

Erh...



PROPANEXPLOSIONEN

I ARENDAL (GÖTEBORG)

DEN 8 MAJ 1981

RAPPORT AV DEN SÄRSKILDA ARBETSGRUPPEN
FÖR UTREDNING AV PROPANEXPLOSIONEN

Göteborg i december 1981

<u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u>	Sid
SAMMANFATTNING	1
UTREDNINGEN	3
ORIENTERINGSSKISSER	5
FÖRESKRIFTER OCH NORMER	6
ANLÄGGNINGEN	
Tillkomst, förläggningen av rörstråket mm	10
Konstruktion	12
Produktflöden	13
Fortlöpande kontroller, inspektioner o d	14
ALLMÄNT OM GASMOLNSEXPLSIONER M M	
Något om fria gasmolnsexplosioner	15
Något om propan och förbränning av propan	16
UTFLÖDET - EXPLOSIONEN	
Orsak till utflödet	18
Utflödet - gasspridning, gasmängder	18
Jämförelse med modellantaganden	22
Tändkälla	23
Beräkningar av krafter p g a explosionen	23
Tryckverkningsgrad	24
Personskador	25
Övriga skador	25
ALARMERINGEN OCH RÄDDNINGSSINSATSERNA	
Redovisning av åtgärder	27
Bedömning av åtgärderna	
Alarmeringen	34
Räddningsinsatserna	35

	Sid
SAMMANFATTANDE BEDÖMNINGAR	42
REKOMMENDATIONER	46
PROPANUTFLÖDET 1981-06-04 INOM BP:S RAFFINADERIOMRÅDE	
Orsak	48
Alarmeringen	49
Räddningsinsatserna	49
Tättningsförfarandet	50
Erfarenheter	50

	Nr
BILAGOR	
Flygbild över olycksplatsen	1
Fotografier över rörskadan	2
Utredning om tändanledningar	3
Gasexplosionen 1981-05-08, Göteborgs kommun (undersökning av SSI Byggkonsult AB m a p krafter på skyddsrum vid explosionen)	4
Protokoll fört vid besiktning av funna larm- kläder vid brand Arendal 1981-05-14	5
Brand- och explosionsskador	6

SAMMANFATTNING

Fredagen den 8 maj, kl 02.25 exploderade ett propan-
gasmoln i Arendal i Göteborg. Molnet hade bildats genom
utflöde av propan i vätskefas från ett drygt 5 km långt
6" transportrör mellan BP:s raffinaderi och en depå.
Utflödet före explosionen pågick i ca 55 min. Beräk-
ningar visar att några tiotal m³ propanvätska - mot-
svarande runt 10 000 m³ propangas - kom lös. Ungefär en
femtedel härav förbrändes vid explosionen.

Analysutlåtande av bl a statens kriminaltekniska laborato-
rium jämte vittnesuppgifter talar mycket starkt för att rör-
skadan orsakades genom sprängning med sprängämne. Ingen
har hittills kunnat bindas vid gärningen. Något fel på
röranläggningen eller i dess skötsel som har bidragit till
utvecklingen av olyckan har inte kunnat konstateras.

Vid explosionen brännskadades två brandmän svårt. Den
ene avled till följd av sina skador några veckor senare.
Den andre fick bestående skador. I omgivningen vållades
betydande skador på egendom, bl a totalförstördes en
kontorsbyggnad. De ekonomiska skadorna har grovt upp-
skattats till drygt 15 milj. kr.

Orsaken till att de två brandmännen skadades bedöms vara
olyckliga omständigheter för vilka ingen kan lastas.

Brandförsvarets och polisens räddningsinsatser och sam-
ordningen mellan dessa bedöms som tillfredsställande.

Följande rekommendationer lämnas:

- Planverket bör överväga om anvisningar för planläggning för markanvändning med hänsyn till anläggningar av ifrågasvarande slag bör meddelas.
- Brandförsvaren bör med hänsyn till erfarenheterna från de skadade brandmännens uttryckning göra en översyn på sambandssidan för att minska risken för liknande händelser.
- Erfarenheterna från räddningstjänsten vid olyckan bör förmedlas vid utbildning och övning av brand- och polispersonal. Gemensam planläggning och övning mellan brandförsvaret och polis är av stor vikt. Vidare bör betonas vikten av information till utryckande enheter om lämplig färdväg, skyddsavstånd, brytpunkt och ordning för radiosamband.
- En särskild utvärdering bör göras genom jämförelse mellan brandmännens skador och kläder i syfte att ta fram underlag för förbättring av skyddsutrustning och ev ändring av rutiner för användande av sådan.
- Socialstyrelsen bör överväga om särskilda anvisningar behövs för ambulanspersonal m fl för första behandling av brännskador - t ex betr. vattenbegjutning - och om ambulanser bör utrustas särskilt härför.

Den 4 juni 1981 inträffade ånyo ett flöde av propan från den aktuella rörledningen. Det skedde inom BP:s raffinaderiområde. Någon antändning av gasen skedde dock inte. Rapporten innehåller även en redogörelse med erfarenhetssammanställning beträffande den händelsen.

UTREDNINGEN

Samma dag som gasexplosionen inträffade företog länsstyrelsen; företrädd av bl a landshövdingen, och andra berörda myndigheter besök på olycksplatsen, varvid frågan om utredning av olyckan diskuterades. Den 11 maj hölls på landshövdingens initiativ ett sammanträde med representanter för de aktuella myndigheterna.

Den 14 maj 1981 uppdrog regeringen "... åt länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län att i samarbete med berörda statliga och kommunala myndigheter sammanställa erfarenheterna från gasexplosionen i Göteborgs kommun den 8 maj 1981."

Med anledning av regeringens uppdrag utsåg länsstyrelsen genom formellt beslut den 26 maj en samlingsgrupp med följande sammansättning:

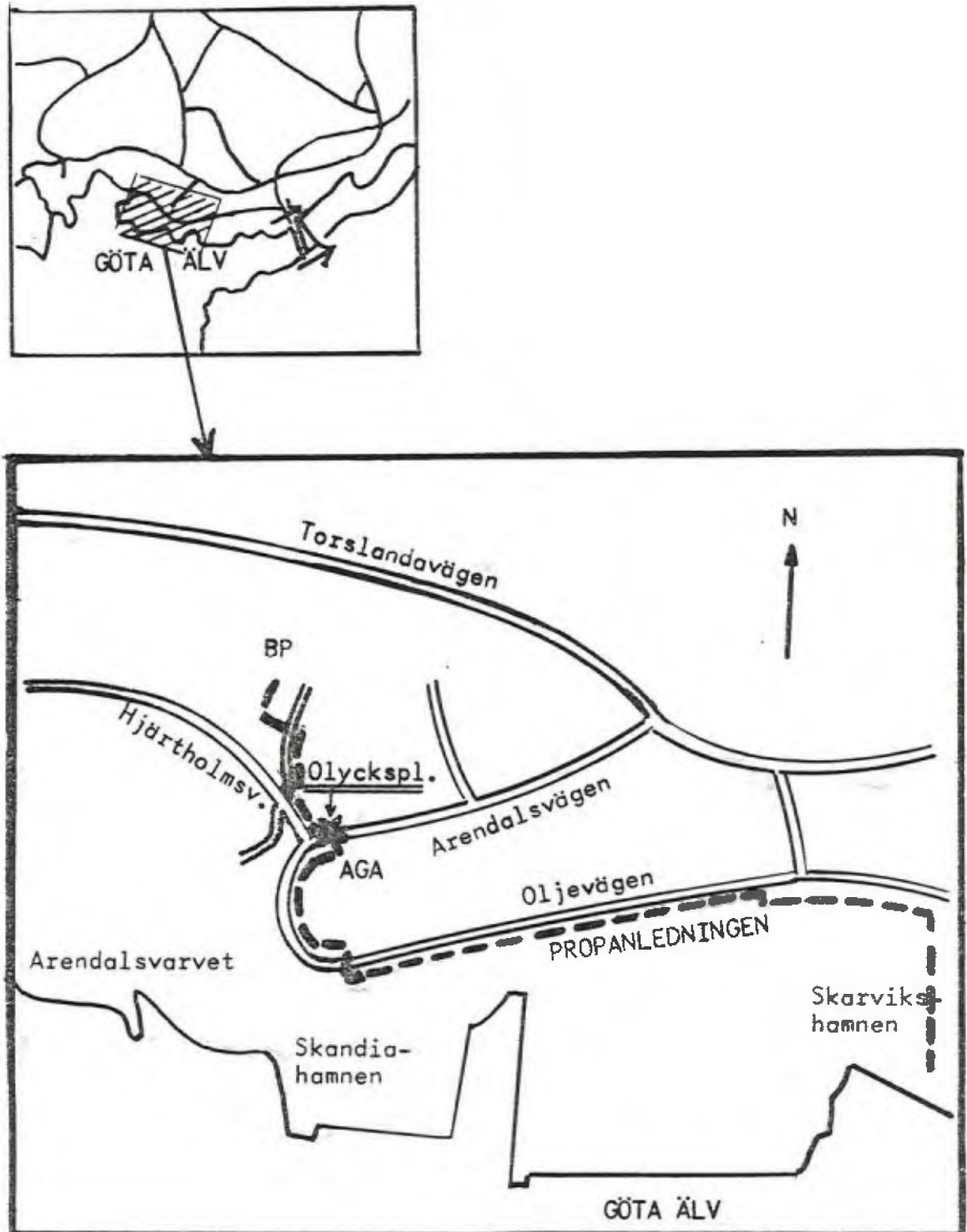
<u>Myndighet/organisation</u>	<u>Företrädare</u>
Länsstyrelsen	Landshövdingen Åke Norling (ordf)
"-	Försvarsdirektören Gunnar Franke
Kommandepartementet	Hovrättsassessorn Ulf Bjurman
Statens brandnämnd	Avdelningsdirektören Mats Bergman
Sprängämnesinspektionen	1:e byråingenjören Per Sturk
Polisstyrelsen i Göteborgs polisdistrikt	Polismästaren Bengt Erlandsson
Yrkesinspektionen i Göteborgs distrikt	Yrkesinspektören Anders Svedholm
Göteborgs brandförsvär	Brandchefen Karl-Ejnar Nilsson
Göteborgs kommun	Kommunalrådet Lennart Olsson
AB Statens Anläggningsprovning	Regionchefen Björn S Christensen
-	F hovrättspresidenten Härje Stenberg

Till utredningen knöts även BP och Shell i egenskap av ägare till det aktuella rörstråket.

Byrådirektören hos länsstyrelsen Mats Måre har varit sekreterare. Arbetet har genomförts så att myndigheterna företagit undersökningar på sätt som normalt brukar ske vid större olyckor, t ex polisteknisk undersökning och brandorsaksundersökning. Materialet har sedan sammanställts inom länsstyrelsen och diskuterats vid samarbetsgruppens sammanträden. Vissa moment har behandlats i mindre arbetsgrupper.

Samarbetsgruppen är enhällig.

ORIENTERINGSSKISSER



Flygbild och detaljerad skiss över olycksplatsen -
se bilaga 1 resp 6:1

FÖRESKRIFTER OCH NORMER

Föreskrifter för transport av brandfarlig vara i rörledning finns i förordningen (1961:568)^{*)} om brandfarliga varor och industriverkets författningssamling SIND FS 1981:2.

Regelsystemet är i huvudsak följande: Den som vill transportera brandfarlig vara i rörledning utanför anläggningsområde skall ha tillstånd. Ansökan om tillstånd eller förhandsbesked skall normalt inges till byggnadsnämnden som i den mån det erfordras skall samråda med andra berörda myndigheter såsom brandchefen och hälsovårdsnämnden. Sedan dessa myndigheter hörts skall sprängämnesinspektionens^{**)} yttrande inhämtas. Ansökan skall vara åtföljd av erforderliga ritningar, beskrivningar och där så krävs av planskiss och plankarta över anläggningsområde och intilliggande områden. Transport i ledningen får inte påbörjas förrän ledningen avsynats. Till avsyningen kallas brandchefen och annan sakkunnig vars närvaro är erforderlig samt sprängämnesinspektionen om den har anmält att den önskar närvara.

Kravet på säkerhet är allmänt formulerat i förordningen: "Rörledning för transport av brandfarlig gas eller brandfarlig vätska skall med tillhörande anordningar vara så utförd, att det föreligger betryggande säkerhet för att vid transport skada icke vållas genom brand eller annorledes." Skydds- eller säkerhetsavstånd är icke angivet för rörledning men väl för lagring.

Till ledning för rörledningsutförande och besiktning har Tryckkärlskommissionen utgett Rörledningsnormer 1967, omarbetade 1978.

*) Omtryckt 1977:423, därefter ändrad 1977:916, 1978:165, 1978:332, 1980:832 och 1981:495

***) Enligt förordningen (1981:499) med instruktion för sprängämnesinspektionen, som trädde i kraft den 1 juli 1981, åligger det inspektionen att bl a meddela föreskrifter och anvisningar om explosiva och brandfarliga varor samt att utöva tillsyn.

Arbetarskyddsstyrelsen har efter samråd med industri-
verket meddelat anvisningar och föreskrifter *) om
tillämpning av Rörledningsnormerna att gälla från
1979.

Enligt anvisningarna och föreskrifterna
gäller bl a följande: Rörledningar skall med avseende
på material, beräkning, konstruktion, utrustning och
fortlöpande tillsyn uppfylla bestämmelserna i Rör-
ledningsnormerna eller erbjuda minst likvärdig säker-
het. Ledningar skall besiktigas och kontrolleras enligt
vissa avsnitt i normerna. Sådan besiktning och kontroll
skall utföras av riksprovplats, som avgör om objektet skall
godkännas. Riksprovplatsen får även i övrigt fatta de
beslut och göra de beömningar, som behövs för besikt-
ningens eller kontrollens genomförande.

Anvisningarna och föreskrifterna gäller endast för led-
ningar eller delar därav som installerats efter 1978.
Ifråga om besiktning och fortlöpande tillsyn föreskrivs
dock att normerna skall tillämpas på rörledningar som
tagits i bruk efter 1972.

Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om besiktning
och kontroll enligt vissa avsnitt i rörledningsnor-
merna gäller endast där den numera upphävda arbetar-
skyddslagen var tillämplig. I princip anses föreskrifter-
na - som gäller arbetarskyddet - inte vara tillämpliga
utanför raffinaderiområden och andra arbetsplatser. Vad
rörledningsnormerna upptar i fråga om besiktning och
kontroll kan dock av den tillståndsgivande myndigheten
ha tagits in som föreskrift i aktuellt tillstånd och
på så sätt givits tillämpning utan inskränkningar.

Inom snar framtid kommer sprängämnesinspektionen att
utge föreskrifter för överföringsledningar för naturgas
i gasform.

*) Arbetarskyddsstyrelsens meddelande 1978:37, ändrat genom arbetar-
skyddsstyrelsens kungörelse 1979:2.

Rörledningsnormerna är närmast avsedda för rörledningar i stationära anläggningar. Men de är inom de områden som behandlas tillämplbara för transportledningar. De behandlar material, beräkning, konstruktion och tillverkning samt besiktning av rörledningar. Hänsyn till omgivningsfaktorer ingår ej. Även om det finns smärre skillnader överensstämmer acceptanskriterierna ganska väl med andra utländska normer och kraven anses inte mindre stränga.

Den allmänna normen för den internationella oljeindustrin är den amerikanska nationella standarden "Liquid Petroleum Transportation Piping Systems" (ANSI/ASME B31.4). Genom korsreferenser knyter den ihop ett omfattande amerikanskt regelsystem omfattande material, konstruktion och kontroll för tillämpning på transportledningar. Tillsammans med deras egna standard tillämpas den nu av oljebolagen över hela världen.

Utanför USA kommer därtill andra nationella normer, standard och föreskrifter. Avvikelserna varierar mellan olika länder men objektivt betraktat, i ett större perspektiv är de icke väsentliga.

En formellt stor skillnad ligger dock i kravet på den som tillåts göra besiktning. Denna skillnad får stor betydelse därigenom att besiktningen är den handling som slutligen fastställer att objektet verkligen utförts enligt föreskrifterna. I vissa länder saknas krav på officiell kontroll av ledningar och anläggningsägaren har full frihet vid val av kontrollant. Motsatsen är att föreskriven kontroll skall utföras av statlig myndighet. Däremellan finns olika varianter.

I Sverige skall föreskriven kontroll och besiktning enligt lagen (1974:896) om riksprovplatserna m m utföras av riksprovplats (RPP). RPP för rörledningar och tryckkärl är AB Statens Anläggningsprovning (SA), som började sin verksamhet 1977.

Före 1977 utfördes föreskriven kontroll av besiktningsmän som auktoriserats av arbetarskyddsstyrelsen. Inom petroindustrin i Västsverige utfördes sådan kontroll till övervägande del av Ångpanneföreningen vars besiktningspersonal 1977 gick över till SA.

Ledning för brandfarlig vara som förläggs ovan jord kan kontrolleras och underhållas. Härigenom är den ur hållfasthetssynpunkt överlägsen den nedgrävda. Internationellt förläggs ledningar ovan jord inom hamn-, lagrings- och industriområde. Transportledningar däremellan läggs också normalt ovan jord. För att skydda ledningen tas vid projekteringen rimlig hänsyn till möjlighet av utifrån verkande faktor vid bl a vägövergångar, områden med omfattande trafik och område där marken ej är stabil. Sådan hänsyn kan få formen av t ex skyddsräcken eller betongmur. De konstruktionskrav som anges i ANSI B31.4 anses allmänt som tillräckliga för allmänhetens säkerhet under normala förhållanden. Hänsyn till planerad skadegörelse tas inte i någon norm.

Krav på inhägnad finns endast för pumpstation, terminaler och cisternlager och dessa skall för skyddet av egendom och allmänheten vara låsta eller bevakade. Svensk praxis överensstämmer här med internationell.

Längre transportledningar ovan jord innebär sådan olägenhet för markägare och försvårar framkomlighet i den grad att de måste grävas ner. Nedgrävningen är således ej betingad av rörtekniska eller säkerhetsmässiga skäl.

ANLÄGGNINGEN

Tillkomst, förläggningen av rörstråket m m

Tillstånd till förvaring, hantering och transport - bl a i aktuell rörledning - av brandfarlig vara meddelades av byggnadsnämnden den 16 februari 1965. Med tillståndet, som inte är tidsbegränsat, är förenade en mängd föreskrifter och anvisningar, bl a följande:

- - - - -
- "44. Från säkerhetssynpunkt bör längs hela ledningen från raffinaderiet fram till Skarviks oljeområde räknas med en säkerhetszon om 15 á 20 m å ömse sidor om ledningsområdet. Viss del av säkerhetszon må utnyttjas för järnväg och väg under förutsättning att betryggande åtgärder vidtages till förhindrande av att rörledningarna och rörstöd skadas vid ev tågurspårning eller motkörning av tunga motorfordon.
- - - - -
48. Där rörledningar korsar vägar, gator eller järnväg skall sådana skydds- och säkerhetsåtgärder vidtagas, varom med sprängämnesinspektionen och brandchefen skall träffas överenskommelse i varje särskilt fall. Framförallt gäller vid hög förläggning av rören att fria höjden blir lägst 3,5 m och rörstöd på betryggande sätt skyddas.
- - - - -
51. Ledningar för kondenserad gas skall förses med de avstängnings-, rörbrotts- och säkerhetsventiler och ev andra skyddsanordningar som sprängämnesinspektionen och brandchefen efter samråd med anläggningsägaren föreskriver.
- - - - -
53. Ev kan viss varselmärkning angivande ledningarnas innehåll påfordras.
- - - - -
55. Ledningarna skall regelbundet kontrolleras."

Den 12 augusti 1965 diskuterade och preciserade brandchefen och BP säkerhetsarrangemangen med hänsyn till föreskrifterna och anvisningarna i tillståndet. Av anteckningar från den diskussionen framgår bl a att

brandchefen samtyckte till att rören för kondenserad gas skulle ha så få ventiler som möjligt, dvs en i varje ände.

Förläggningen av rörstråket och skyddsavstånden till detsamma behandlades även 1969 i samband med ett förslag till stadsplan för ett industriområde för gasframställning (AGA). I det sammanhanget uttalade sprängämnesinspektionen att det var motiverat med ett avstånd av 50 m mellan rörstråket och byggnader för gasframställning o d. Brandchefen yttrade i stadsplanefrågan att skyddsavståndet 15 m till allmän väg kunde reduceras till 5 m om påkörningsskydd med tillfredsställande hållfasthet anordnades.

Tekniska lösningar för utförandet av rörgatan har utformats efter samråd med brandförsvaret. I rörgatan har de grova ledningarna med mindre brandfarliga produkter förlagts närmast väg. Rörgatan har byggts på en bank med diken för uppsamling av ev spill på sidan av rörgatan. Rörebro över allmän väg har en fri höjd som överstiger den tillämpade standarden om 4,5 m. Bropelare är betongförstärkta för att klara påkörning.

Tillämpade normer följer i stort internationell standard och har utgått från förutsättningen att tänkbara skador skall kunna begränsas till omfattning. I riskbedömningen är dock ej händelser som sabotage och nedfallande flygplan medräknade.

När rörledningarna konstruerades och förlades 1966-1967 hade Tryckkärlskommissionens rörledningsnormer ännu ej utgetts. De fanns dock i koncept och var vägledande vid materialval.

Krav på besiktning utförd av besiktningsman finns inte i aktuellt tillstånd. Sådan besiktning krävdes dock 1967 av byggnadsnämnden som följd av ett rörledningsbrott. Rörstråket besiktigades 1968 av dåvarande Ångpanneföreningen. Besiktningen omfattade kontroll av beräkningsmetoder, konstruktioner och utförande. Rörstråket avsynades och godkändes den 16 februari 1971 för drift.

Konstruktion

Rörstråket i bron över Arendalsvägen består av följande sju rör:

<u>Nom.dia.</u>	<u>Produkt</u>	<u>Längd</u>	<u>Lednings- volym</u>	<u>Ägare</u>
6"	Propan	5 400 m	100 m ³	BP
6"	Butan	5 400 m	100 m ³	"
12"	Flygfotogen	5 100 m	400 m ³	"
16"	Motorbensin	5 100 m	650 m ³	"
22"	Dieseloiljor	5 100 m	1 200 m ³	"
24"	Tjockolja	5 100 m	1 450 m ³	"
20"	Råolja			Shell

Längd och volym är angivna för sträcka mellan närmaste avstängningsmöjligheter i båda ändar.

BP:s rör löper mellan BP:s raffinaderi och distributionsbolagets (ODAB) depå i Skarvik, se orienteringsskiss, s 5. Vid raffinaderiet sker utlastning av propan och butan vid en utlastningsstation medan motorbensin, flygfotogen, dieseloiljor och tjockolja lastas ut vid en annan. Pumparna i förstnämnda station är utrustade med fjärrmanövrerade sug- och tryckventiler samt backventiler på trycksidan. Pumparna i den andra stationen har förutom sådan utrustning flödesregleringsventiler på trycksidan för att kunna reglera utlastningshastigheten till främst fartyg i Skarviksdepån.

Mellan BP:s raffinaderiområde och depåområdet i Skarvik löper BP:s rör på kommunalägd mark. Denna sträcka är ca 3 400 m. Shells råoljeledning ansluter till rörstråket strax utanför BP:s raffinaderi och löper parallellt med detta - men på separata rörstöd - på en sträcka av ca 2 800 m.

Propanröret är placerat mellan råoljeröret och övriga rör. Strax utanför depåområdet i Skarvik är propan- och butanrören försedda med avstängningsbara avgreningar vilka används i samband med utlastning till bil och järnväg. Inom depåområdet löper ledningarna vidare till en kajplats som är särskilt utrustad för fartygsutlastning av gasol.

Tjock- och råoljerören är isolerade och väderskyddade. Tjockoljeröret är dessutom försett med el-värmekablar.

Rörstråket löper över två vägar och under sju vägar (och även industrijärnvägsspår).

Produktflöden

1980 pumpade BP sammanlagt ca 4,5 milj m³ produkter genom sina sex rör. Flödet i BP:s rör sker enligt följande:

<u>Nom.dia.</u>	<u>Produkt</u>	<u>Flöde</u>	<u>Tryck</u>	<u>Temp</u>
6"	Propan	60-100 m ³ /h	14 bar	5-20°C
6"	Butan	60-100 "	7-8 "	"
12"	Flygfotogen	700-1000 "	8-12 "	"
16"	Motorbensin	800-1000 "	" "	"
22"	Dieselolja	1000-2500 "	5-12 "	5-30°C
24"	Tjockolja	1000-2000 "	" "	55-67°C

Vid övertryck som uppstår varma sommandagar sker betr vissa rör larm varvid personalen öppnar ventiler till

lämpliga tankar för att åstadkomma tryckavlastning. Betr propan- och butanrören sker tryckavlastning automatiskt genom att ventiler till sfärer öppnar sig vid vissa tryckbelastningar. Vid olyckstillfället registrerade BP inga tryck som avvek från ovan angivna värden.

Fortlöpande kontroller, inspektioner o d

Inom BP har upprättats driftsföreskrifter innefattande kontroller m m i samband med pumpning. Rörstråket avpatrulleras vidare varje vår och höst varvid rapport över upptäckta defekter upprättas. Dessutom inspekterar en av BP:s driftingenjörer rörsystemet mestadels varje dag. Inspektionerna utförs i samband med dennes resor t o f Skarvik och tillgår så att han då stannar sin bil samt går ut och inspekterar några hundra meter av anläggningen. Vid nästa resa stannar han på ett nytt ställe osv. På så sätt får BP en stickprovskontroll på anläggningen i hela dess längd. I enlighet med BP:s interna inspektionsnormer besiktigades BP:s samtliga rörledning- ar mellan raffinaderiområdet och Skarvik fullständigt under 1980. Vid besiktningen kunde inte konstateras några svagheter som skulle kunna inverka menligt på ledningarnas hållfasthet.

ALLMÄNT OM GASMOLNSEXPLSIONER M M

Något om fria gasmolnsexplosioner

I handboken Skydd mot fria gasmolnsexplosioner i processindustrin^{*)} har en av Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) år 1977 tillsatt kommitté, Major Loss Prevention - Undvikande av större skador inom processindustrin, redovisat riktlinjer för ökad säkerhet inom processindustrin. I handboken redovisas konsekvenser av gasmolnsexplosioner samt lämnas rekommendationer för processsäkerhet, beräkning av dimensionerande skadefall, byggnadsteknisk planering m m. Boken innehåller även uppgifter om en mängd gasmolnsexplosioner i utländsk processindustri. Såvitt kan utläsas av dessa uppgifter har olycksfrekvensen ökat på senare år.

Sverige har varit förskonat från allvarligare olyckor och tillbud av ifrågavarande slag. Följande två fall bör dock nämnas.

Gasolexpllosionen 1969 vid Norrahammar: En tank för 60 m³ gasol började en eftermiddag läcka från en rörskarv vid tanken. Området kring tanken fylldes med gasol i vätske- och gasfas. Gasolen rann ned till den intill flytande Tabergsån. Den följde ån medströms genom ett fabriksområde. Ett stycke nedför ån var ån kulverterad. Vid kulvertmynningen, som var låg, vällde gasolen upp mot ett gjuteri där glödande tackjärn ställts att kallna i fria luften. Värmen från det glödande tackjärnet antände gasen. Gasolen i kulverten exploderade. Elden spred sig explosionsartat uppströms mot tanken. Efter några explosioner vid tanken exploderade densamma. Två brandmän som stängt kranar på tanken och förberedde för vattenbegjutning av tanken skadades, dock ej livshotande. Bl a totalförstördes en lagerbyggnad. Orsaken till läckaget var en dålig svetsning på ett rör under tanken.

*) Utgiven av Ingenjörsvetenskapsakademien, meddelande 238, Stockholm 1981, 109 s.

Gasolläckaget 1974 på Primus Svenska Försäljnings AB:s gasoldepå i Stenungsund: En tank för 200 m³ gasol började en morgon läcka i samband med att påfyllningsventilen stängdes efter utförd fyllning av tanken. Gasolen förångades genast och en vit dimma uppstod. Läckaget varade i ca 45 min tills en provisorisk tätning sattes på plats. Då hade drygt 5 m³ gasol läckt ut. Trafiken på intilliggande järnväg och väg stoppades. Emellertid hann flera bilar passera genom gasen, dock utan att antändning skedde. Anledningen till läckaget var att olämpligt material hade använts i spindelbussningar med följd att ventilspindeln till en kulventil hade tryckts ut.

Något om propan och förbränning av propan

Propan är ett alifatiskt kolväte med formeln C₃H₈ eller CH₃CH₂CH₃. Kokpunkten är -42°C och stelningpunkten -187°C. Densiteten i vätskefas är 0,50 kg/dm³. Gasen är ungefär 1,6 gånger så tung som luft. Ångtrycket vid 20°C är 820 kPa.

Propan ingår i större eller mindre mängd i handelsvaran gasol. Då propan i det närmaste saknar lukt tillsätts av säkerhetsskäl små mängder av ett kraftigt illaluktande ämne till gasolen.

Förbränning av bl a propan kan ske genom diffusionsförbränning, deflagration eller detonation. Diffusionsförbränning inträffar om antändning sker i så tidigt skede att gasen och luften inte blandats. Deflagration eller detonation sker om gasen och luften blandats och förbränningen sker då i en reaktion som rör sig genom gasblandningen från tändkällan. Om reaktionszonens hastighet är mindre än ljudhastigheten kallas förloppet deflagration, är den större kallas det detonation.

Deflagration av propan kan ske om volymandelen propan ligger i intervallet 2,1 - 9,4 procent. Är propanandelen 4,0 procent reagerar propangasen fullständigt med syret i luften varvid maximal energimängd utvecklas (stökiometrisk blandning).

För att starta en deflagration krävs endast lite energi och effekt. Efter antändning av stora mängder kan man räkna med en accellererande deflagrationshastighet. En omedelbar detonation kräver en tändkälla med stor energi och effekt. Vid en detonation blir reaktionszonens hastighet konstant, omkring 2 000 m/s. En deflagration kan under vissa, speciella omständigheter övergå till en detonation.

UTFLÖDET - EXPLOSIONEN

Orsak till utflödet

∕ Rörskadans belägenhet och utseende framgår av fotografier, bilaga 2. Såsom fotografierna visar består rörskadan av ett hål och längsgående sprickor på båda sidor om hålet. Den sammanlagda ytan i öppningen av röret har beräknats till $0,8894\text{dm}^2$.

Den skadade rörbiten har undersökts av Nitro Consult AB och därefter av statens kriminaltekniska laboratorium (SKL). SKL säger i utlåtande den 20 augusti 1981 bl a " ...att det inte iakttagits några materialfel i rörböjen och att skadans läge och utseende talar för att den tillkommit genom sprängning".

Uppgifter från vittnen om en kraftig knall vid tidpunkten för början av gasutflödet sammantaget med Nitro Consults och SKL:s utlåtanden talar enligt polisen mycket starkt för att rörskadan orsakats genom sprängning med sprängämne. Vid teknisk undersökning på platsen har dock inte spår kunnat säkras som ytterligare styrker misstanken om sprängning.

Trots omfattande spaning, innefattande förhör med åtskilliga personer, har polisen hittills inte kunnat gripa någon som skäligen misstänkt för gärningen. Polisen har inte kunnat rikta in sig på någon särskilt stark teori om motivet för en sprängning.

Utflödet, gasspridning, gasmängder

Vid utflödestillfället förekom ingen pumpning i propanröret. I närliggande rör förekom pumpning endast i bensinröret. Denna avbröts när BP informerades om propanutflödet. Propanröret innehöll ca 95 m^3 propan i vätskefas vid trycket 8-9 Bar. Utflödet före antändningen pågick ungefär 55 min.

Sprängämnesinspektionen har i rapporten Gasmolnsolycka i Göteborg 1981-05-08 redovisat beräkningar rörande utflödet och explosionen. Rapporten är upprättad i samarbete med bl a brandförsvaret och experter ur IVA:s ovannämnda kommitté. Uppgifterna nedan om gasmolnets spridning, gasmängder och tryck är hämtade från den rapporten.

Observationer av utflödet före explosionen talar för att utströmningen var någorlunda konstant. Efter explosionen brann gasen som en fackla med till synes oförminskad intensitet under tre timmar, varefter intensiteten avtog.

Med hänsyn till rörskadans omfattning, rördimensionen och trycket i röret kan det uppskattas att 10-20 liter läckte ut per sekund. Under de 55 minuter som föregick explosionen torde därför 33-66 m³ propan i vätskefas ha strömmat ut. Detta motsvarar ungefär 8 000 - 16 000 m³ propan i gasfas.

När kondenserad gas strömmar ut genom t ex en läcka sker en omedelbar förgasning av en del av vätskan, varvid temperaturen sjunker till substansens kokpunkt. Den utströmmande gasen expanderar på grund av den vid tryckfallet och temperatursänkningen frigjorda energin. Därvid bildas små vätskedroppar, aerosol, och en kraftig inblandning sker av den omgivande luften. Det alstrade molnet, primärmolnet, består av en kall blandning av gas, aerosol och inblandad luft. Aerosolen i molnet avdunstar successivt. Kondenserad vattenånga gör molnet synligt.

I många fall bildas vid utströmningen inte endast små vätskedroppar som blir luftburna, utan också större droppar som faller till marken och bildar vätskepölar, som senare avdunstar.

Utanför den närmaste omgivningen av läckan sprids det kalla och därmed tunga molnet i första hand genom att flyta över marken. Samtidigt driver det med vinden och späds ut mer eller mindre snabbt av luft. Det tunga gasmolnet är under sin utspridning starkt beroende av markens beskaffenhet och kommer likt en vätska att rinna nedför sluttningar och tendera att samlas i låglänta områden.

I aktuellt fall observerades inte någon ansamling av propan nedanför det skadade röret. Det är därför rimligt att anta att den propan i vätskefas som eventuellt hamnade på marken snabbt förgasades. Hela den löskomna mängden bör alltså ha blivit luftburen och ingått i molnet.

Omkring läckageplatsen observerades under utströmningen ett ca 10 m högt, vitt primärmoln. Utanför detta sjönk substansen mot marken och bildade ett utbrett moln som beskrivits som en markdimma, ca 1,5 m hög. Terrängen vid olycksplatsen är i huvudsak plan. Molnutbredningen har dock varit beroende av små nivåskillnader. Molnet har haft en tendens att glida ned i de lägsta partierna. Stigningar förefaller ha hindrat molnutbredningen ganska effektivt.

Vid tillfället rådde en mycket svag nordostlig vind. En viss transport av molnet i vindriktningen ned mot Arendalsvarvet har skett. Man kan dock inte avgöra om detta främst berott på vinden eller på nivåskillnaden.

Av brandskadorna framgår att det brinnande molnet täckt en yta av ca 40 000 m². Den brandskadade ytan nådde - sett från utflödesplatsen - ca 200 m i vindriktningen och ca 100 mot vindriktningen och hade en största bredd av ca 150 m. Utanför denna yta fanns

även smärre avbrända områden. Av olika vittnesmål att döma sammanfaller i stort det brandskadade området med det område som före antändningen varit belagt med det synliga molnet som liknade markdimma. Under förutsättning att dessa observationer är riktiga kan följande grova skattningar göras beträffande det brännbara molnets volym och substansinnehåll.

Ytan $40\ 000\ \text{m}^2$ gånger höjden $1,5\ \text{m}$ ger volymen $60\ 000\ \text{m}^3$ för det synliga molnet. Antändbarhetsområdet för propan är $0,04-0,2\ \text{kg}/\text{m}^3$. Enligt vissa litteraturuppgifter är det rimligt att räkna med utspädningsfaktorn $10-20$ då primärmolnet bildas. Primärmolnet skulle i så fall ha haft en koncentration av $0,1-0,2\ \text{kg}/\text{m}^3$. Det är rimligt att anta att en sådan gasblandning flyter ut över marken och bildar en depå av relativt koncentrerad gas. Från en sådan depå sker en successiv vertikal diffusion och utspädning samt en horisontell transport i vindriktningen. Den genomsnittliga koncentrationen i det synliga och brännbara molnet bör alltså ha legat mellan primärmolnets koncentration och den nedre antändbarhetsgränsen. Ett värde härför inom intervallet $0,05-0,1\ \text{kg}/\text{m}^3$ förefaller rimligt.

På grund av fluktuerande vindriktning och topografiska förhållanden kan stora variationer såväl i tid som rum ha förekommit kring medelvärdet. Med hänsyn till beräkningarna av det synliga molnets volym, $60\ 000\ \text{m}^3$, och uppskattningen av gaskoncentrationen till intervallet $0,05-0,1\ \text{kg}/\text{m}^3$ kan mängden propan som förbrändes uppskattas till $3-6$ ton. Detta motsvarar ungefär $6-12\ \text{m}^3$ propanvätska eller $1\ 500-3\ 000\ \text{m}^3$ propangas.

Explosionen, som bestod av flera på varandra följande explosionsartade förbränningsförlopp, pågick i högst 30 sekunder. Vittnen har emellertid bedömt tiden till $30-60$ sekunder (se sid 32).

Jämförelse med modellantaganden

Enligt gängse uppfattning bildas vid utflöde av en kondenserad gas ett kraftigt expanderat primärmoln från vilket kall och tung gas strömmar ned mot marken. Denna tunga gas driver i vindriktningen och späds ut genom luftinblandning. Mekanismen och förloppet har varit föremål för många teoretiska utredningar och förslag till modeller, men ännu föreligger ingen allmänt accepterad modell.

Observationerna av primärmolnets och det tunga gasmolnets utseende i stort bekräftar den allmänna föreställningen om tunga gasmolns utbredning, som ligger till grund för modellutvecklingen.

Däremot är den yta som blivit gasbelagd betydligt större än den som beräknas enligt enkla modeller. Den stora ytan skulle alltså kunna antyda ett kraftigare gasutsläpp än det som beräknats under förutsättningen att gasledningen redan från början varit avstängd.

Modellerna för gasutbredning vid kontinuerligt utsläpp av tung gas förutsätter dock ett stationärt förlopp i den meningen att gasen transporteras bort i vindriktningen i samma takt som den alstras vid läckan.

I det aktuella fallet var vindhastigheten mycket låg och med varierande riktning. Troligen var det nära stiltje intill marken, och endast de delar av molnet, som genom vertikal atmosfärisk diffusion nått något högre höjder, har transporterats i vindriktningen.

Det kan antas att påfyllningen av substans till molnet från läckan varit större än mängden som bortfördes. Därmed sker en ansamling av substans som leder till en tillväxt av det tunga molnets utsträckning. Detta kan förklara den i förhållande till substans-

mängden stora gasbelagda ytan. Denna beskrivning bekräftas också av den iakttagna kraftiga molnutbredningen mot vinden.

I förutnämnda handbok Skydd mot fria gasmolnsexplosioner i processindustrin presenteras enkla modeller för gasmolns utbredning och verkansområden. Enligt modeller för kontinuerligt utsläpp erhålles för källstyrkan 5 kg/s vid stabil skiktning (inversion) avståndet 40 m i vindriktningen från källan till den punkt där molnet blivit så utspädd att det är ofarligt, och vid 10 kg/s avståndet 70 m. Den observerade dimensionen av det brinnande molnets utbredning i vindriktningen var ca 200 m. Enligt den ovan nämnda modellen motsvarar detta en källstyrka av 60 kg/s (ca 120 l/s). Det är inte troligt att källstyrkan kan ha uppgått till detta värde. Det observerade stora riskavståndet jämfört med värdet enligt modellen i nämnda handbok kan dock förklaras av att denna förutsätter att substansen transporteras i vindriktningen i samma takt som den alstras.

Tändkälla

Brandförsvaret har gjort en inventering och analys av olika objekt som kunnat antas ha antänt gasen, bilaga 3. Samtliga objekt, utom det fordon i vilka de skadade brandmännen färdades, har kunnat uteslutas som tändkälla. Fordonet stannades ca 75 m från utflödesplatsen (se flygbild, bilaga 1) och fick därvid motorstopp. Vid startförsök antändes gasen. Sannolikt har fordonets startmotor utgjort tändkälla.

Beräkningar av krafter pga explosionen

Inom aktuellt område finns en spillvattenledning och en regnvattenledning. Spillvattenledningen skadades inte alls. Däremot skadades regnvattenledningen kraftigt. Skadorna i den blev störst närmast AGA. I en nedstigningsbrunn intill AGA hade betong och armering dragits isär. Beräkningar visar att trycket i kulverten har upp-

gått till minst 200 kPa. En del av en brunnsring om 12 kg kastades 50 m och träffade, 5 m över marknivån, en matsal hos AGA. Anledningen till att gasen tagit sig ned i regnvattenledningen är att det är undertryck i densamma pga skorstensverkan, vilket konstaterats vid rökprov.

I AGA:s kontorsbyggnad rasade bjälklaget mellan första och andra våningarna. Skadorna har sannolikt orsakats av en inre explosion med ett övertryck av 15 kPa och med en varaktighet av mindre än 100 ms. Gasen trängde in i byggnadens grund som är självdragsventilerad. Ett skyddsrum fanns i kontorets bottenvåning. På uppdrag av civilförsvarsstyrelsen har länsstyrelsen låtit göra en undersökning m a p krafterna där. Undersökningen, som utförts hos SSI Byggkonsult AB av tekniker Erik Beigler, utvisar att skyddsrummet, dimensionerat för ett övertryck av 50 kPa, klarat sig oskatt. Undersökningen är intagen som bilaga 4 till denna rapport.

En villa ca 120 m NO om utflödesplatsen flyttades av tryckvågen från explosionen. En innervägg lossnade från taket och försköts ca 40 cm.

Tryckverkningsgrad

När ett gasmoln förbränns kommer en viss del av energin att ge tryckverkan. Tryckverkningsgraden beror på flera faktorer, bl a tändkällan, graden av turbulens och inneslutning samt fysikaliska och kemiska egenskaper hos bränslet. Tryckverkningsgraden för normala kolväten anses inte kunna överstiga tio procent. Den varierar starkt med de lokala förhållandena.

De kalibreringspunkter man har från olyckan i fråga om tryck är till stor del krossade glasrutor. Beräk-

ningar utgående från dessa ger en tryckverkningsgrad av mindre än en procent, troligen mellan en halv och en procent. Denna tryckverkningsgrad kan anses normal när ett fritt gasmoln förbränns. I de delar av gasmolnet som varit inneslutet, t ex i VA-systemet, var verkningsgraderna betydligt högre.

Förbränningsförloppet har i dess helhet varit av typen deflagration.

Personskador

Två brandmän brännskadades svårt genom att de råkade befinna sig i gasansamlingen då den förbrändes. Den ene brandmannen avled den 23 juni 1981 till följd av sina brännskador.

För den andre kan man räkna med en lång konvalescens-tid. En sammanställning över brandmännens skador har gjorts hos Karolinska sjukhuset. Det har dock inte bedömts motiverat att i denna rapport närmare beskriva dessa skador.

Brandförsvaret har gjort en sammanställning över skadorna på brandmännens sk larmkläder, bilaga 5.

Båda brandmännen bar sannolikt föreskriven skyddsutrustning. En av dem hade kontaktlinser.

Övriga skador

Brandförsvaret har gjort en sammanställning över skadorna på anläggningar o d, bilaga 6.

De ekonomiska skadorna kan grovt uppskattas till drygt 15 milj kr. Som underlag för denna uppskattning har legat följande fördelning, som i sig inrymmer vissa uppskattningar och därmed osäkerheter.

	Milj kr	Milj kr
Reparation av rörledningar	1,5	
Avbrott i rördrift	0,5	2,0
Inom AGA:s område		
Byggnader	5,3	
Inventarier	2,5	
Avbrott i drift	2,5	10,3
Dumperflak (Volvo), 79 st		2,5
Göteborgs kommun		
Brandförsvaret	0,32	
Fastighetskontoret	0,17	
Gatukontoret	0,13	
Va-verket	0,08	<u>0,7</u>
SUMMA		15,5 milj kr

ALARMERINGEN OCH RÄDDNINGSSINSATSERNA

Redovisning av åtgärder

I det följande redovisas i tidsföljd väsentligare alarmerings- och räddningsåtgärder. Inom parentes anges tid mellan första inlarmning och redovisad händelse.

1981-05-08
klockan

- 01.31.50* En privatperson ringer 90 000 (televerkets SOS-central) och begär att omedelbart få tala med polisen. Han uppger för SOS-centralen och polisen (samtalet kopplas dit) att han bor intill Arendalsvarvet, att han vaknat av en fruktansvärd smäll och att det förmodligen hänt en svår sprängolycka på "AGA-Gas". Han beger sig ut för rekognosering och återkommer via 90 000 med besked till centralen och polisen att det är en pipeline över vägen som sprungit läck.
- 01.34
(2 min) Polisen (ledningscentralen) beordrar en polisbilspatrull att stoppa trafiken vid Arendalsvägen och något senare en annan sådan att stoppa trafiken vid "BP:s raffinaderi".
- 01.35
(3 min) Polisens ledningscentral underrättar brandförsvarets alarmeringscentral (AC)** om det mottagna larmet. Polisen säger bl a: Den larmande privatpersonen har sagt att han bor vid Arendal, att det skett en detonation vid AGA och att han tror att det är pipelinen över vägen. Polisen uppger också att en polispatrull är på väg till platsen. AC som i

* Samtalet med SOS-centralen inspelat hos SOS-centralen på band tillsammans med tidsuppgift av "Fröken Ur".

** AC är en del av Göteborgs brandförsvär och är inrymd i brandförsvarets lokaler. AC svarar för utlarmning även av Härryda, Partille och Öckerö brandförsvär samt ambulanser i Göteborg och, vid olycksfall, i Partille.

detta skede inte vet, men väl förmodar, att det är fråga om utflöde av något slags gas lar-mar genast genom s k' stort larm* ut enheter från Lundby och Torslanda brandstationer samt vakthavande brandingenjör från huvudstationen.

01.36 Polispiketen beordras ut med materielvagn.
(4 min)

01.36-01.40 Polisens ledningscentral informerar AC om
(4-8 min) utryckningen av de två polisbilarna och piketen samt att polisen på platsen sett ett gasmoln och att polisen börjar spärra av.

01.40 Vakthavande brandingenjör rycker ut. Han har
(8 min) då uppfattningen att det är fråga om en "traditionell" gasläcka. På fråga därom till AC får han besked att lämpligaste körväg är Torslandavägen-Arendalsvägen. Under utryckningen drar han slutsatsen att det måste gälla en rörledning över Arendalsvägen varvid han ger order till AC att ringa till BP och Spaltgasverket** för att få stoppat ev produktflöde i aktuella ledningar.

01.40-01.45 AC kontaktar en företrädare för AGA. Denne
(8-13 min) uppger att AGA inte har någon rörledning på uppgiven plats och förefaller därför för AC inte vilja vara berörd av händelsen.

* Enligt utryckningsbestämmelser, som beslutats av brandchefen, innebär stort larm bl a att minst en brandingenjör, en brandmästare och sex brandmän skall rycka ut.

** Till Spaltgasverket levereras butan via aktuellt rörstråk.

- 01.45
(13 min) Enheterna från Lundby och Torslanda når fram. De stannar vid en polispatrull ca 300 m från utflödesstället. Polisen informerar om att polis spärrar vägen även vid Arendalsvarvets port. Brandmännen rapporterar, efter rekognosering, till AC att det är fråga om ett stort gasutsläpp.
- 01.50
(18 min) Brandförsvarspersonal på platsen tillser att fyra personer i ett bostadshus (senare kraftigt förstört) kommer i säkerhet.
- 01.50-02.00
(18-23 min) AC underrättar BP om utflödet. Först i detta skede får AC veta att det är fråga om "gasol". BP stoppar bl a en pågående bensinutlastning och skickar en man till skadeplatsen (som inte kan ta sig ända fram p g a gasansamlingen). AC underrättar även Spaltgasverket och Nynäs Raffinaderi.
- 01.52
(20 min) Vakthavande brandingenjör beordrar AC att förstärka sig med ytterligare personal.
- 01.55
(23 min) Vakthavande brandingenjör når skadeplatsen. Han rapporterar iakttagelser till AC, samordnar med polisen på platsen om avspärrning och evakuering samt rekvirerar brandförsvarets stabsbuss.
- 01.55-02.05
(23-33 min) Vakthavande brandingenjör uppger per radio att explosionsrisken är stor och beordrar säkerhetsavstånd 300 m till gasen. AC och polisens ledningscentral meddelar detta per radio genom s k allmänt meddelande.
- 02.00
(28 min) AC beordrar ut brandförsvarets oljekyddsingenjör från dennes bostad. Under utryckningen begär denne vinduppgift av AC.

- 02.00
(28 min) vakthavande polisbefäl i det aktuella vakt-distriktet larmas av en privatperson om en explosion vid Arendal. Befälet kan inte komma i kontakt med polisens ledningscentral p g a att centralens telefonlinjer är blockerade. (Först kl 02.30 etableras denna kontakt).
- 02.00
(28 min) Brandmästaren på platsen rekvirerar en s k skyddsbil (som finns på Källtorps brandstation).
- AC larmar ut enheter ur Källtorps brandstation. Larmanropet innehåller bl a "Katastroflarm - gasläcka". På brandstationen lastas materiel på utryckningsfordon. Utryckning sker med en rökskyddsbil och en skyddsbil. Mellan AC och dessa enheter sker under färden viss kommunikation över radio. Bl a meddlar AC att adressen är Oljevägen-Arendalsvägen och att vindriktningen är ostlig. Sannolikt meddelar AC inget särskilt för dessa enheter om brytpunkt, lämplig färdväg eller säkerhetsavstånd.
- 02.05
(33 min) AC kontaktar en tjänstefri vice brandchef i bostaden. Denne gör senare bl a överslagsberäkningar om gasmängder och förhör sig om direktiv beträffande skyddsavstånd, körväg m m.
- 02.07
(35 min) AC kontaktar brandchef i beredskap i bostaden. Denne rycker ut.
- 02.10
(38 min) Vakthavande brandingenjör rekvirerar via AC personal från VA-verket för biträde vid bedömningar om gasspridning i avloppsanordningar o d. Brandingenjören avser att använda bedömningarna som underlag för bestämning av eventuellt nytt säkerhetsavstånd.

- 02.15
(43 min) Vakthavande brandingenjör bestämmer brytpunkt* (Koppartrans).** AC förbereder ytterligare styrkor dit. I samma skede beordrar AC - på brandingenjörens begäran - att brandförsvarets radiotrafik skall ske på kanal 4.
- 02.20
(48 min) En personbil med fyra personer kommer från Torshamnen och passerar gasmolnet söderut. Motorn hackar något. Vägen har inte kunnat nås för avspärrning p g a gasansamling (en man är då via omväg på väg dit för avspärrning).***
- 02.22
(50 min) Brandförsvarets oljeskyddsingenjör når i sin privatbil polisspärren vid Arendalsvarvet och stoppas av polisen. Han tillåts passera efter legitimering. Omedelbart före eller efter detta passerar de två brandbilarna från Kålltorp denna polisspär. Polisen gör inga stopptecken åt brandbilarna. Brandbilarna stannar inte heller för lägesorientering o d utan fortsätter mot den angivna adressen. Oljeskyddsingenjören stannar dock sitt fordon strax efter polisspärren.
- 02.24-02.25
(52-53 min) Vakthavande brandingenjör ser - genom gasmolnet - "blåljus" komma emot honom. Han anmäler genast detta för AC. Bilarna får order att vända. Några sekunder därefter sker antändningen av gasmolnet. Den bakre av brandbilarna från Kålltorp (med bl a befälet på Kålltorpsenheterna) lyckas backa ut ur
- * Med brytpunkt avses plats dit räddningsstyrkor dirigeras före insats.
- ** Med Koppartrans avsågs en plats belägen vid Nya Torslandavägen.
- *** 01.50 försökte AC förgäves att - på order av brandmästaren på platsen - komma i kontakt med hamnpersonal i Torshamnen för att - just med tanke på fartygsanknuten biltrafik - få denna väg avspärrad.

elden. Den främre blir kvar i lågorna.* Förbränningen av gasen bedöms av vittnen pågå 30-60 sekunder.**

02.25-02.30 (53-58 min) Två skadade brandmän tas om hand och avtransporteras i polisbil respektive ambulans.

02.30 (58 min) Brandchef i beredskap anländer till olycksplatsen.

Omedelbart efter explosionen sker i huvudsak följande. Brandförsvaret mäter och konstaterar att inga oförbrända gasrester finns kvar. AC beordrar ut ytterligare räddningsresurser och ambulanser. Polisen utposterar ett flertal patruller för trafikdirigering. BP kallar in raffinaderiets nödlägespersonal och annan personal enligt särskild plan. En råoljeimport avbryts. BP upprättar radiosamband mellan olycksplatsen och kontrollrummet på raffinaderiet.

Brandförsvaret ingångsätter genast kylning genom vattenbegjutning av rörstråket och rörbrokonstruktionen där utläckande propangas brinner med kraftig låga. Brandförsvaret påbörjar också släckningsinsatser i omgivningen. Insatser mot branden i AGA:s kontorsbyggnad försvåras i viss mån av att området är stänglat.

BP konstaterar senare tryckökningar i vissa rörledningar. Tryckökningarna har orsakats av värmen från explosionen och branden. Produkt-pumpning i dessa rör igångsättes efter samråd med brandförsvaret för att erhålla kylning vid brandplatsen.

* Undersökningar visar att handbromsen var frilagd, växelspaken låg i 1:ans läge och att radion var inställd på kanal 3.

** Tiden har teoretiskt beräknats till högst 30 sekunder (se sid 21).

Vid 05-tiden vidtas förberedelser för kvävgasfyllning av propanledningen. Vid 06-tiden avtar intensiteten hos propangaslågan betydligt. Fyllning (från två håll) påbörjas vid 17-tiden samma dag.

Vattenbegjutningen fortsätter tills lågan slocknar på morgonen påföljande dag, lördagen den 9 maj. Brandförsvaret avslutar sina insatser samma dag kl 21.05.

Bedömning av åtgärderna

Alarmeringen

Första inlarmning om olyckan kom till televerkets SOS-central. Centralen kopplade samtalet till polisen på uttrycklig begäran av den inlarmande. Centralen fick dock först veta att det antagligen hänt en "svår sprängolycka" vid AGA och att det läckte gas från pipelines som sprungit läck.

Förfarandet att koppla samtalet till polisen kan i och för sig inte klandras. Med hänsyn till brandförsvarets ansvar enligt brandlagen för räddningsinsatser vid händelser av sådant slag som den inlarmande uppgav för centralen kan det knappast anses ha varit mindre lämpligt om samtalet i stället hade kopplats till brandförsvaret, trots att vederbörande begärde att få tala med polisen. Koppling av ett samtal till både polisen och brandförsvaret var emellertid inte tekniskt möjligt. Centralen hade dock, då samtalet kopplades till polisen, genast bort underrätta brandförsvaret om larmet eller åtminstone förvissat sig om att polisen larmade brandförsvaret, vilket centralen inte gjorde.

Polisen tog inom någon minut från det den fått larmkontakt med brandförsvaret och - såvitt kan bedömas - förde därvid informationerna om olyckan i allt väsentligt oförvanskad vidare tillsammans med uppgifter om initerade polisinsatser.

I sammanhanget bör följande tilläggas.

Från årsskiftet 1982/83 kommer uppgifterna för SOS-centralerna i Göteborgs och Bohus län och Älvsborgs län att successivt övertas av en för båda länen gemensam länsalarmeringscentral (LAC), tillhörig SOS Alarmering

AB. Samtal via telefonnummer 90 000 går då till LAC. Samtal som gäller brandförsvars- eller ambulansinsatser mottas av LAC som i sin tur dirigerar ut insatsenheter enligt fastställda rutiner. Övriga samtal, t ex till polisen eller socialvårdsinrättning, kopplas vidare av LAC till vederbörande organ.

Efter övergången till systemet med LAC är det av utomordentlig vikt med rutiner som möjliggör omedelbar adekvat behandling av larminformation, bl a i fall då två eller flera organ ansvarar för behövliga insatser. Det måste ihågkommas dels att allmänheten och andra inte alltid har nöjaktig kännedom om ansvarsfördelningen på räddningstjänstområdet, dels att inlarmande personer ofta är i sådan psykisk obalans att de inte agerar logiskt när de begär hjälpinsatser. Således bör larmsamtal inte utan vidare kopplas enligt den larmandes önskemål. Vid behov bör LAC genom t ex utfrågning eller medhörning av vidarekopplade samtal tillse att larminformationen blir så fullständig som möjligt och att informationen genast når ansvariga organ. Det är vidare önskvärt att polisen regelmässigt spelar in på band de samtal som kopplas via 90 000.

Räddningsinsatserna

Gasutflödet var sådant att det i det närmaste var tekniskt omöjligt och dessutom alltför riskabelt att begränsa utflödet genom tätning av propanröret. Insatserna kom därför naturligen att inriktas främst på att tillse dels att produktpumpning inte pågick, dels att människor inte uppehöll sig i riskområdet.

De första skadebegränsande insatserna bestod i att polisen - redan några minuter efter mottaget larm - spärrade av Oljevägen och Arendalsvägen på ömse sidor om utflödesplatsen. Detta skedde med oantastlig skyndsamhet och med väl tilltagna säkerhetsavstånd. Hjärtholmsvägen, som ansluter till Arendalsvägen mellan avspärrningsplatserna, kunde uppenbarligen inte nås tillräckligt snabbt för avspärrning utan - med hänsyn till det bedömningsunderlag som då och senare

förelåg - mycket stora risker för avspärrande personal. Brandförsvaret hade dock genom AC förgäves försökt att per telefon komma i kontakt med hamnpersonal för att få vägen avspärrad västerifrån. Dessutom hade polisen från Arendalsvarvets port sänt en man för att till fots via omväg runt riskområdet ta sig till lämplig plats på Hjärtholmsvägen för avspärrning. Tillbudet med att en personbil med fyra personer fördes in i gasmolnet via den vägen kan därför inte rimligen lastas någon.

Brandförsvarets inledande insatser bestod i att lokalisera läckan och fastställa slag av utflödande produkt samt med ledning härav och en rad andra fakta göra riskbedömningar för skyddsavståndsbestämningar. Brandförsvaret koncentrerade sig också på att kartlägga vilka antändningskällor som fanns och att försöka undanröja dessa.

Brandförsvaret evakuerade vidare på ett tidigt stadium en familj ur ett senare, vid explosionen, kraftigt skadat bostadshus. Vidare tillsåg brandförsvaret - genom kontakt med BP - att produktpumpning i bl a det skadade röret inte pågick. Brandförsvaret hade tidigt dessutom kontakter med AGA, Spaltgasverket och VA-verket. Kontakt hade emellertid dessutom i samma skede bort tas med Shell såsom ägare till råoljeröret som löper intill propanröret. Brandförsvaret borde, t ex vid kontakten med BP, ha förhört sig om ägandeförhållandet beträffande rörstråket och omgående underrättat Shell om det inträffade. BP bör också kritiseras för passivitet genom att inte av eget initiativ upplysa brandförsvaret om ägandeförhållandena eller själv underrätta Shell. I övrigt kunde brandförsvaret inte rimligen vidta andra åtgärder än att försöka minska risken för antändning och att förbereda sig för insatser i händelse av en explosion. Sådana förberedelser vidtogs genom rekvisition av ytterligare enheter ur brandförsvaret.

En i och för sig tänkbar men drastisk åtgärd för att försöka begränsa skada hade varit att avsiktligt antända den löskomna gasen så tidigt som möjligt. Det bör dock framhållas att det inte är praxis att tillgripa en sådan åtgärd. Åtgärden hade förutsatt en snabb analys på ett mycket omfattande och i hög grad osäkert underlag. Beaktas bör särskilt möjligheten att gasen hade kunnat blandas ut i luften så att ingen skada skett. Det vore orimligt att kritisera brandförsvaret för underlåtenhet att avsiktligt antända gasen.

På grund av värmeutvecklingen vid explosionen och den häftiga branden från det skadade röret förelåg en betydande risk för att hela rörbrokonstruktionen skulle störtasamman med mycket stora utsläpp av propan, butan, flygfotogen, motorbensin, dieselolja, tjockolja och råolja som följd. Genom omedelbara och massiva insatser för kylning av rörsystemet med brofundament efter explosionen kunde brandförsvaret avvärja denna fara. Brandförsvaret handlade riktigt genom att ge dessa insatser hög prioritet.

Såvitt framkommit samordnade polisen och brandförsvaret från början sina verksamheter på olycksplatsen. Fel eller brister i samordningen torde inte ha förekommit.

Trots vidtagna säkerhetsåtgärder av polisen och brandförsvaret brännskadades två brandmän allvarligt, den ene så att han senare avled till följd av dessa skador. Vid samma tillfälle var ytterligare två brandmän mycket nära att brännskadas.

Konstateranden och bedömningar beträffande orsaker till att brandmännen skadades:

- De skadade brandmännen kom från Kålltorps brandstation. Utlarmningen av dessa enheter skedde omkring kl 02.00. Larmanropet innehöll bl a orden "katastroflarm" och "gasläcka". Enheterna ryckte ut några minuter efter utlarmningen. De fick av AC via radio meddelande om att

adressen var Oljevägen-Arendalsvägen och om vindriktningen. De nåddes sannolikt inte av något ytterligare meddelande från AC.

- Förstärkningen från Kålltorp rekvirerades inte av den som vid rekvisitionstillfället var räddningsbefälhavare utan av den brandmästare som tidigare, inledningsvis, fört befälet i avvaktan på brandingenjörens ankomst till olycksplatsen. Räddningsbefälhavaren informerades inte om rekvisitionen utan fick mer av en tillfällighet veta att förstärkningen från Kålltorp var under utryckning. Ett rekvisitionsförfarande som detta strider emellertid inte mot etablerad ordning för befälsföring inom brandförsvaret.
- Räddningsbefälhavarens beslut om säkerhetsavstånd tillkännagavs genom allmänt radiomeddelande av AC i sådan tid (kl 01.55-02.05) att det sannolikt inte nådde enheterna från Kålltorp. Enheterna frågade inte heller AC på denna punkt.
- Enheterna ryckte ut i två brandbilar med två man i varje. Brandbefälet färdades till en början i den främre. Vid ett trafikljus tvingades fordonet med befälet att stanna bakom en personbil. I samband härmed körde den bakre brandbilen om den främre. Denna fordonsordning behölls till olyckan inträffade. Vanligtvis brukar brandbefäl färdas i främsta fordonet, särskilt om det gäller styrkor för primärinsatser. Här var det dock fråga om enheter att ha i beredskap på olycksplatsen.
- Såvitt framkommit uppgav AC inget för Kålltorpsenheterna om lämplig färdväg (andra enheter hade tidigare frågat härom och fått besked av AC). Brandbefälet från Kålltorp gjorde dock med hänsyn till vinduppgift och adressuppgift den reflektionen under färden att färdvägen var lämplig.

- Enheterna passerade polisspärren vid Arendalsvarvets port utan att stoppas av polisen eller att stoppa på eget initiativ för lägesorientering.
- Enheterna visste att brandförsvarsstyrkor fanns på olycksplatsen. Sannolikt utgick de - ovetande om att de förväntades komma från annat håll - från att det var ofarligt att köra fram till styrkorna.
- Enheterna fortsatte - efter att ha passerat polis-spärren - utan annan gasindikering än med bilstrålkastarljus och luktsinne, trots att de hade fått veta att det fanns en "gasläcka" i närheten.

Den förolyckade brandmannen var född 1950 och anställdes hos brandförsvaret i januari 1979. Han hade bl a avlagt ingenjörsexamen vid elektrotekniskt institut. Den andre skadade brandmannen är född 1956 och anställdes hos brandförsvaret i januari 1981. Han har genomgått tvåårigt tekniskt gymnasium, kemiteknisk gren. Båda har genomgått brandmannautbildning (nio respektive sju veckor).

Även om försiktighetsmått vidtas är brandpersonal i sin yrkesutövning ofta utsatta för faror av varierande grad och slag. Risk för felbedömningar och missuppfattningar finns ofta.

I nu aktuellt fall har uppenbarligen brandförsvarets räddningsbefälhavare på olycksplatsen i rimlig tid vidtagit till buds stående åtgärder för att förhindra personskador. Det finns därför inte anledning att rikta kritik mot de som svarade för ledningen på platsen.

AC har fungerat som ett utlarmande och för räddningsledningen stödjande organ. Såvitt kan bedömas har AC i sitt agerande inte avvikit från de rutiner

som sedan länge gäller inom brandförsvaret. Det kan konstateras att belastningen på AC för tiden fram till explosionen var mycket hård trots att AC förutseende förstärkte sig i ett tidigt skede. Det bör här nämnas att AC samtidigt hade att ombesörja mer rutinmässiga göromål såsom bevakning för annan räddningstjänst och ambulanstransportförmedling. Alla inom brandförsvaret vet att AC blir hårt ansträngd vid större olyckor. Det är orimligt att begära att AC i nu aktuellt fall skulle hålla sig förvissad om att samtliga deltagande enheter hade tillräcklig information av betydelse för den personliga säkerheten. Att AC:s information om säkerhetsavstånd, brytpunkt och övergång till kanal 4 sannolikt inte nådde Kålltorpsenheterna måste bero på olyckliga omständigheter. AC:s personal kan inte rimligen lastas för det inträffade.

Det har bl a i en skrivelse till justitieombudsmannen gjorts gällande att polisbilspatrullen vid Arendalsvarvets port hade bort stoppa Kålltorpsenheterna och inte - såsom skedde - låta dem passera utan vidare*. Detta förtjänar följande kommentar. De som skall göra räddningsinsatser måste självfallet bäst veta vad som skall göras och hur farligt det är. Detta måste polisen utgå från. Polisens avspärrningar av ifrågavarande slag syftar till att dels förhindra att ovetande trafikanter skadas, dels möjliggöra för räddningsenheter att komma fram för att göra insatser. Det hade närmast varit felaktigt av polisen att utan uttrycklig order av räddningsbefälhavaren eller polisledningen stoppa brandbilarna. Någon sådan order hade inte utgått till

* Justitieombudsmannen har med hänvisning till nu aktuell utredning inte prövat sakfrågan.

polispatrullen. Polisen hade följande anledning att utgå ifrån att redan förekomsten av en polisspärr måste uppfattas som en anvisning om gränsen för ett riskområde och att brandförsvarsenheterna skulle stanna och fråga om de ansåg sig behöva någon information av polisen. Det finns därför ingen anledning att rikta någon kritik mot polismännen i den aktuella patrullen.

Sammanfattningsvis måste anses att en rad olyckliga omständigheter - för vilka ingen kan lastas - haft betydelse för den tragiska utvecklingen.

SAMMANFATTANDE BEDÖMNINGAR

Orsaken till gasutflödet är med största sannolikhet sprängning med sprängämne. Fel på anläggningen som sådan eller i dess skötsel som kan ha bidragit till utvecklingen av olyckan har inte kunnat konstateras.

Det är sannolikt att brandförsvarets fordon som fördes först in i gasmolnet söderifrån initierade explosionen. Full visshet i denna fråga torde dock aldrig kunna nås. Inte heller kan man slå fast huruvida antändningen av gasen kunnat undvikas om brandbilen inte kommit att utgöra tändkälla. Frågan om huruvida skadorna skulle ha blivit större eller mindre om antändning skett senare - under den långa period utflödet pågick - kan endast bli föremål för spekulationer.

Brandförsvarets och polisens agerande i räddningstjänsten kan inte klandras. Den tragiska utvecklingen med bl a svåra personskador berodde på olyckliga omständigheter för vilka ingen kan lastas.

Det är självfallet nödvändigt att så långt möjligt och rimligt söka minska riskerna för utflöde av brandfarliga ämnen och begränsa skadorna om utflöde ändå sker. Den enda säkra metoden för att helt undanröja risken för sådana olyckor är att upphöra med hantering av ifrågavarande slag. Något sådant är dock inte möjligt utan mycket omfattande och kännbara omställningar i samhället.

Det sagda innebär att hantering av brandfarliga ämnen, innefattande transport av brandfarlig gas i rörledning, alltid är förenad med vissa risker.

Olika tekniska och andra arrangemang för att förebygga eller begränsa skada kan vid en första anblick förefalla välmotiverade eller kanske t o m självklara. Emellertid visar det sig oftast vid mer ingående analyser att arrangemangen inrymmer faktorer som samtidigt avsevärt ökar risken för olyckor eller är hanteringsmässigt eller ekonomiskt orimliga. Som exempel kan nämnas avstängningsventiler. Hade sådana funnits med mycket korta mellanrum på det aktuella propanröret, hade utsläppet sannolikt kunnat begränsas betydligt. Emellertid visar erfarenheten att sådana ventiler i sig utgör en avsevärd läckagerisk. Ett annat exempel, som ofta diskuteras, är förläggning av rör i marken. Sådan medför ofrånkomligen betydande svårigheter vid översyn och inspektion samt verkar oftast främjande för korrosion.

De säkerhetsnormer för anläggningar av ifrågavarande slag som tillämpas i Sverige motsvarar i allt väsentligt de internationella och kan inte bedömas som mindre stränga.

Genom en lämplig förläggning av rörledningar i förhållande till omgivningen kan risken för olyckor begränsas. Emellertid är det lika angeläget att förändringar av omgivningen och aktiviteterna kring en rörledning sker med hänsyn till rörledningen. Rörledningar har direkt anknytning till verksamheter, t ex raffinaderier och hamnar, som i sin tur är beroende av verksamheter och anläggningar i omgivningen. Vid planläggning för markanvändning skall ett mycket stort antal väsentliga faktorer beaktas, varav skyddsavstånd och andra säkerhetsfrågor utgör några. Möjligheterna att med skyddszoner tillgodose säkerheten är betydligt enklare vid planläggning för industrietablering i oexploaterade områden än inom tätorter o d. Genom tillskapande av s k buffertzoner vid etableringar av petroindustrier i Stenungsund och Brofjorden har således frågor om skydd mot omgivningen m a p buller, rök, ljus, lukt m m, kunnat erhållas

samtidigt som verkningarna på omgivningen av eventuella olyckor kunnat nedbringas. Det är svårare att i stadsplan eller byggnadsplan föreskriva skyddszoner inom industriområden eftersom industrin ofta har behov av förändringar och nya anläggningar inom området. Detta har t ex varit fallet i Stenungsund.

Inom samarbetsgruppen har övervägts om det finns möjlighet att öka transportledningarnas skydd mot planerad åverkan. Därför har amerikanska normer och oljebolags konstruktionsanvisningar granskats. Samtal har även ägt rum med BPs, London, säkerhetschef och ett av de större internationella konsultbolagen i branschen.

Mot planerad skadegörelse torde inte konstruktions- eller byggnadsåtgärder kunna åstadkommas till godtagbara kostnader.

Det bör dock förhindras att människor av nyfikenhet eller oförstånd kan påverka ledningarna. Därför är det viktigt att alla ventiler är så placerade eller arrangerade att de utanför inhägnat område ej är åtkomliga för allmänheten. Dränerings- och avluftningsledningar bör vara försedda med lås eller avblindningar, som ej utan målmedveten ansträngning kan öppnas. Det är motiverat att kontrollera ledningar med hänsyn härtill.

Vid de överläggningar, som ägt rum mellan olika myndigheter med anledning av gasexplosionen, har frågan om det allmänna tillståndet hos äldre rörledningar vidrörts. Frågeställningen gäller äldre ledningar, som monterats före Rörledningsnormernas tillkomst och som inte kontrolleras vid återkommande besiktningar.

Det har framkommit att en del av det äldre rörbeståndet kan vara i ett mindre gott skick. Spräng-

ämnesinspektionen har därför tagit initiativ till en undersökning som syftar till att klarlägga om tillståndet hos äldre rörledningar för brandfarlig vara är sådant att särskilda åtgärder är erforderliga.

Med hänsyn till den starkt ökade trafiken i aktuellt område är det motiverat att granska huruvida befintliga skyddsräcken, varningsmärken o d är tillräckliga. En särskild arbetsgrupp för en sådan granskning kommer inom kort att bildas. I gruppen kommer att ingå företrädare för berörda myndigheter och företag.

Med stöd av befintligt regelverk för brandfarlig vara är det möjligt för vederbörande myndighet att redan på ett tidigt stadium ta del av planerade installationer. Härigenom kan myndighetens erfarenheter och synpunkter tillvaratas. Då det nu dessutom finns rörledningsnormer kan en rimlig skyddsstandard hos rörledningarna tillgodoses med befintligt regelverk.

En beaktas vanligtvis inte risker för sabotage i samband med tillståndsprövningar på så sätt att tillstånd förenas med föreskrifter som syftar enbart till att minska sådana risker. Den nu aktuella olyckan och andra händelser visar att anläggningar och verksamheter i vårt samhälle är mycket känsliga för relativt enkelt utförda sabotagehandlingar. En väsentlig fråga är därför i vad mån och hur risker för sabotage framdeles inom ekonomiskt försvarbara ramar kan beaktas vid provningar om tillstånd, t ex till transport av brandfarlig vara i rörledning. Frågan är mycket komplex och vittomfattande och bör i förekommande fall behandlas genom en mer övergripande analys än beträffande enbart transport av brandfarlig vara i rörledning.

REKOMMENDATIONER

1. Verkningarna av denna olycka bör - tillsammans med liknande olyckor som inträffar - finnas med bland de hotbilder som läggs till grund för säkerhetsbedömningar vid planläggning för markanvändning och vid provning av tillstånd till transport av brandfarlig vara i rör. Planverket bör i samråd med berörda myndigheter överväga i vad mån och hur anvisningar för planläggning med hänsyn till anläggningar av ifrågavarande slag bör meddelas.
2. Bl a inom räddningstjänsten visar erfarenheterna från större övningar och verkliga händelser att det ofta finns brister i sambandsrutinerna och sambandsdisciplinen. Erfarenheterna från de skadade brandmännens uttryckning i detta fall bör föranleda att brandförsvaren gör en översyn på sambandssidan för att minska risken för liknande händelser.
3. Även om olyckan inte är en följd av konstruktions- eller materialfel kan det vara motiverat med obligatorisk offentlig provning och kontroll med jämna mellanrum av alla rörledningar för transport av brandfarlig vara. Sprängämnesinspektionen har nyligen i samarbete med berörda myndigheter och AB Statens Anläggningsprovning påbörjat en utredning rörande behovet av sådana bestämmelser. I utredningen bör även diskuteras tidsbegränsning av tillstånd.
4. Erfarenheterna från räddningstjänsten vid denna olycka bör förmedlas vid utbildning och övning av brand- och polispersonal. Gemensam planläggning och övning mellan brandförsvaret och polis är av stor vikt. Vidare bör betonas vikten av information till uttryckande enheter om lämplig färdväg, skyddsavstånd, brytpunkt och ordning för radiosamband.

5. En särskild utvärdering bör göras genom jämförelse mellan brandmännens skador och kläder i syfte att ta fram underlag för förbättring av skyddsutrustning och eventuell ändring av rutinerna för användande av sådan. Eventuella skador på och följskador av kontaktlinser som bars av den ene brandmannen bör uppmärksammas.

6. Socialstyrelsen bör överväga om särskilda anvisningar behövs för ambulanspersonal m fl för första behandling av brännskador, t ex ifråga om vattenbegjutning. I förekommande fall bör därvid undersökas förutsättningarna för att utrusta ambulanser med det som kan behövas för ändamålet.

PROPANUTFLÖDET 1981-06-04
INOM BP:s RAFFINADERIOMRADE

PROPANUTFLÖDET 1981-06-04 INOM BP:S RAFFINADERIOMRÅDE

En tid efter olyckan den 8 maj inträffade ånyo ett utflöde från den aktuella rörledningen. Med hänsyn till bl a händelsernas närhet i tid och rum har det bedömts motiverat att redovisa erfarenheterna även från det senare utflödet.

Torsdagen den 4 juni 1981 inträffade ett propanutflöde inom BP:s raffinaderiområde. Det skedde från samma rör som vid explosionen den 8 maj. Utflödet den 4 juni började strax före kl 10.45 och bringades att upphöra genom tätning ungefär två timmar senare. Enligt uppskattningar läckte 1 á 2 kubikmeter vätska ut. Detta motsvarar några hundra kubikmeter gas. Orsaken till utflödet var att en detalj felaktigt togs bort från ventilen på trycksidan av utlastningspumpen för propan. I undersökning som polisen gjorde påföljande dag sägs bl a följande: "Ingenting gav anledning till misstanke om brottslig handling. Allt tydde på att det var ett förbiseende från de anställdas sida som var den egentliga orsaken till läckaget och för vilket de inte rimligen kunde ställas till ansvar".

Orsak

I samband med att propanröret tömdes vid explosionen den 8 maj passade BP på att i enlighet med serivceplan byta tre ventiler, bl a en motormanövrerad kulventil på den aktuella utlastningspumpen. Eftersom ventiler av samma fabrikat inte var anskaffbara ersattes de av motsvarande typ av annat fabrikat. De elektriska ställdonen kunde dock inte monteras på dessa nya ventiler utan att fästena iordningställdes. Sedan röret fyllts med propan manövrerades därför ventilerna för hand vid utlastningar. Fästena som behövde ändras utgjorde samtidigt spännbygel över ventilspindeln. Med kännedom om de gamla ventilernas konstruktion ansåg den

ansvarige underhållsförmannen att det var ofarligt att demontera byglarna. Demonteringen skedde den 3 juni. Emellertid var spindeln i ventilerna av nu aktuellt fabrikat beroende av bygeln för att sitta på plats vid visst invändigt gastryck. Gastrycket i den aktuella ventilen blev dock senare sådant att spindeln trycktes ut med utflöde som följd.

Alarmeringen

Utflödet upptäcktes av BP:s personal. Internt brandlarm utlöstes, samtidigt som brandförsvaret informerades per telefon. Enligt brandförsvaret meddelade BP därvid att en gasolläcka inträffat på raffinaderiområdet och att BP skulle återkomma om hjälp behövdes. Brandförsvarets vakt-havande brandingenjör kontaktade därefter BP per telefon och fick ungefär samma uppgifter. Strax därefter utlöstes automatlarm hos brandförsvaret varvid brandförsvaret larmade ut enheter från flera brandstationer genom s k stort larm.

Räddningsinsatserna

Inom raffinaderiområdet vidtogs en rad säkerhetsåtgärder, bl a förberedelser för massiv vattenbegjutning av gas-sfärer i närheten av utflödesplatsen och för utspädning av gasmolnet med spridda vattenstrålar. Brandförsvaret verkställde genom polisen avspärrning av vissa vägar, bl a Torslandavägen. BP:s personal, utom driftpersonal och vissa andra som medverkade i räddningsarbetet, lämnade raffinaderiområdet på order av brandförsvaret. Vidare kontaktade brandförsvaret Volvo och Arendalsvarvet för att förbereda utrymning där. Lokalradion höll trafikanter m fl underrättade om vägavspärrningar m m.

Av betydelse för säkerhetsåtgärdernas art och omfattning i inledningen var att brandförsvaret av BP fick sådana

informationer som tolkades som att propanröret (6") stod helt öppet. Brandförsvaret utgick därför från en betydligt större källstyrka för utflödet än som verkligen var fallet.

Samtidigt med säkerhetsåtgärderna försökte man tätta den läckande ventilen. Räddningspersonalen konstaterade att ett tiotal av BP:s anställda uppehöll sig i närheten av den läckande ventilen, utan att vara engagerade i tätningsarbetet och utan att vara iförda någon skyddsutrustning. Först efter flera uppmaningar lyckades räddningsledningen förmå överflödigt personal att lämna platsen. De som deltog i själva tätningsarbetet använde därefter skyddsutrustning, bl a flam-säkra overaller.

Tätningsförfarandet

Först försökte man tätta med en träplugg. Försöket misslyckades bl a därför att pluggen sprack i en limfog. Andra försöket, som lyckades, bestod i att ventilspindeln trycktes på plats med hjälp av en planka varefter spännbygeln kunde skruvas fast.

Under tätningsinsatserna använde man sig av vattenånga och spridda vattenstrålar för att späda ut gasmolnet. Dessutom förbereddes tömning i Skarvik av röret för att minska utflödet vid ventilen. Tömningen behövde dock inte verkställas eftersom ventilen återställdes i fullgott skick.

Tätningen skedde omkring kl 12.30. Efter ytterligare en halvtimme bedömde brandförsvaret att faran var över.

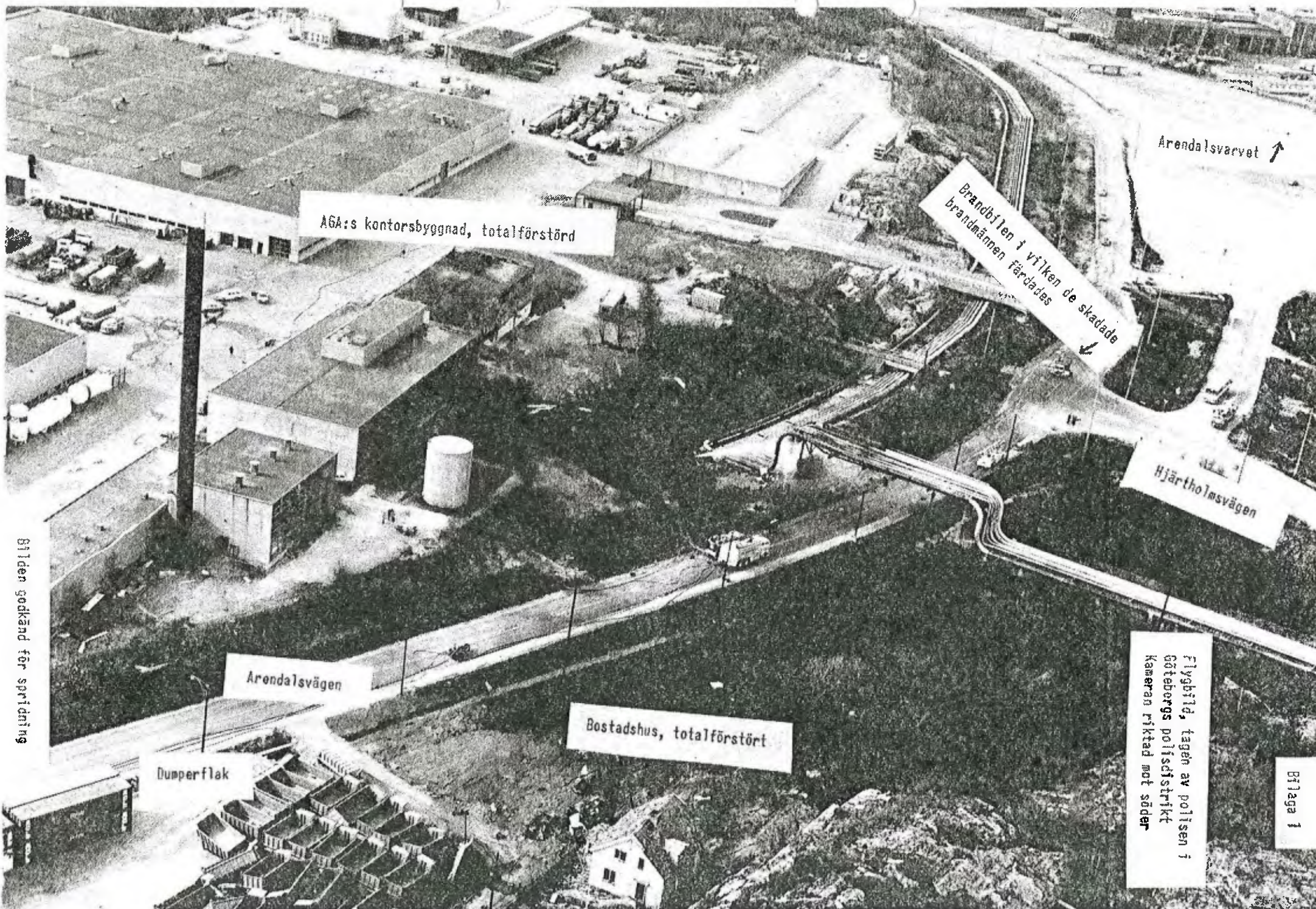
Erfarenheter

1. Före utbyte av ventiler och andra anordningar med höga krav på säkerhet till motsvarande anordningar av

annat fabrikat måste eventuella olikheter klarläggas och beaktas för att eftersträvad säkerhet skall kunna uppnås.

2. Det kan vara svårt i vissa fall att avgöra om brandförsvaret skall larmas. Det kan t ex gälla ett raffinaderi där smärre utflöden av olika slag ibland äger rum och som egen specialutbildad personal brukar kunna bemästra. Principen bör dock vara att brandförsvaret skall larmas vid minsta tveksamhet. Av vikt är därvid att brandförsvaret genast får all tillgänglig information av betydelse för säkerhetsåtgärder och egentliga räddningsinsatser.
3. Envar i räddningsstyrkor som befinner sig i riskfyllt område måste ha bestämda uppgifter. Riskfyllda insatser ställer mycket höga krav på arbetsledningen, bl a i fråga om att effektivt utnyttja så få personer som möjligt. Arbetsledningen kan ofta tvingas att mota bort kunnig och alltför insatsvillig personal.
4. I nu aktuellt fall släpptes ingen annan än brandförsvarspersonal förbi avspärrningar. Viss raffinaderipersonal med specialkunskaper i säkerhetsfrågor tilläts inte passera, trots att de visade industrilegitimation. Eftersom särskilda direktiv rörande inpassering inte meddelats av eller kunde inhämtas från räddningsledningen måste avspärrningspersonalen anses ha handlat korrekt. Fallet visar dock att det kan vara nödvändigt att tidigt meddela avspärrningspersonal direktiv eller att upprätta samband så att frågor om tex inpassering kan besvaras av räddningsledningen.

B I L Ä G O R



AGA:s kontorsbyggnad, totalförstörd

Brandbil en i vilken de skadade brandmännen färdades

Arendalsvarvet ↑

Hjärtholmsvägen

Arendalsvägen

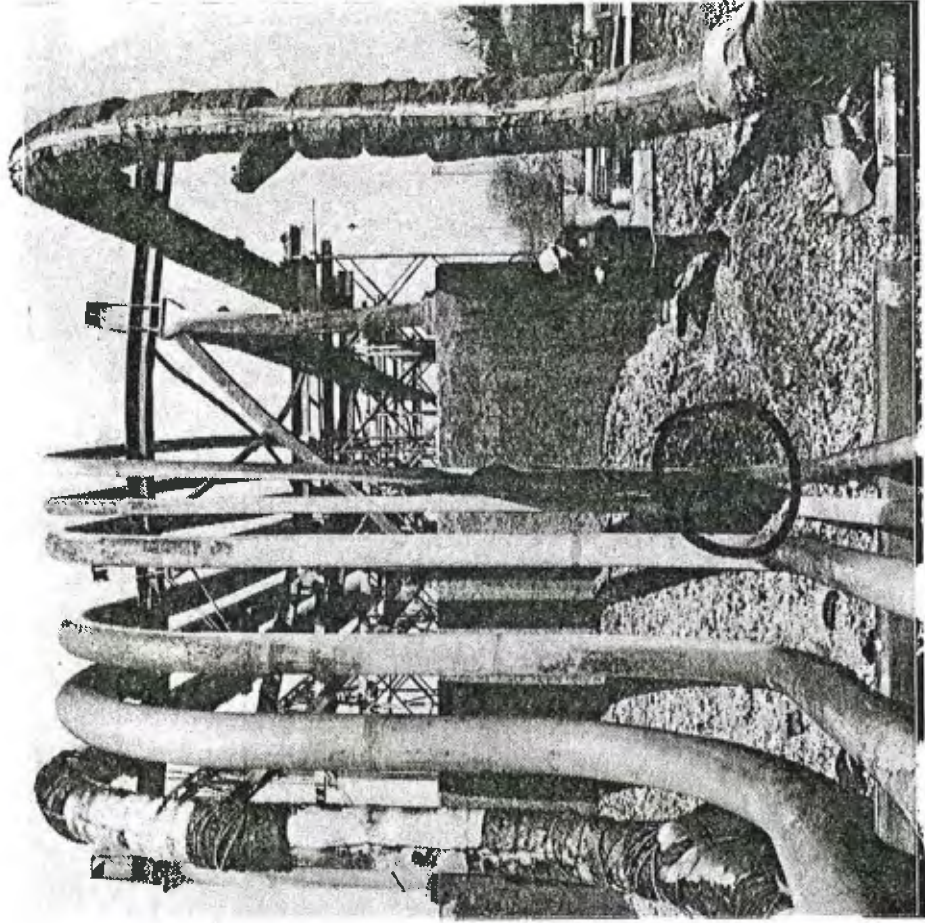
Bostadshus, totalförstört

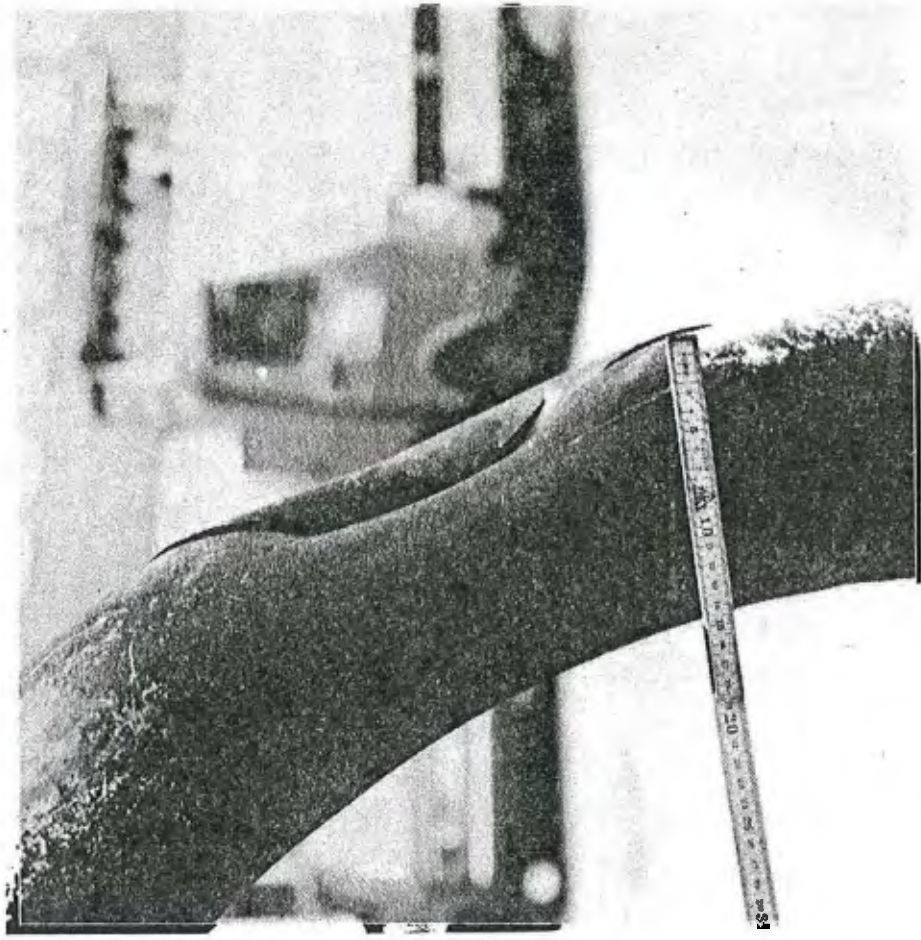
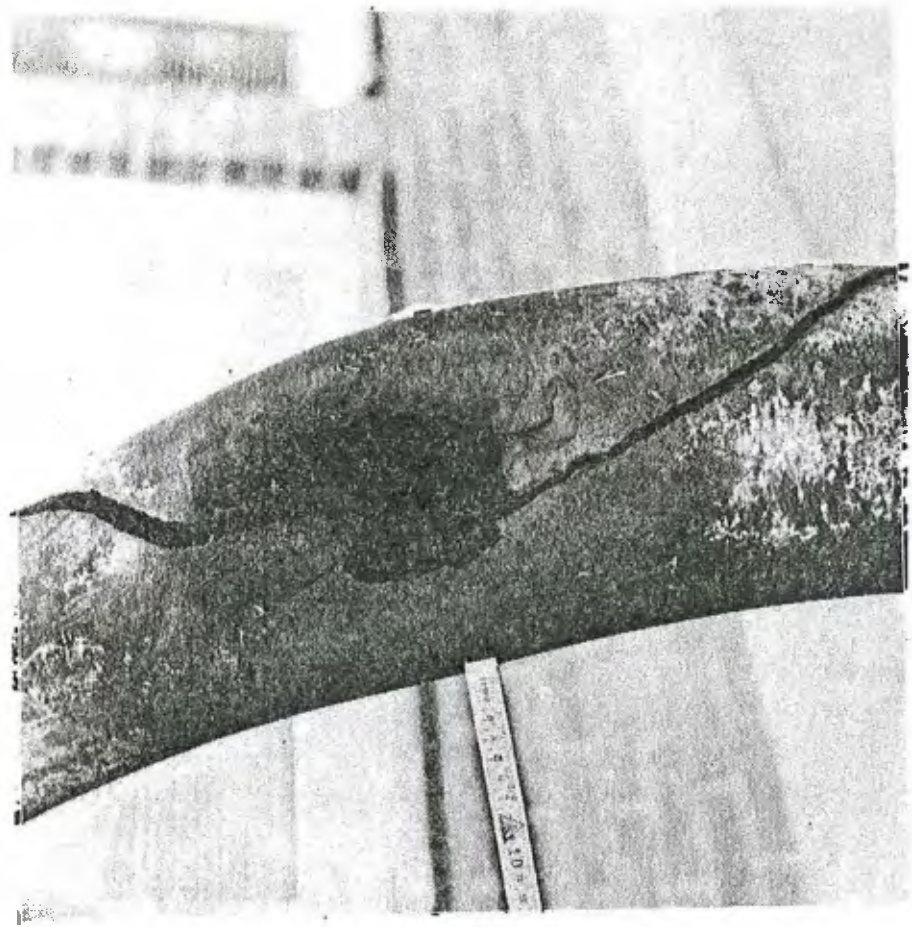
Flugbil, tagen av polisen i Göteborgs polisdistrikt Kaseran rikad mot söder

Bygga 1

Dumperflak

Bilden godkänd för spridning





GÖTEBORGS BRANDFÖRSVAR
 Brandskyddsavdelningen
 1:e branding
 Kjell Cloth

2.3 TÄNDANLEDNINGAR

Följande orsaker kan tekniskt sett ha antänt gasolnet.

1. Bilarna Position 21
2. AGA:s byggnader Position 28, 29, 31a och 31b
3. Gatubelysning och kopplingsboxar
4. Elektriska kablar i Shells Crude-ledning samt BP:s ledning för tjockolja klass III
5. Restvärdesskyddsbilen Position 7

1. Bilar

Samtal med Rune Andersson 81-06-02 angående personbilar vid Arendalsvägen.

Följande personbilar fanns vid explosionstillfället på tomten:

1. Morris Marina 74 års modell. Denna saknade batteri.
2. Opel kadett 70 års modell saknade även batteri. Denna bil hade ej brunnit men var svårt demolerad.
3. Ford Cortina 66 års modell. Saknade batteri och kan betraktas som skrot.
4. Opel Rekord Caravan 67 års modell var den enda bil som var körduglig och således batteriförsedd. Någon batteridrivna klocka fanns inte.

Att bil nr 4 (Opel R Caravan) skulle utgöra en tändkälla är i högsta grad osannolikt. Detta antagande stöds också av brandmästare Bernt Johanssons iakttagelser. Enligt hans förmenande låg den första explosionens centrum bortom rörbrottet. (Ev i höjd med bropassagen till AGA).

2. AGA:s byggnader Position 29, 31a, 31b

Några direkta brandskador eller andra tecken som tyder på att någon av dessa byggnader har varit en tändkälla har inte kunnat konstaterats.

Byggnad

Position 28

Beroende på att denna tvåvånings kontorsbyggnad blev så svårt demolerad har ej via någon teknisk undersökning varit möjligt att helt utesluta byggnaden som tändkälla, men mot detta talar samtliga vittnesmål som anser att initialbranden började vid i höjd med eller till höger om restvärdesskyddsbilen.

3. Gatubelysning och kopplingsboxar

Samtal med verkm. Gyllenbrink, Energiverket (tel. 626242) angående det temporära bortfallet av gatubelysningen på Arendalsvägen den 8 maj 1981 (ungefärlig tidsangivelse enl. brandmästare Bernt Johansson kl 02.10-02.20 cirka 10 min.). Några minuter innan explosionen återkom belysningen.

Gyllenbrinks personal har undersökt samtliga kopplingsdosor och skåp på olycksplatsen och funnit dessa intakta.

Om aktuellt belysningsbortfall har Energiverket ej någon notering. I deras papper finns tiden 02.31 angiven för totalt strömbortfall på Arendalsvägen.

Enligt Gyllenbrink verkade det inte så ovanligt med tillfälliga strömavbrott där allt efter en stund åter fungerar normalt.

Att gasmolnet, som gick över lamphöjd, skulle påverkat hela sektionen genom kontakt med vissa lampor är orealistiskt - någon julgransbelysning är det ju inte fråga om. Den tillfälliga mörkläggningen kan bero på en massa faktorer som till antal och komplicerings vi inte skall gå in på.

Gatubelysning (lampor) som tändkälla kan inte uteslutas. Om den har initierat vid detta tillfälle är dock tvivelaktigt. Vittnesuppgifter (bl a brandmästare B Johansson) stöder i varje fall inte den teorin.

4. Elektriska kablar i Shells crude-ledning samt BP:s ledning för tjockolja

Har samtalat med Ljungman och bett om en rapport från deras undersökning. Enligt förhandsbesked skall dessa vara helt intakta.

5. Restvärdesskyddsbilen

Skyddsbil och rökskyddsbil kommer i nämnd ordning från Oljevägen och kör in i gasmolnet varvid skyddsbilen stannar c:a 75 m från rörbrottet och ytterligare 25 m efter stannar rökskyddsbilen. I samband med att rökskyddsbilen skall backa ut ur molnet uppmärksammar de

"Tre explosioner i tät följd ungefär 30-35 m till höger om dem. Sedan som fjärde smäller det under skyddsbilen. Den står under ett enda stort eldhav."

Ött av vittnena, som hjälper en av de brandskadade brandmännen, uppger att brandmannen till honom lär ha yttrat: "Vi fick motorstopp och när vi försökte starta smäll det."

Notot: En gnista från en startmotor har en tillräcklig energiinnehåll för att initiera en brand i ett gasmoln.

BA - central

81-10-12

Brandförsvaret
Kjell Cloth
Tredje Långgatan 16
Göteborg

.15
A325/81
Kjell Cloth

Angående Er begäran om undersökning av den temporära släckningen av gatubelysningen på Arendalsvägen den 8 Maj 1981.

Ingen felsignal har registrerats på vårt centrala kontrollrum angående strömavbrott eller spänningsfall till belysningscentral 1403.

Ingen säkring har löst i belysningscentral 1403.

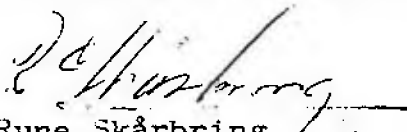
Ett momentalt spänningsfall kan ha orsakat att gatubelysningen släcktes. När belysningen åter tändes dröjer det c:a 5 minuter innan full ljuseffekt erhålles.

Vid mätning av isolationsmotståndet för samtliga gatubelysningskablar inom belysningsdistriktet 1403, har godkända värden erhållits, varför ett momentant fel på gatubelysningsanläggningen ej kan vara tändkälla till explosionen.

Samtliga utbytt armaturer har undersökts och synes ej vara skadade av en explosion utan enbart värmeskadade.

Med vänlig hälsning

ENERGIVERKEN I GÖTEBORG


Rune Skårbring

Bilaga:

3 st ritningar

Gasexplosionen 1981-05-08, Göteborgs kommun

På uppdrag av Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län har undertecknad studerat vilka krafter som utlöstes vid ovanstående explosion och har då kommit till följande resultat:

- a/ Minst två explosioner har troligen inträffat, varav en i källarutrymmet under AGA:s kontorsbyggnad intill skyddsrummet. En explosion har dessutom troligen inträffat i en av kulvertarna som finns utanför AGA:s område invid Arendalsvägen. Den aktuella kulverten har anslutning till AGA norr om tankarna vid värmecentralen.
- b/ Explosionen i kulverten har med stor sannolikhet varit en detonation. De skador som uppstått i bl.a. de nedstigningsbrunnar som ligger närmast anslutningen till AGA tyder nämligen på detta. Det bekräftas också av beräkningar som har gjorts med utgångspunkt från att en av brunnens väggar har rört sig ≈ 2 cm i relation till tvärväggarna och därmed givit upphov till ett passivt jordtryck. Analysen ger då ett detonationstryck av minst 200 kPa.
- Genom att samtidigt studera den kaströrelse som ett av brunnslöcken har beskrivit genom att hamna på taket till värmecentralen, erhålls tryckets varaktighet till ≈ 30 msec, dvs en impulsbelastning av $\approx 2,7$ kPasek har belastat nedstigningsbrunnens vägg.
- c/ Explosionen i källarutrymmet intill skyddsrummet har sannolikt varit en inomhusexplosion med mycket begränsade möjligheter till avlastning till dess att ytter-

väggen mot NV har raserats. Detta har skett när trycket i källaren är så stort att belastningen från takelementen (bjälklagsselementen) upphör, varvid väggens horisontella bärförmåga drastiskt minskar. Bjälklagsselementens egen vikt är ungefär 500 kg/m^2 , dvs belastningen på väggen upphör när explosionsstrycket är 5 kPa och då börjar explosionen att avlastas mot NV. I vertikal riktning är elementens tröghet så stor att någon effektiv avlastning inte fås i denna riktning.

En beräkning av det maximala trycket med beaktande av det höga öppningstrycket 5 kPa och den stora massan hos den avlastande väggen visar att trycket har nått upp till $\sim 15 \text{ kPa}$.

Detta maximala tryck innebär att bjälklagsselementen raseras eftersom de har en mycket liten bärförmåga vid belastning från undersidan.

Det beräknade trycket kan också jämföras med den dimensionerande belastningen (50 kPa) hos skyddsrumsväggen.

En beräkning av läcktrycket inne i skyddsrummet med en antagen öppningsarea av $0,5 \text{ m}^2$ ger då läcktrycket 1 kPa. Belastningens varaktighet är svår att bestämma men är mindre än 100 msec om 20 m^2 av ytterväggen förstörs vid explosionen.

Det beräknade maximala trycket 15 kPa innebär att mindre än 1 % av skyddsrummets energiupptagande förmåga har utnyttjats vid explosionen. Detta gäller om en deformation av 2 % av spännvidden tillåts som mest vid en eventuell vapenverkan.

Någon explosion inne i skyddsrummet har troligen inte inträffat eftersom sot endast förekommer i närheten av den öppna skyddsrumsdörren och den öppna ventilen.

* För säkerhets skull bör man alltid ha tillräckligt med utrymme för evakuering (inkl. bänkar till exempel) i skyddsrummet.

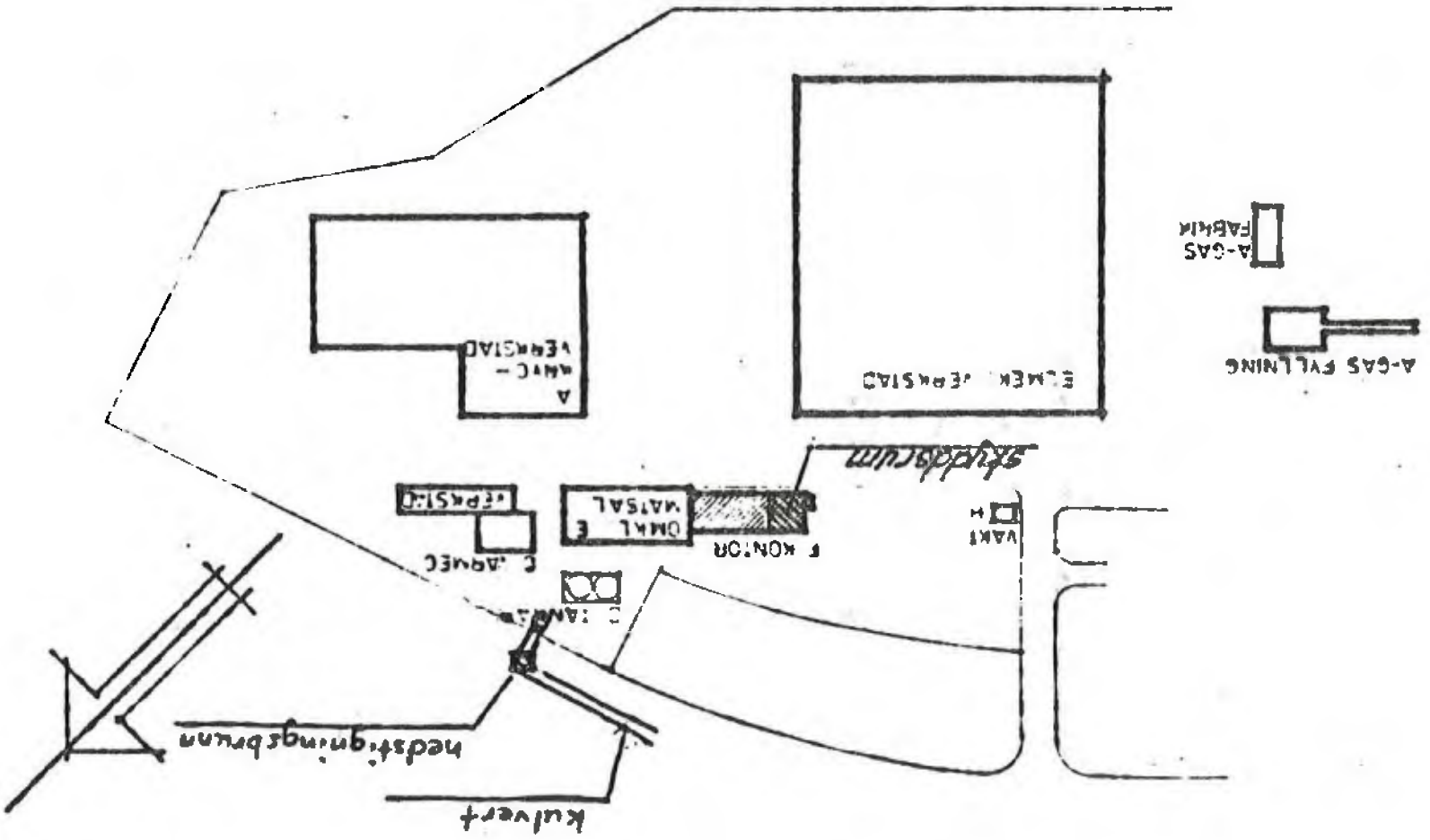
*Även ytterväggen
skulle kunna förstöras*

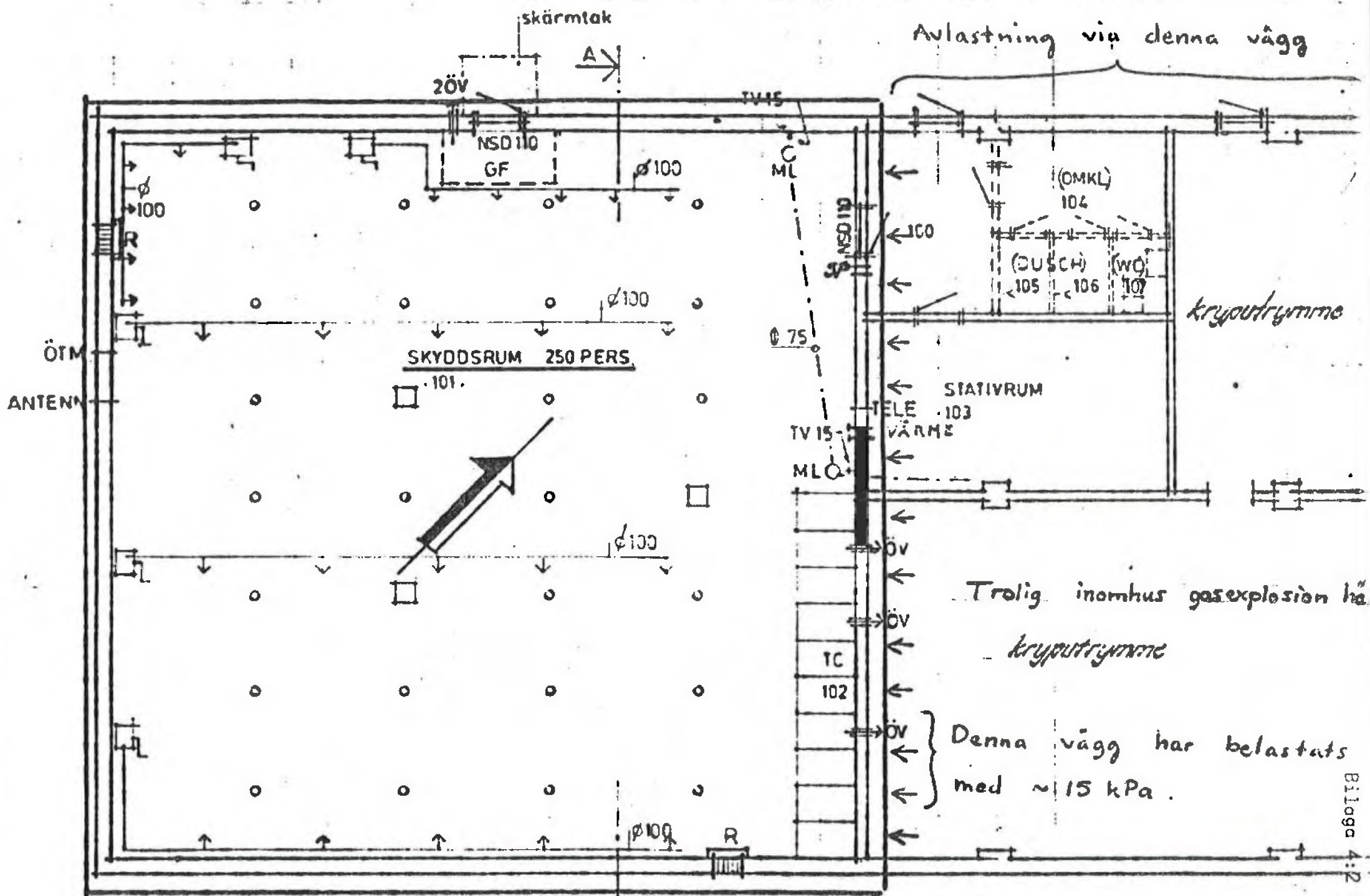
Branden i samband med explosionen har dels förstört tätningslistan kring den öppna skyddsrumsdörren, dels belastat dörrens ytterplåt med temperaturspänningar som givit upphov till permanenta deformationer i plåten mellan avstyvningarna.

Kungälv 1981-06-15

Sven-Erik Bengtson

AGA AENDAL STA 361





KÄLLARPLAN

Trolig inomhus gasexplosion här

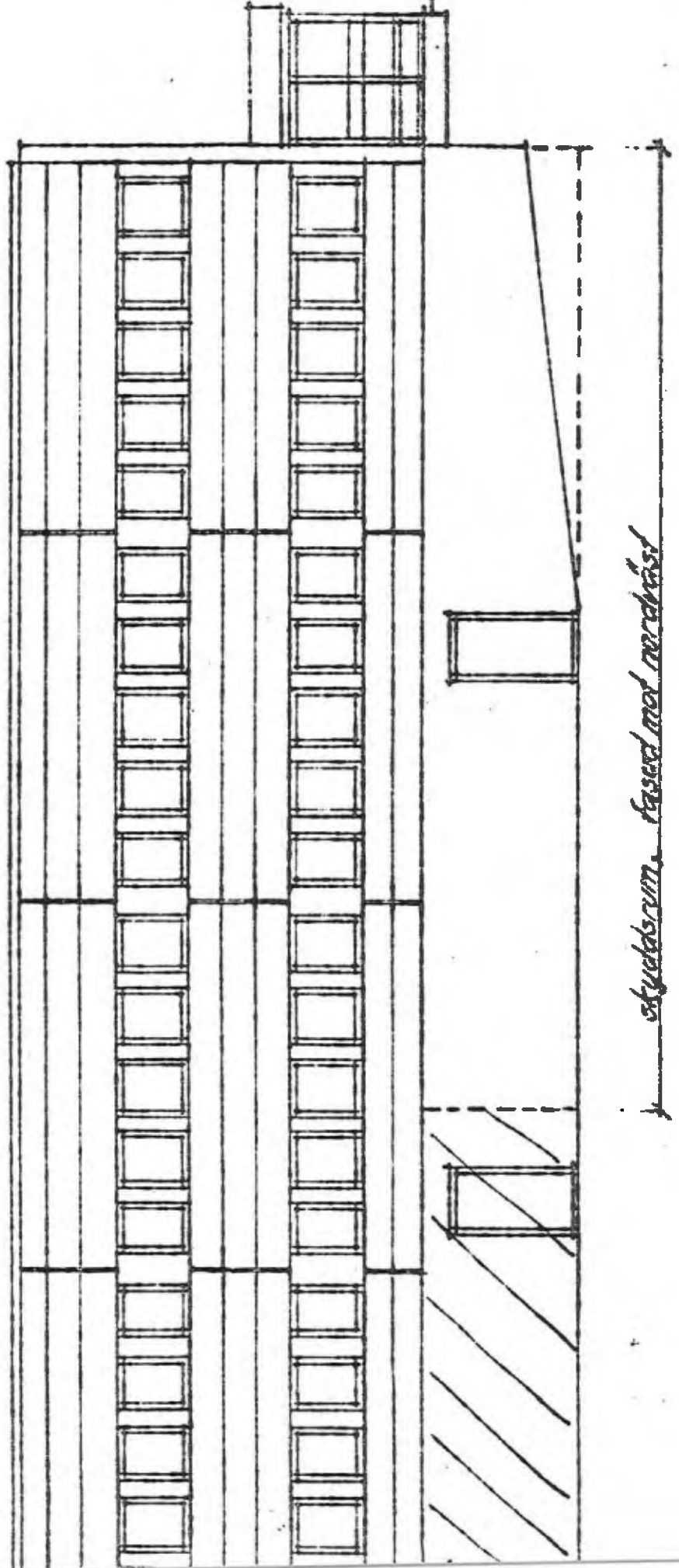
kryputrymme

Denna vägg har belastats med ~15 kPa.

kryputrymme

Aurlastning via denna vägg

/// = Väggyta som rasat och sedan fungerat som
avlastningsyta. Sedan väggen raserats har upp-
lagen för bjälklagselementen förstörts, varefter
elementen har ramlat ner.



Skjutrum, fasad mot nordväst

GÖTEBORGS BRANDFÖRSVAR
Tekniska avdelningen

Protokoll fört vid besiktning av funna larmkläder vid
brand Arendal 1981-05-14

Närvarande: Kenneth Ericsson huvudskyddsombud, Stig Carlsson
intendent, Stig Sommar skyddsingenjör.

Inledning

Vid gasexplosion skadades två brandmän svårt. Ovanståendes upp-
gift har varit att med ledning av funna beklädnadsplagg söka
bedöma skadorna på dessa för framtida erfarenhetsuppföljning.

Plaggen har uppsamlats på skadeplats av polisen och i plast-
påsar översänts till brandförsvaret. Platser där plaggen åter-
funnits har av polisen markerats på bifogad skiss.
./.

Iakttagelser

Kläder tillhöriga 454 Gustavsson.

Stövlar	Höger stövel saknas. Typ brandmannastövel. Fabrikat Tretorn SV 25 Spiktramp 80 31.927-113 Kolart ytskikt i halva överdelen av skaftet. Genombränning av skaft på insidan. Nederdel och fot intakt.
Sockor	En socka saknas. Fabrikat Björk armemodell 687/20. 100% ull. Halva skaftet bortbränt. Detta synes motsvara genombränningen i stövelskaftet.
Byxor	Uniformsbyxor. Fabrikat Svanhill 45% ull 55% polyester. Avklippt del av byxben uppvisade smälta i tyget.
Skyddsbyxa	Fabrikat Brage Special. 100% ull. Avklippta bitar som var relativt oskadade. Vissa partier kolade på insidan av tyget.

Larmtröja	Fabrikat Björks flamskyddande värmedress i ull. Devold 90% ull 10% nylon. Höger ärm och axel borta. Dragkedjan uppdragen till 1/2 i hals.
Larmrock	Fabrikat Brage special modell Göteborg. 100% ull. Endast överdel med del av kapuschong kvar, resten bortbränd. Rocken var knäppt ända upp till översta knappen. De delar av rocken som bestod av dubbla tyglager dvs skulderpartierna fanns kvar. Resten bortbränt.
Bälte	Fabrikat Brissman typ 33. Nytt bälte från 1980. Nr 573. Bältet avskuret. Smältskador i ytskikt.
Hjälm	Fabrikat Brissman BR SIS IDR 484. Glasfiber- armerad plast. All plast bortbränd. Kvar endast glasfibern.
Handskar	Typ Fireball. En handske halvbränd och en o- skadd. Typ läderhandskar. Oskadade. Anm. Handskarna troligen förvarade i fickan.
Hjälmskydd och Linrulle	Detaljerna oskadade. Troligen förvarade i fickan.
Kläder tillhöriga 256 Kanbratt.	
Stövlar	Typ brandmannastövel. Fabrikat Nokia Original med spiktramp. 2/3 av stövlarnas nederdelar hårt kolade. Oskadade inuti och överdelar.
Sockor	Ej återfunna. Troligen fabrikat Helly-Hanssen F 454. 100% polyamid.
Byxor	Uniformsbyxor ej återfunna.
Skyddsbyxa	Fabrikat Brage special. 100% ull. Överdelen relativt intakt. Från grenen var nederdelens baksidor bort- brända.
Larmtröja	Ej återfunnen. Vid kontroll 1981-05-22 i Kanbratts skåp på K-station återfanns en larmtröja. Troligen har larmtröja ej använts på uttryckning.


Larmrock Fabrikat Brage original från 1979. 100% ull.
Endast del av kapuschong och taft kvar.
Rocken var utförd i enkelt tyg. Bara fragment kvar i övrigt.

Bälte Fabrikat Brissman typ 33. Nr 468. Provat 1975, 1977, 1980 utan anmärkning.
Komplett med yxa.
Bältet avbränt med smältor på utsidan.

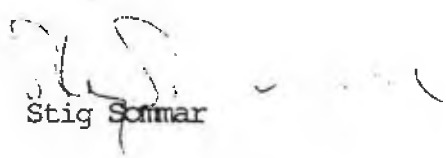
Hjälm Ej återfunnen.

Handskar Typ Fireball. En handske intakt funnen i rockficka. Den andra handsken funnen intakt på marken.
Läderhandskar saknas.

Göteborg 1981-05-22


Kenneth Ericsson

Stig Carlsson


Stig Sommar

X 18561 / 81

- 11) Hjälms
- 12) rulle
- 10) yllekassa
- 9) plånbok - har ct

- 7) Handske
- 8) Textil
- 6) Bälte yxa
- 5) skinn
- 4) arm
- 2 o 3) handsken LK
- 1) Stövlar, byxor
- 15) Handsken mm
- 14) textil

Hjälms 11)x 12)x

10)x

9)x

8)x

7)x

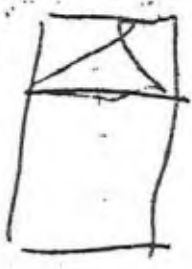
Stolpe

X 6)

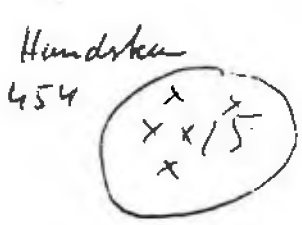
skinn 5)x

~~12)x~~

HPL



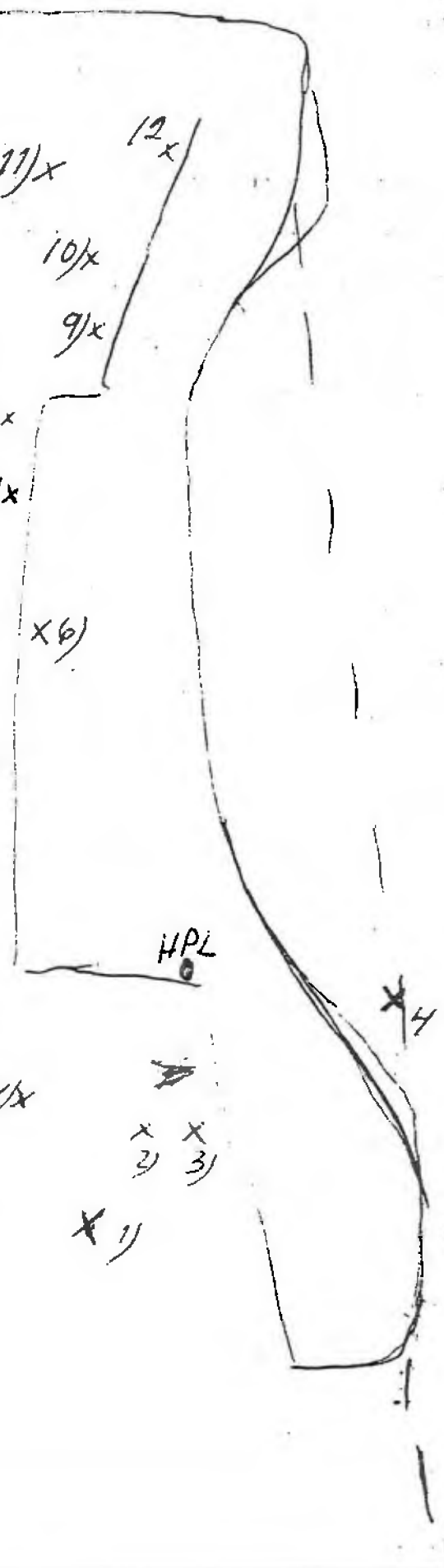
Prand boken



14)x

x 2) x 3)

x 1)



Skadeförteckning (Pos.nr refererar till
inlagd karta över området)

- | Pos. nr | |
|---------|--|
| 1. | Östra målet på Arendals fotbollsplan. Nätet smält från stolpar och ribbor till små klumpar. Mtrl säkrad, och Ola Hertzberg FOA skall bestämma ställpunkten. |
| 2. | Grushög i nv hörnet av Gv Arendal parkering. Skyddspreseening över högen smält ner till små klumpar. |
| 3. | Stolpar med betongplattor intill pos 2 plattorna svartbrända och sotiga. |
| 4. | Stolpe för högspänningsledningar (luftledning som går ner i marken). Isolatorer mm sönderbränt och har släppt från stolpen. |
| 5. | Högspänningsledning från stolpe (pos 4) har släppt från bärlinan. |
| 6. | Nerstigningsbrunn till regnvatten-tunnel skyddsloket av aluminium har slitits loss från lås och gångjärn. Två stora betongluckor á 600 kg har lyfts upp ur sina lägen. Invändiga durkar av aluminium lyfts ur sin placering. Dammlucka i tunneln (för avskiljning av olja) trasig. |
| 7. | Den utbrända skyddsbilen, i vilken de båda svårt skadade brandmännen färdades i. |
| 8. | Diket övertäckt av träplank. Endast ytskiktet bränt. |
| 8a. | Trälucka över "avlopp" endast svedd på översidan. |
| 8b. | Separat regnvattensystem i Arendals parkeringsplats. Via den, har gas förmodligen spridit sig ner mot den Sv delen av fotbollsplanen. Brunnens kona har rubbat sig ur sitt läge. |
| 9. | Pendel-upphängd gatubelysning lamp-skärmar av plast något deformerade. |
| 10. | Pendelupphängd gatubelysning. Lamp-skärmar av plast deformerade. |
| 11. | Orienteringstavla för trafiken placerad strax norr om infarten till Aga Cryo |

Del av skylt som sticker ut vid sidan om stolparna böjda nordvärt.

12. Informationstavla för Aga Cryo industriområde vid vägbro över rörstråk böjd nordvärt.
13. Trekantig reklamskylt norr om vägkorsning raserad. Ursprunglig riktning ej fastställd.
- 13a. Orienteringstavla på Arendalsvägen strax norr om rörbron. Del av skylt som sticker ut vid sidan om stolparna böjda sydväst.
14. Stolpmonterad gatubelysning norr om vägkorsningen. Stolparna svartbrända i sin fulla höjd. Lampskärmar helt bortsmälta.
15. Stolpmonterad gatubelysning norr om pos 14. Lampskärmar deformationerade.
16. Staket runt uppställningsplats för containers. Staketet raserat åt nordost. Stolparna knäckta vid markfäste.
17. Ett 90-tal dumperflak av 150 har blivit omkullkastade lite hur som helst. Varje flak väger 3,5 ton. På många av flaken noterades att baklämman slitits loss från gångjärnen eller stod uppåtfällda istället för att hänga.
18. I västra kanten av inhängnaden har en container med sidor trapetskorrigerad ytterplåt fått vidkännas kraftiga förskjutningar.
19. På båda sidor om läckageplatsen har skarvar mellan plåtsvepen blivit sotiga och botten av plåtklädseln nedtryckt. (BP:s tjockolja). Skumisoleringsens ytskikt på ledningen är förkolnad över långa sträckor.
20. Utefter rörgatan uppströms läckageplats (mot raffet). Ett område där bara små lokala fläckar av gräs och buskar är svartbrända (inga sammanhängande ytor).
21. 4 stycken demolerade och utbrända bilar strax Sv om dumperflaken. Skadorna indikerar att minst 2 bilar har haft invändiga explosioner. Bilar står utanför det svartbrända gräsområdet. Strax innan explosionen hade en gasmätning (pos 21a) utförts, vilket visade att blandningen då var explosiv.

Man har skäl att tro att strax innan explosion så har vinden pressat ner gasblandning ned till det svartbrända områdets ytterkant.

22. Pendelupphängd gatubelysning. Lampskärmarna av plast helt bortskälda.
23. Dagvattenbrunn hörnet Oljevägen - Arendalsvägen. Brunnslöcket upplåkt (överasfallerut 10-15 cm).
24. Gammal husgrund med en del rivningsvirke. Allt virke uppbränt.
25. Uthus nerbränt till grunden liksom allt brännbart material.
26. 1½-plansvilla intill Dumpersflaken. Svåra byggnadsskador. Ytterväggar uttryckta, tak upplyft, innerväggar uttryckta, glassplitter har slungats in i väggar, stenlagd grund omskakad. Eternitplattor trasiga, taktegel nerrasta m m. Buskar (26a) söder om huset svärtade och lutar mot huset. Grenar avbrutna öster om huset 26b.
27. Villa öster om "eternit-huset" har 50 % av fönsterrutorna förstörts.
28. AGA kontorsbyggnad. Omfattande inre skador. Bjälklag (T kassetter + över utgång) i två våningar har rasat ner i källaren samt knäckts. Enda delen av byggnaden som är intakt är skyddsrummet. Enligt uppgift från ingenjör Wickerts, AGA, har vissa väggar rasat in mot skyddsrummet. (Bil. till pos. 28). Detta samt knäckskadorna i bjälklaget tyder på en lokal explosion i torpagrunden. Denna torpagrund stod i öppen förbindelse med matsalsbyggnadens torpagrund (29) som i sin tur hade en öppen kulvertgång direkt till pannrummet (31a).

Torpagrunden i 29 hade en frånluftsventilation som enligt uppgift från Wickerts ej var i funktion.

Förmodligen har gas trängt in i kontorsbyggnadens torpagrund (28) via ventilationsgluggar i torpagrunden samt via otätheter i ytterdörren. Tryckvågen har sedan fortplantat sig uppåt i kontorsbyggnaden och tryckt ut utfackningsväggar samt lyft bjälklaget och vidare genom rörkulvert till panncentralen där ytskikten av grå PVC-plast kring rören har slitits loss.

- 29
- 31a
- 31b Övriga skador i byggnader 29, 31a,
- 32 31b och 32 hänvisas till AGA:s eget besiktningsprotokoll.

Kommentarer av skador i byggnad 31 och 31b

31a Glasfasaden i panncentralen mot Arendalsvägen har blivit helt förstörd. Bland vittnena råder en olikartad uppfattning om det mesta glasplittret låg på in eller utsidan av glaspartiet. Förmodligen var glas mängden på in- eller utsidan ungefär lika. En trolig orsak till detta kan ha varit att tryckvågen utifrån och tryckvågen som kom från kulvert har verkat i stort sett samtidigt.

Vad gäller panncentralens glasfasad mot byggnad 32 har dessa blåst utåt vilket kan ha skett av tryckvågen från kulverten.

31c Branddörr har tryckts in (konkav) utifrån sett.

31b AGA hetbadsanläggning. Ventilations trummor losskakade och vissa är nerfallna. Yttervägg mot Arendalsvägen har sugits ut. Ytterväggen består av liggande lättbetongplank samt med en påsatt gasadplåt. Såväl lättbetongplanken som fasadplåten har sugits ut på vissa ställen av den negativa tryckvågen.

33 Område närmast AGA:s staket. Området mindre avbränt än sträckan utefter Arendalsvägen.

34a Dagvattenbrunn innanför AGA:s staket. Brunnen helt demolerad. 10 cm tjockt betongblock lyft upp och fallit ut genom staketet.

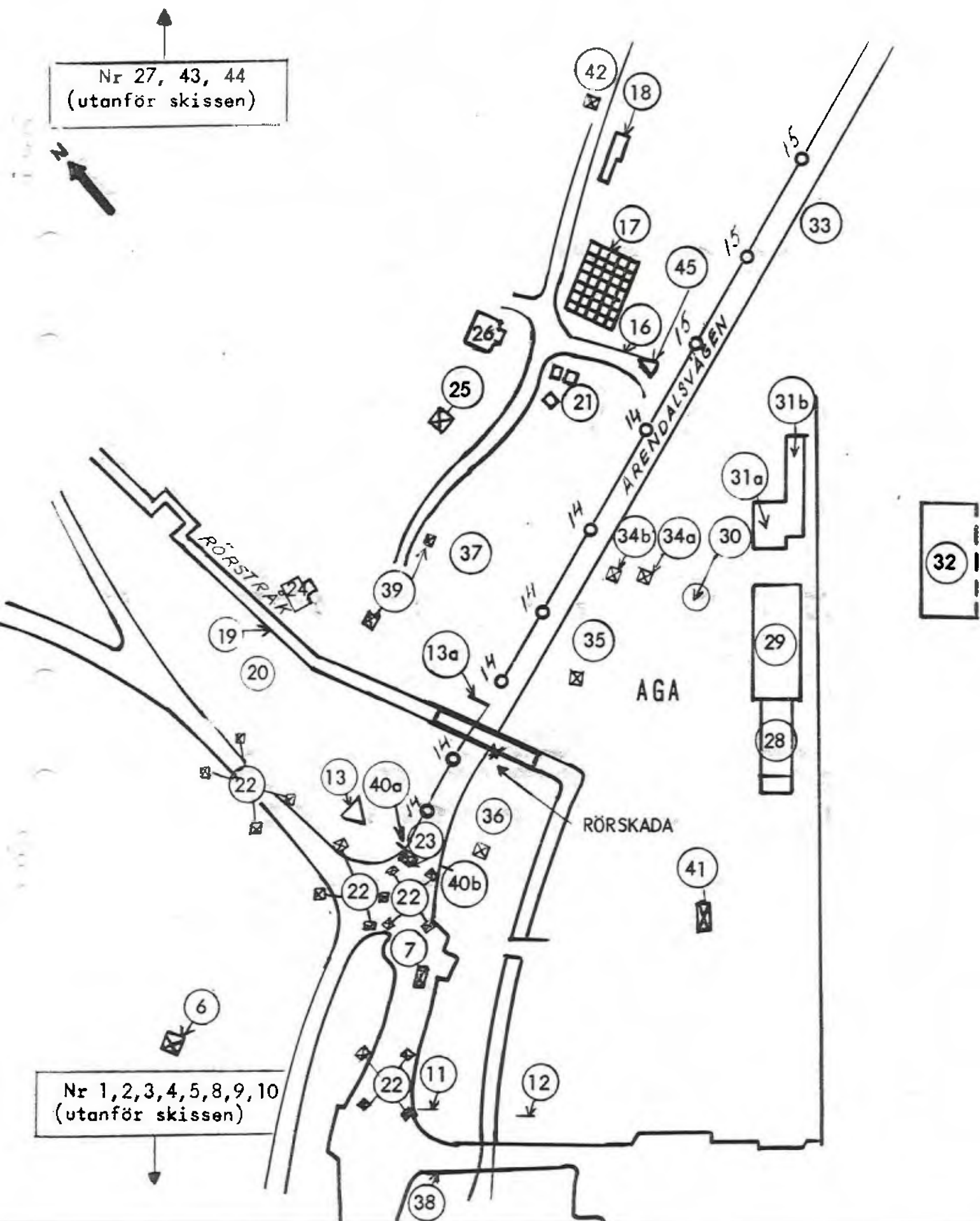
34b Dagvattenbrunn utanför AGA:s staket. Nedstigningsringen helt söndersprängd. Brunnskista söndersprängd i hörn- och röranslutningar.

35 Dagvattenbrunn öster om rörgatan. Smärre sprickor i tak och vägghörn. Nerstigningsringen spräckt.

36 Dagvattenbrunn väster om rörgatan. Smärre sprickor i tak och vägghörn. Nerstigningsringen spräckt.

- 37 Brandskadat område.
- 38 Vägbro till AGA fabriksområde. Skyddsnet ovanpå betongmur, södra sidan, persmått. Ola Hertberg har säkerställt prov för att fastställa smältpunkt.
- 38a Probelysning för skyddsglasat deformerat.
- 39 Ioom samma område som pos. 37. Biten av brunnringen från pos 34-36 spridda över stort område. Kastlängd 60-70 m. Bitarnas vikt 0,5-1,5 kg.
- 40a Hastighetsskyltar (50/70) mellan rörbro och korsning Arendalsvägen - Oljevägen. 70-skyltar böjd nordvärt runt stolpen.
- 40b Hastighetsskyltar strax söder om korsningen Arendalsvägen - Oljevägen. 70-skyltar böjd sydväst runt stolpen.
- 41 Arbetsbord SV om AGA kontorsbyggnad. Boden kraftigt demolerad.
- 42 En stolpe mellan pos 26 och 27. Stolpen har pressats nordvärt varvid en av fästöglorna i berget dragits upp.
- 43 Krossat glas i garage.
- 44 Sprickor invändigt i den putsade taklisten.
- 45 Bränt i dike vid containerupplag.
- 4511a Grundmaterialet till denna rapport och ritning har BP svarat för, varvid brandförsvaret har gjort vissa förändringar och tillägg.

SKISS TILL SKADEFÖRTECKNING



Schematisk skadeskiss AGA-Arendal

II:a vån: Glas & väggpartier intryckta

I:a vån: Glas: väggparti uttryckta

INTRYCKTA VÄGGPARTIER

OWETANK OSKADAD

Förbindelse (trumma) mellan panncentral och skorsten-plåt intryckt

Uttryckt väggparti

Uttryckta glaspartier (Fram & baksida)

ÖPPEN LUFTFÖRBINDELSE PANNCENTRAL-KRYPUTRYMME

Kontorsdel B: Ras & brandskador

