyddade mot den sura marken hade inte synbart skadats av kontakten med svavelsyran vid olyckstillfället.

När det täckande betongskiktet försvinner helt eller delvis av frätskadorna försvinner också det jämna tryck som den spända armeringen ska ge betongen. Dessa delar förlorar därmed en stor del av sin hållfasthet. Den frilagda armeringen bildar även ett moment som ger upphov till en dragspänning på insidan av röret som, beroende på förspänningens storlek, kan medföra att betongen uppnår sin dragspänning och brister.

Det har inte varit möjligt att påvisa exakt var läckaget startade.

Däremot är det otvivelaktigt så att betongen skadats kraftigt i den aggressiva miljön och att skadorna på betongen, som uppstått under lång tid, är en mycket trolig förklaring till att läckaget inträffade.

Det är uppenbart att betong som ligger i en miljö förorenad med svavelsyra i den koncentration som förekommit i anslutning till röret ska skyddas om inte betongen hålls under kontinuerlig uppsikt och repareras eller byts ut när så är nödvändigt.

## 2.4 Cisternens grundläggning

### 2.4.1 Vattenläckans påverkan

Före olyckan bedöms det inte ha funnits några större hål på vattenledningen. Den sandiga jordens dräneringskapacitet är relativt låg. Större hål borde ha medfört skador som observerats i form av gropar eller s.k. slukhål i markytan eller att marken blivit uppluckrad. Den stenfyllning som troligen låg nära ledningsbrottet kan alternativt ha dränerat bort ev. läckande vatten och därigenom hindrat indikationer på markytan.

Det hål som uppstod på vattenledningen ca en timme innan olyckan bedöms som relativt stort. Inte fullt hälften av arbetstrycket på sex bar kunde uppnås trots att en andra pump kopplades in. Det är uppenbart att vattenstrålen från hålet varit mycket kraftig och att jorden i strålens riktning utsatts för kraftig påverkan. Man kan anta att en allt större jordvolym förlorat sin hållfasthet och förändrats till ett material liknande en slurry.

Vattenstrålen kan också antas till största del ha varit riktad neråt och möjligen även riktad in under cisternen. Om strålen i huvudsak varit riktad uppåt hade jorden ovanför läckan spolats bort inom ett begränsat område och en ren vattenstråle hade uppstått. Ytterligare två förhållanden stöder antagandet om en stråle som varit riktad neråt. De sättningar som uppkommit under återkommande fyllning av svavelsyra i cisternen bör ha varit större i närheten av cisternen och där medfört dragspänningar i ledningens underkant som kan ha medverkat till brottet. Även rörets betong var mer angripen och försvagad i dess undre del.

När vattenstrålen efter hand luckrat upp omgivande jord kan också vattenledningen ha utsatts för rörelser som i sin tur medfört ytterligare skador på röret och ökad utströmning av vatten.

När tryckfallet upptäcktes fanns möjlighet att omgående stänga vattenflödet. Sandens uppluckring hade då upphört och packningsgrad och bärlighet hade endast försämrats inom ett mindre område. Sannolikt hade cister-

nen då inte havererat. Kontroller och åtgärder hade kunnat vidtas efter att tanken tömts.

#### 2.4.2 *Cisternens botten öppnades*

De geotekniska förutsättningarna medgav att sanden helt förlorade sin bärrighet när den luckrades upp till en slurry av vattenstrålen. Inom det uppluckrade området fanns inget som höll emot lasten från cisternen. Stålet i cisternen och betongplattan var inte dimensionerade för situationen. När spänningarna i materialen blev för stora uppstod först deformationer och därefter överstegs gränsen för brott och cisternens botten öppnade sig. Exakt hur brottförloppet gick till har inte beräknats då det är helt uppenbart att den uppkomna situationen leder till brott för både stålet i cisternen och betongplattan under.

#### 2.4.3 *Cisternen tömdes på svavelsyra*

Svavelsyran tömdes genom hålet och kraften av syrans flöde länkades av mot öster. Det var i huvudsak den av vattenläckan uppluckrade jorden tillsammans med en stor mängd sten som spolades bort. Detta tyder på att den gamla strandlinjen sannolikt legat under den östra delen av cisternen och nära vattenledningen dvs. ca 60 m från kajen.

Flödet av svavelsyra medförde inte någon bakåtgripande erosion in under betongplattan. De nedböjda lutande delarna av cisternens plåt och betongplattan har skyddat mot bakåtgripande erosion.

#### 2.4.4 *Säker förläggning av ledningar*

Markförlagda tryckledningar kan förläggas på ett säkert avstånd från grundläggningar av olika anläggningar och byggnader. Avståndet är beroende av jordlagrens innehåll och grundläggningens känslighet mot skador samt vilka konsekvenser skadorna kan få. Riskanalyser bör användas oberoende om ämnet som pumpas i sig är farligt eller inte. Även rörets dimension och vätskans tryck har betydelse.

Markförlagda tryckledningar som kan innebära risker för grundläggningar kan kontrolleras genom mätningar och kontroller. Rören kan t.ex. provtryckas regelbundet och markens rörelser kan kontrolleras genom inmätningar. Gränsvärden för markrörelser kan upprättas med utgångspunkt från ledningens material, ålder m.m.

Det bör övervägas om ledningar som kan innebära risker för grundläggningar istället på ett sammanlagt säkrare sätt kan förläggas ovan jord.

Vid oplanerade tryckfall kan rutiner införas som säkerställer att flödet stängs av automatiskt.

Ledning kan förläggas i skyddsrör där en ledningsläcka kan orsaka skador på omgivningen eller där laster och markdeformationer kan orsaka skador på ledningen.

### 2.5 *Syrans egenskaper och personskaderisker*

Systemet svavelsyra-saltsyra-vatten har inte varit väl utrett. De beräkningar som utförts innehåller ett antal bedömningar och antaganden i brist på exakta värden som ger en osäkerhet i uppskattad källstyrka. Exakta detaljuppgifter har rent praktiskt inte kunnat inhämtas, beroende på olyckans karaktär när stora mängder svavelsyra och saltvatten blandades och ett primärmoln av klorväte bildades under de första minuterna efter haveriet.

Den personal inom industrin som befann sig i riskområdet och även passerade genom klorvätemolnet gav uttryck för att det uppstod skadliga koncentrationer, vars effekter stämmer väl överens med de beräknade.

Enligt genomförda beräkningar gav den häftiga reaktionen stora mängder klorväte i ett moln med i vindriktningen gradvis avtagande koncentrationer och toxisk effekt. Det fanns förutsättningar för allvarliga skador på människor inom industriområdet. De koncentrationer som fortfarande rådde av klorväte efter 30 min var så höga att en människa som utsatts för molnet skulle ha blivit kraftigt irriterad. Cirka en timme efter händelsen närmade sig koncentrationerna i molnet nivåer som kan anses ofarliga. Molnet hade då förflyttat sig ca 10 km.

Omständigheterna och riskerna bör göras kända för berörda anläggningar där lagring och transporter förekommer på platser som kan medföra motsvarande risker. Även aktuella tillstånds- och tillsynsmyndigheter samt samhällets räddningsorgan bör ges möjlighet att ta del av erfarenheterna från den aktuella olyckan.

Inga personskador uppkom vilket får tillskrivas ett antal positiva omständigheter vid tillfället. Det fanns vid tidpunkten på dygnet få personer inom industriområdet och det markområde som molnet passerade över. Molnet med klorväte förflyttades inte in över angränsande bostadsområden. Aktuell vindriktning innebar att molnet till största del förflyttade sig ut över havet. Alla personer som befann sig inom riskområdet kunde själva, eller med rekvirerad hjälp, ta sig ur riskområdet. De båda anställda som passerade genom primärmolnet av klorväte genomförde en snabb passage med primitivt skyddad andning. Det innebar kort exponeringstid som snabbt följdes upp med tvättning av exponerad hud. Det sansade beteendet medförde att inga personskador uppstod.

## 2.6 Extern och intern kravbild

### 2.6.1 Extern kravbild

Det har framkommit att Kemira Kemi följt de krav, tillstånd och de förutsättningar som ställts av yttre kravställare enligt Sevesolagstiftningen.

Det kan noteras att ingen yttre kravställare hade påpekat att riskanalyser skulle utföras på servicesystemen som kylvattenledningen ingick i.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om trycksatta anordningar är inte tillämpliga för aktuell kylvattenledning av betong. En komplettering av tillämpningen för dessa föreskrifter skulle kunna medföra möjlighet till både krav på riskbedömning och fortlöpande tillsyn för aktuell typ av kylvattenledningar.

Någon tillsyn av den farliga verksamheten hade inte genomförts av Helsingborgs Brandförsvaret eftersom man ansåg att samverkansavtalet mellan Brandförsvaret och Kemira Kemi hanterade dessa frågor. Parallellt med Brandförsvarets roll som rådgivare enligt samverkansavtalet ska kravet på genomförande av tillsyn enligt LSO utföras. Den uteblivna tillsynen är en fråga för Länsstyrelsen att beakta i samband med tillsyn av Brandförsvarets verksamhet.

### 2.6.2 Intern kravbild

Säkerhetsarbetet vid Kemira Kemi behandlade alla de delar som Sevesobestämmelserna angav att ett säkerhetsledningssystem skulle innehålla och hade i stort ett ambitiöst upplägg.

När det gällde säkerhetsledningssystemet uppmärksammades att kriterierna kunde förtydligas för hur riskanalyser ska avgränsas och hur de ska granskas.

Det är tydligt att det nära samarbete som fanns mellan Helsingborgs Brandförsvär och Kemira Kemi inverkat positivt på företagets säkerhetsarbete och ambitionsnivån i säkerhetsfrågor, t.ex. för beredskapsplaneringen.

Arbetsmiljöverket har efter olyckan granskat och bedömt att inspektion av vattenledningar bör ingå i området fortlöpande tillsyn.

Det hade tidigare innan olyckan förekommit läckage på kylvattenledningar med saltvatten. Dessa händelser hade dokumenterats och åtgärdats i underhållssystemet men inte analyserats och sammanställts som avvikelser. Det förefaller som om dessa händelser inte heller använts som indata till riskanalyser, samtidigt som möjligheten funnits.

Att riskanalys av befintliga system och användning av data från inträffade händelser och avvikelser inte var helt tydlig och styrd kan ha inneburit att riskkedjan med stort rörbrott på kylvattenledningen med saltvatten, markerosion och cisternkollaps inte upptäcktes inom Kemira Kemi. Det måste dock påpekas att det är händelser i flera led som då skulle ha behövt identifieras vilket är en betydande svårighet i ett komplext system.

Det var alltså sammanfattningsvis svårt att identifiera risksekvensen att ett rörbrott skulle medföra en kollaps av en cistern. Som försvärande förhållanden kan nämnas:

- att servicesystemen, där kylvattenledningar med saltvatten ingår, inte betraktades som ett risksystem,
- avsaknaden av riskanalys i samband med byggnation av invallningen runt cisternerna,
- att uppgifter om mindre läckage inte analyserats och använts som data för riskanalys.

## 2.7 Räddningsinsatsen

### 2.7.1 Alarmering och första åtgärder på skadeplats

Efter det första inkomna larmet till HALS tog det ca 11 min innan SOS-centralen kontaktades och ca 16 min innan polisens ledningscentral fick information om olyckan. Första skadeavhjälpare enhet från Brandförsväret var framme vid Kemira Kemis anläggning efter ca 24 min. Tiderna är generellt sett ovanligt långa. Inga särskilda omständigheter har framkommit som förklarar den fördröjda handläggningen. Av händelsen framstår det som nödvändigt att se över och säkra kvalitén i brandförsvarets egen larm- och ledningscentral.

Räddningsledaren bedömde att de två inledningsvis saknade personerna var förlorade om de inte lyckats rädda sig själva. Underlaget för detta ställningstagande framstår som otillräckligt mot bakgrund av att ingen rekognosering hade utförts i området. Det är långt vanligare att alla möjliga resurser snabbt avsätts i ett akut livräddningsskede, speciellt när omständigheterna är osäkra. De två personerna som saknades kom dessbättre själva till ledningsplatsen ca 13 min efter att räddningsledaren anlät till Kemira Kemi.

Ingen orientering hade utförts närmare cisternen än 300 m under den första timmen efter olyckan. Vid sjutiden på morgonen, ca 2,5 tim efter olyckan, började de första insatsstyrkorna köra ner till området i Kopparverkshamnen. Det är givetvis oerhört många och svåra beslut som ska fattas

i samband med en sådan här typ av olycka. Samtidigt är en förutsättning för effektiva insatser att dessa kan påbörjas både snabbt och säkert. De första insatserna på platsen tycks i efterhand ha präglats av en stor försiktighet som i och för sig är både nödvändig och välmotiverad, samtidigt som effektiva insatser är en målsättning där tidsaspekten ingår som en viktig del.

Inga negativa konsekvenser för resultatet av insatsen har i detta fall framkommit av aktuella tidsperspektiv.

### 2.7.2 Skadebegränsande åtgärder

Brandförsvarets möjlighet att genomföra en räddningsinsats för att begränsa de omedelbara skadorna kan värderas utifrån ett resonemang om olika alternativ för att genomföra insatsen. Det är naturligtvis möjligt, och i vissa fall väsentligt, att vid samma olycka genomföra flera av angivna alternativ.

#### *Insats mot källan*

Ett alternativ var möjligheten till insats direkt mot källan för att begränsa pågående utsläpp av svavelsyra. I detta fall tömdes cisternen på innehållet av ca 8 900 m<sup>3</sup> svavelsyra under 2,5–4 min. Det kan konstateras att cisternen i praktiken var tömd innan någon räddningsenhet ens blivit larmad. Någon begränsning av utsläppet var därför inte möjlig att genomföra av Brandförsvaret.

Förhållanden som kunnat hindra ett okontrollerat utflöde till kaj och Öresunds vatten hade varit en invallning med tillräcklig volym på säkert avstånd från vattenledningen med en mekanisk hållfasthet som kunnat stå emot den kraft som svavelsyran genererade vid utsläppet.

#### *Insats för begränsning av primärmolnet med klorväte*

Ett andra alternativ är en direkt insats för att begränsa det moln som bildades när svavelsyra och vatten från Öresund blandades.

Även här gör tidsaspekten att någon sådan insats inte var praktisk möjlig då det stora primärmolnet av klorväte bildades under de första minuterna efter utsläppet. I det skedet fanns ännu inga räddningsenheter framme vid Kemira Kemi. Samtidigt var det inte heller känt vad molnet bestod av.

Efter ca tio minuter när primärmolnet i stort lämnat industriområdet var koncentrationerna under avtagande i luften. Koncentrationerna ovan de bildade pölarna på marken blev så låga att risken för skada var låg även vid långa vistelsetider. I praktiken var det endast fråga om kontaktrisker som kvarstod, dvs. att någon i insatspersonalen skulle komma i direktkontakt med blandningen av syra och vatten.

#### *Insats för varning av anställda och allmänhet*

Ett tredje alternativ är att varna de som kan utsättas för ett farligt gasmoln så att personer om möjligt kan förhindras bli utsatta för riskerna.

Det interna gaslarmet, som helt riktigt omgående utlöstes inom Kemira Kemis område, avbröts på grund av strömavbrottet i samband med olyckan. Om systemet hade varit utrustat med nödvändig reservkraft, eller på annat sätt säkerställt funktionen, hade en högre tillförlitlighet uppnåtts. En sådan hög tillförlitlighet kan inte betraktas som oskälig med hänsyn till industrins tillverkning och hantering av olika farliga kemikalier. Varnings- och säkerhetsanordningar måste planeras och utformas så att funktionen kan upprätthållas utan att enkelt slås ut av själva olyckshändelsen.

Uppgifter ringdes in till HALS från en av de personer som tagit sig igenom molnet. Han gav uppgifter om hur molnet förflyttade sig geografiskt

och var kanten på molnet kunde iaktas vid tillfället för samtalet. Information fanns alltså tillgänglig inom brandförsvaret om att någon form av moln, i form av gas eller aerosol spreds i vindens riktning. RL bedömde också att det var ett gasmoln som bildats och som drev med vinden, om än det vid detta tillfälle saknades kunskap om vilken kemikalie det innehöll.

Något varningsmeddelande till allmänheten via VMA gavs inte förrän ca 1 ¼ timme efter att olyckan inträffat. Vid den tidpunkten hade molnet passerat ca 10 km norrut längs kusten. Enligt FOI:s utförda beräkningar hade koncentrationen då sjunkit så mycket att den i praktiken närmade sig en ofarlig nivå.

När signalen "Viktigt meddelande" utlöstes knappt två timmar efter olyckan hade molnet redan lösts upp och ingen fara fanns för allmänheten utanför industriområdet till Kemira Kemi. Det kan i efterhand konstateras att det i detta läge saknades behov av varning för allmänheten.

Det fanns planering för och möjlighet till att i ett inledningsskede snabbt varna med signalen "Viktigt meddelande" och ett efterföljande varningsmeddelande, VMA. Varningsmeddelande tar främst sikte på omedelbara risker där ett meddelande också ska sändas omgående.

Med den vindhastighet som RL hade information om innan han lämnade brandstationen hade gasmolnet kunnat förflyttas ca 1 mil innan signalen "Viktigt meddelande" efter knappt två timmar sändes ut via tyfonerna.

I de fall det är en olycka med en farlig kemikalie i gasform inom ett tätbebyggt område är det sannolikt att allmänheten kan behöva varnas omedelbart. VMA har därför tillkommit för att samhällets räddningsorgan snabbare ska kunna nå allmänheten med varning och information. Syftet med detta är att på ett tidigt stadium ge allmänheten möjlighet att vidta skyddsåtgärder och att söka information. Det finns då inte tid att som vid olyckan avvakta med åtgärden signalen "Viktigt meddelande" och/eller efterföljande information, VMA. I det aktuella fallet avvaktades så länge att utsläppet inte längre utgjorde någon fara utanför industriområdet. Dessbättre kan samtidigt konstateras att någon människa inte kom till skada trots att både signalen "Viktigt meddelande" och informationen VMA fördröjdes kraftigt.

Signalen "Faran över" sändes först ca 2½ dygn efter att olyckan inträffade. De var många oklarheter under den långa tiden om det verkligen fanns omedelbara risker för allmänheten under hela tiden tills signalen faran över sändes ut? Det kan konstateras att själva utsläppet med svavelsyra inte kunde ha motiverat att avvakta med signalen faran över under 2½ dygn.

Risken för nya utsläpp från den fyllda intilliggande cisternen kan vara ett exempel på en orsak till att avvakta med signalen faran över. Samtidigt som en ny varning för ett sådant omedelbart utsläpp torde ha uppmärksammats av allmänheten med stort allvar och intresse och därmed varit en väl så ändamålsenlig strategi än att behålla läget utan att sända faran över under ca 2½ dygn.

Det kan under akuta förhållanden uppstå en stor begreppsförvirring runt varning och informationssystemet. I en pressad situation kan det vara svårt att hålla isär betydelsen och skillnaden mellan signalen "Viktigt meddelande" och efterföljande information "Viktigt meddelande till allmänheten", VMA, samt informationsmeddelande och myndighetsmeddelande. En enkel och tydlig nomenklatur behövs för att de olika delarna säkert ska kunna kommuniceras och skiljas åt vid akuta händelser som kräver snabba beslut för att systemet med säkerhet ska få avsedd effekt. Dessutom bör användare av systemet ges den information, utbildning och övning som behövs för att skapa nödvändig snabbhet och säkerhet vid tillämpningen. Det är extra viktigt då systemet används mycket sällan och i de fall det kan befaras en omedelbar fara för allmänheten.

### *Avspärrningar*

Betydande områden som bl.a. omfattade bostäder hölls avspärrade under ca 2,5 dygn. Personer tilläts lämna avspärrat område medan inpassering endast tilläts efter särskilt tillstånd. Ingen utrymning genomfördes.

Avspärrningarna visar på att det uppstod ett avspärrat område med t.ex. personer fortfarande kvar i sina bostäder samtidigt som boende inte fick återvända till sin bostad om man lämnade området. Parallellt tilläts däremot personal passera in för avlösning av arbetsuppgifter inom industri- och byggverksamhet. De olika prioriteringarna bedömdes och beslutades av ledningen för insatsen. Samtidigt uppstår vid sådana situationer stort behov av att kunna motivera och förklara olika prioriteringar som sker med hänsyn till en och samma bakgrund, nämligen säkerheten för människor.

#### 2.7.3 *Ledning*

Ledningen av en så här ovanligt stor räddningsinsats är mycket krävande och ställer stora krav på samverkan med olika aktörer. Det är få som har erfarenhet av att leda "storolyckor" och det ställer särskilda krav på organisation och bemanning av ledningsorganisationen. Även att upprätthålla en kontinuerlig verksamhet en längre tidsperiod på ett antal dygn under en räddningsinsats kräver en väl fungerande stabsverksamhet.

Rollen som räddningsledare behöver vara tydlig och mandat väl förankrat inom aktuell personalkategori. Förändringar av befogenheter kan undantagsvis behöva göras under en olycka. Det ställer samtidigt krav på tydlighet och information om de nya förutsättningarna till alla som berörs av beslutet.

Vid en skadeplatsledning med olika staber ställs stora krav på information mellan staberna. I detta fall tycks den s.k. kemstaben, åtminstone delvis, ha fungerat som en självgående enhet utan att räddningsledare eller dennes stab informerats i tillräcklig utsträckning eller haft möjlighet till insyn före vissa beslut. Det framstår som högst väsentligt att ledningsmodeller är väl utarbetade i förväg med ett känt arbetsmönster för deltagande personal där också uppgiften för en stab är känd.

#### 2.7.4 *Tjänstgöring/avlösning*

Det har framförts synpunkter som går ut på att vid en olycka av aktuell omfattning ordna en skifttjänstgöring med en mindre grupp nyckelpersoner som återkommer i rollen räddningsledare och skadeplatschef och som avlöser varandra efter nödvändig vila mellan arbetspassen. Med ett sådant system uppnås enklare en kontinuitet i ledningsarbetet. Samtidigt kan det i större utsträckning undvikas att hämta behöriga nyckelpersoner utanför den egna organisationen, vilka sannolikt kan befaras ha svårt att känna till olika lokala förutsättningar, t.ex. inom en komplicerad kemisk fabriksanläggning. Personerna i de här rollerna kan med fördel också arbeta synkroniserat och parallellt med företagets utsedda nyckelpersoner som i detta fall utgjordes av katastrof- och skadeplatsledare.

Generellt gäller också att korta arbetspass ger upphov till stort behov av överföring av information, vilket tar mycket tid och resurser, och som naturligtvis minskar effektiviteten i arbetet. En anpassad avvägning av arbetspassens längd behöver göras mot bakgrund av arbetets art, där ett flexibelt system också behöver finnas planerat i förväg innan den mer ovanliga insatsen i samband med en "storolycka" uppstår.

### 2.7.5 Samverkan mellan Brandförsvaret och Kemira Kemi

Det samverkansavtal som fanns mellan Helsingborgs Brandförsvaret och Kemira Kemi skapade förutsättningar för en effektiv beredskapsplanering och samverkan i händelse av en olycka.

Genom avtalet fanns det hos Brandförsvaret t.ex. en mycket god kännedom om verksamheten vid Kemira Kemi och en gemensam till största del ändamålsenlig planläggning i händelse av en olycka samt också en viktig återkommande gemensam övningsverksamhet.

Det som också väsentligt underlättade kontakterna och samverkan vid olyckan var den personkännedom som fanns mellan olika företrädare för ledningen av Brandförsvaret och Kemira Kemi.

## 3 UTLÅTANDE

### 3.1 Undersökningsresultat

- Det fanns ca 16 300 ton svavelsyra med volymen ca 8 900 m<sup>3</sup> i cisternen före olyckan.
- Cisternen uppfyllde gällande svenska föreskrifter och standarder.
- När tryckfallet inträffade i kylvattenledningen ökades pumpkapaciteten omgående utan undersökning av orsaken till det inträffade.
- Det elliptiska hålet i cisternens botten revs upp då underliggande betongplatta underminerades av vatten från det läckande kylvattenröret.
- Cisternen tömdes enligt utförda beräkningar under 2,5–4 min.
- Cisternens tak och mantelyta kollapsade av undertrycket som bildades i samband med det snabba tömningsförloppet.
- Det interna gaslarmet vid Kemira Kemi aktiverades omgående efter olyckan och tystnade efter endast några signaler p.g.a. det strömavbrott som inträffade.
- Ett område på ca 100 000 m<sup>2</sup> blev kontaminerat med en blandning av syra och vatten.
- Den direkta miljöpåverkan av utsläppet var lokal och av kortsiktig karaktär.
- Skadorna på vattenledningsröret med avfrätning på rörets utsida berodde på ett betydande angrepp av syra under lång tid.
- Vattenledningsröret låg ca 0,9 m från cisternens ringbalk.
- Det hade tidigare förekommit återkommande olika mindre läckage i kylvattensystemet.
- Det användes ca 1 500 m<sup>3</sup> fyllnadsmassor för återfyllnad av den vid utsläppet bildade gropen.
- Under några inledande minuter vid utsläppet reagerade svavelsyran enligt utförda beräkningar häftigt med kylvattnets kloridjoner så att betydande mängder klorväte bildades.
- Det vid utsläppet bildade klorvätet spreds enligt utförda beräkningar som ett betydande moln i form av både gas och aerosol i vindens riktning mot nordväst längs kusten till Öresund.



- Risk för allvarliga skador på människor fanns enligt utförda beräkningar inom industriområdet till Kemira Kemi på grund av primärmolnets höga koncentrationer av klorväte.
- Utanför industriområdet (3–4 km) förekom enligt utförda beräkningar koncentrationer som för människor hade medfört kraftig irritation på andningsvägarna.
- Ungefär en timme efter utsläppet hade primärmolnet enligt utförda beräkningar flyttat sig ca 10 km från platsen för utsläppet och koncentrationen hade sjunkit till i praktiken en ofarlig nivå.
- Koncentrationerna av svavelsyra i luften bedöms inte ha varit hälsofarliga.
- Kemira Kemi hade följt krav, tillstånd och de förutsättningar som ställts mot bakgrund av Sevesolagstiftningen.
- Utarbetade beredskapsplaner som återkommande övades fanns i händelse av olycka.
- Rutiner och system fanns inom Kemira Kemi angående avvikelshantering.
- Mindre läckage från kylvattenledningen rapporterades inte som avvikelser, utan direkt in i underhållssystemet.
- Kemira Kemi och Helsingborgs Brandförsvaret hade ett samverkansavtal där Brandförsvaret mot ersättning tillhandahöll olika tjänster för räddning m.m.
- Helsingborgs Brandförsvaret hade före olyckan inte genomfört någon dokumenterad tillsyn enligt LSO över den farliga verksamheten vid Kemira Kemi.
- Det fanns inget program för yttre inspektion av kylvattenledningar.
- Med hjälp av kamera hade inre inspektioner utförts av kylvattenledningarna.
- Brandförsvarets larm- och ledningscentral följde inte förberedd larmplan och larm av räddningsenheter, SOS-central och polisens ledningscentral fördröjdes.
- De första åtgärderna på olycksplatsen innehöll inga beslut om försök till livräddning av saknade personer.
- En varning med information om olyckan sändes som ett "Viktigt meddelande till allmänheten", VMA, av Sveriges Radio ca kl. 05:50, ca 1 ¼ tim efter olyckan.
- Signalen "Viktigt meddelande" sändes ut över hela Helsingborg åtföljd av VMA, ca kl. 06:26, knappt 2 tim efter olyckan.
- Inom Brandförsvarets ledning av olyckan fanns oklarheter om det var Signalen "Viktigt meddelande" som avsågs eller/och VMA.
- Inom avspärrat område, med bl.a. bostäder, tilläts personer lämna området men inte återvända utan särskilt tillstånd.
- Ingen utrymning genomfördes.
- Signalen "Faran över" sändes ungefär 2,5 dygn efter olyckan.

### 3.2 Orsaker till olyckan

Den direkta orsaken till att cisternen rämnade var underminering av cisternens grundläggning som orsakades av den kraftiga vattenläckan från kylvattenledningen av betong som från utsidan korroderat sönder under lång tid av angrepp från syra.

Bakomliggande orsak till olyckan var att riskerna med kylvattenledningen i marken nära cisternanläggningen inte identifierats.

## 4 REKOMMENDATIONER

*Statens räddningsverk rekommenderas att:*

- Verka för att konsekvenserna av stora utsläpp med svavelsyra utreds för bedömning om ämnet ska införas i bestämmelserna om allvarliga kemikalieolyckor för att förebygga och begränsa följderna av sådana utsläpp som kan innebära fara för människor och/eller miljön (RO 2008:02 R1).
- Verka för att aktuella företag och branschorganisationer uppmärksammas på riskerna med stora utsläpp av svavelsyra som blandas med vatten som innehåller kloridjoner (RO 2008:02 R2).
- Verka för att kommunal räddningstjänst och andra berörda myndigheter uppmärksammas på riskerna med stora utsläpp av svavelsyra som blandas med vatten som innehåller kloridjoner (RO 2008:02 R3).
- Verka för att aktuella företag och branschorganisationer uppmärksammas på risken för dominoeffekter från skador på markförlagda trycksatta ledningar som finns i farlig närhet av tankanläggningar med farliga ämnen (RO 2008:02 R4).
- Förtydliga nomenklaturen för varning av allmänheten så att innebörden av signalen "Viktigt meddelande" och varningsinformationen "Viktigt meddelande till allmänheten", VMA, enkelt och tydligt kan skiljas från varandra i samband med kommunal räddningstjänst där missförstånd annars kan uppstå (RO 2008:02 R5).
- Verka för att dels signalen "Viktigt meddelande", dels varningsinformationen "Viktigt meddelande till allmänheten", VMA, används omgående vid akuta behov i samband med kommunal räddningstjänst (RO 2008:02 R6).
- Verka för uppföljning av den kommunala räddningstjänstens förmåga till en effektiv ledningsorganisation vid storolycka. Syftet med uppföljningen bör vara att verka för ändamålsenlig organisation och för planering av tillräckliga och lämpliga resurser. (RO 2008:02 R7).

*Arbetsmiljöverket rekommenderas att:*

- Överväga behovet av komplettering avseende föreskrifter i Arbetsmiljöverkets författningssamling om trycksatta anordningar mot bakgrund av

bl.a. behovet av riskbedömning och fortlöpande tillsyn för anläggningar motsvarande stora vattenledningar med betydande tryck och flöden (RO 2008:02 R8).

- Verka för att varningsanläggningar med t.ex. tyfoner inom en industrianläggning har tillräcklig driftsäkerhet (RO 2008:02 R9).

## 5 REFERENSER

- [1] Skriftlig redogörelse, enligt AFS 2001:10 § 15, rörande svavelsyraolycka vid Kemira Kemi AB i Helsingborg 2005-02-04, från Kemira Kemi AB, dat. 2005-04-29.
- [2] Teknisk rapport från Det Norske Veritas Inspection AB (DNV), dat. 2006-03-08, Box 161, 201 21 Malmö.
- [3] Rapport ang Geotekniska förhållanden och bedömningar, från Statens geotekniska institut (SGI), dat rev B 2006-10-19, Regionkontor Väst, Hugo Grauers gata 5B, 412 96 Göteborg.
- [4] Konsekvensbedömning av svavelsyraulsläppet på Kemira Kemi AB i Helsingborg, 2005-02-04, från Totalförsvarets forskningsinstitut NBC-skydd (FOI NBC-skydd) dat 2008-02-15.
- [5] Uppföljande undersökning av effekter på den marina miljön efter svavelsyraulsläpp från Kemira Kemi AB, Lena Börjesson, Magnus Karlsson & Peter Göransson Miljönämnden i Helsingborg, april 2005.
- [6] Uppdragsrapport nr 2005-59, Tryckrör av betong – bedömning av skadeorsak, 2005-12-30, Cement och Betong Institutet, FoU Teknik, 100 44 Stockholm.
- [7] Analys av extern kravbild, säkerhetsstyrning och säkerhetsarbete vid Kemira Kemi AB vid tankolyckan den 4 februari 2005, upprättad av MTO Psykologi AB 2006-10-04 och rev. 2008-04-23.