

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR RÖRANDE GASUTSLÄPP
FRÅN MASUGNSGASKLOCKA INOM SSAB LULEÅVERKEN

Bestämning av kolmonoxid- och svavelväte-
halter samt explosionsrisker

Komplettering av rapport nr 17, 1986

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR RÖRANDE GASUTSLÄPP
FRÅN MASUGNSGASKLOCKA INOM SSAB LULEÅVERKEN

Bestämning av kolmonoxid- och svavelväte-
halter samt explosionsrisker
Komplettering av rapport nr 17, 1986

Lennart Robertson

INNEHÅLL

	sid
SAMMANFATTNING	
1. INLEDNING	1
2. BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	1
3. KORT OM BERÄKNINGSMETODIKEN	3
4. RESULTAT	4
4.1 Explosionsrisk	4
4.2 Halter av kolmonoxid, CO	12
4.3 Halter av svavelväte, H ₂ S	21
4.4 Kvalitativ utsläppsbetraktelse - boxmodell	26
REFERENSER	27

SAMMANFATTNING

Spridningsberäkningar har utförts för ett par större utsläpp, av haveri-karaktär, från en större masugnsklocka. Utsläppen avser relativt stora gasflöden ($20\,000\text{ m}^3$ respektive $50\,000\text{ m}^3$) under kort tid (5 respektive 15 min) och studien har syftat till att bestämma halter av CO och H_2S i omgivningen samt områden där risk för explosion kan förekomma.

Nedan ges en sammanfattande redovisning av resultaten. Av tabell 1 (sid 2) framgår hur utsläppen specificerats, och de i tabellen angivna beteckningarna för respektive fall utnyttjas i sammanfattningen nedan.

Kolmonoxid

Risken för skadeverkningar kan inte uteslutas inom en radie av 750–900 m för fall 10 A samt i en radie av 350–500 m för fall 10 B utom i en sektor SO om gasklockan där riskområdet utsträcker sig till 750–900 m.

Vid situationer med vindstilla förhållanden är riskområdet för skadeverkningar begränsat till ett område inom en radie av 50 m från klockan. Uppskattningen gäller för bägge fallen.

Svavelväte

Det hygieniska gränsvärdet för H_2S ligger omkring en faktor 10 över de beräknade maximala timmedelhalterna för bägge beräkningsfallen. Gränsvärdet avser ett 15-minutersmedelvärde och är därför inte direkt jämförbart med de beräknade maximumhalterna, men avvikelserna mellan ett 15-minutersmedelvärde och ett timmedelvärde är mindre än en faktor 10 varför det hygieniska gränsvärdet inte kan överskridas.

Vid vindstilla förhållanden kan det hygieniska gränsvärdet överskridas i en nära zon kring klockan ($< 15\text{ m}$) för bägge utsläppsalternativen.

Explosionsrisk

Risk för explosion antas vara försumbar då den beräknade momentana maximumhalten ligger utanför en faktor 10 för att hamna inom explosionsriskområdet. Inget av de beräknade momentana maxhalterna faller direkt inom explosionsriskområdet men i några fall tangeras den undre gränsen för explosionsrisk, huvudsakligen i situationer med svaga vindar. Det gäller för både fall 10 A som fall 10 B.

Med angivet riskintervall kan explosionsrisk inte försummas inom en radie av 100–400 m för fall 10 A och 10 B under situationer med svaga vindar. I situationer med högre vindhastigheter kan risken för explosioner anses försumbar över 100 m från klockan.

Under meteorologiska förhållanden med vindstilla kan explosionsrisk inte uteslutas ut till 100 m från gasklockan.

1. INLEDNING

Föreliggande rapport utgör ett komplement till de spridningsberäkningar som tidigare gjorts för ett antal källor inom SSAB-Luleåverken. Tidigare beräkningar avser omfattande gasutsläpp från masugn-, LD- och kokgasprocessen, med totalt nio beräkningsfall. Dessa beräkningar har syftat till att bestämma explosionsriskområden och höga halter av CO och H₂S, vilka ska tjäna som det underlag för en katastrofplan som verket ämnar utarbeta. Ovan nämnda beräkningar finns redovisade i K Häggkvist, Ch Persson och L Robertson (ref 1).

De kompletterande beräkningar som finns redovisade i denna rapport avser två gasutsläpp i samband med haverier vid en större masugnsgasklocka.

Vissa förändringar av beräkningsmetodik med avseende på explosionsrisker har tillämpats i denna studie jämfört med de tidigare gjorda beräkningarna, som redovisas i (ref 1). För att få en enhetlig metodik tillämpad på samtliga fall har beräkningarna i (ref 1) gjorts om och för vissa fall även kompletterats med beräkningar på längre avstånd från källan. Den förändrade metoden innebär i vissa fall något högre värden i andra något lägre. Resultaten för samtliga fall (avser explosionsrisker) redovisas i denna rapport.

2. BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Två fall av utsläpp från en större masugnsgasklocka har studerats. Utsläppen avser haverier där stora mängder gas strömmar ut under en kort tid. I rapporten redovisas max-koncentrationer av CO och H₂S, liksom områden där risk för explosioner inte kan uteslutas.

De tekniska förutsättningarna för dessa haverier diskuteras inte i rapporten utan beräkningarna baseras på de indata som erhållits från SSAB-Luleåverken (levererat 1986-10-22).

Haverierna innebär utsläpp av 20 000 m³ respektive 50 000 m³ masugnsgas (med viss inblandning av LD-gas) under 5 respektive 15 minuter. Gasklockan antar relativt stora dimensioner vilket har en viktig inverkan på spridningsförloppet och därmed koncentrationsbilden. Gasklockan har ett cylindformat utseende med en diameter av 55 m och en höjd som varierar mellan 40 m och 10 m beroende av mängden gas i klockan. Spridningen störs dessutom av en närliggande större byggnad (höjd cirka 15 m) 25 m SO om gasklockan.

Av tabell 1 framgår de tekniska data som gäller för respektive utsläpp. Beräkningsfallen har givits beteckningarna 10 A respektive 10 B för att undvika förväxling med tidigare rapporterade beräkningar. I tabell 2 redovisas gasens innehåll av enskilda komponenter.

TABELL 1. Tekniska data och utsläppens karaktär för respektive beräkningsfall. Data översändes av SSAB-Luleåverken genom Lars Lundström 1986-10-22.

Utsläppspunkt*	Fall	Utsläppets karaktär	Rökgas-emission (m ³)	Utsläppets höjd (m)	Utsläppets varaktighet (min)
8	10 A	Haveri vid masugnsgasklocka (cirka 6% LD-gas cirka 94% masugnsgas)	20 000	4.0	5.0
8	10 B	Haveri vid masugnsgasklocka (cirka 6% LD-gas cirka 94% masugnsgas)	50 000	4.0	15.0

* Se kartsnitt i avsnitt "4. Resultat".

TABELL 2. Gassammansättning enligt specifikation.

Komponent	Mängd
H ₂	5 - 10%
CO	18 - 25.5 volymprocent
CO ₂	18 - 25 volymprocent
H ₂ S	28 mg/m ³
N ₂ , H ₂ O	Resterande del

Gasen är explosiv i gas/luft blandningsförhållandet 35 - 75%.

3. KORT OM BERÄKNINGSMETODIK

Som nämnts i föregående rapport (ref 1) har tre olika beräkningsmodeller utnyttjats för att en så god beskrivning som möjligt ska erhållas av dels medelhalter av kolmonoxid och svavelväte, och dels momentana halter för beskrivning av explosionsriskområden. För detaljer hänvisas till ovan nämnda rapport (ref 1).

I de fall som behandlar explosionsrisker vid utsläpp från gasklockor har samma metodik utnyttjats som för mer upphöjda punktkällor, dock med hänsynstagande till gasklockornas större dimensioner och att utsläppen är utbredda. Vi satte då stor tilltro till detta angreppssätt men har i viss mån reviderat den uppfattningen. Metodiken som användes är väl verifierad för upphöjda punktkällor och för de fall som kan betraktas som sådana anser vi att beräkningarna har en hög validitet.

De speciella strömnings- och turbulensförhållanden som råder vid gasklockorna kan dock bättre studeras med annan teknik, som presenteras nedan. Vi har valt att utnyttja denna teknik för de fall som avses i denna rapport och har också gjort om beräkningarna för fall 6 och 9 i den föregående rapporten som också omfattar utsläpp från gasklockor. I dessa beräkningar ligger en större osäkerhet än vad som gäller för övriga fall.

Utsläppen från gasklockorna beskrivs med en rörlig boxmodell. Boxen följer gasmolnet med den hastighet som bestäms av vindhastigheten, och dess längdskalor bestäms initialt av utsläppets och gasklockornas dimensioner. Boxens dimensioner och därmed medelhalten i boxen förändras enligt följande antaganden:

- Den atmosfäriska turbulensintensiteten är störst vid marken och minskar med ökad höjd. Den atmosfäriska turbulensen har i fall med låga utsläpp därför en större betydelse än vad som gäller för mer upphöjda punktkällor.
- Plymen begränsas i sin utbredning vid kontakt med marken. En beskrivning av denna process kan göras med exempelvis en Gaussisk spridningsmodell.
- Den momentana maxhalten i den rörliga boxen antas därför avklinga med ökat avstånd från gasklockan på samma sätt som maxhalten i en plym som beskrivs av en Gaussisk spridningsformulering. Den Gaussiska plymens utseende bestäms av de meteorologiska betingelserna och betingelserna för utsläppet (volymflöden, utsläppets utbredning etc), med den formulering som redovisas i (ref 2).

De beräknade halterna avser tvärsnittshalten i boxen. På grund av atmosfärens stokastiska struktur kan lokalt högre halter förekomma inom boxen. Vi bedömer att de lokala fluktuationerna kan vara tre gånger högre än vad medelhalten anger.

De beräknade medelhalterna har därför korrigerats med en faktor tre för att erhålla de extrema momentana halterna som kan uppstå på olika avstånd från källan och för några val av meteorologiska betingelser.

4. RESULTAT

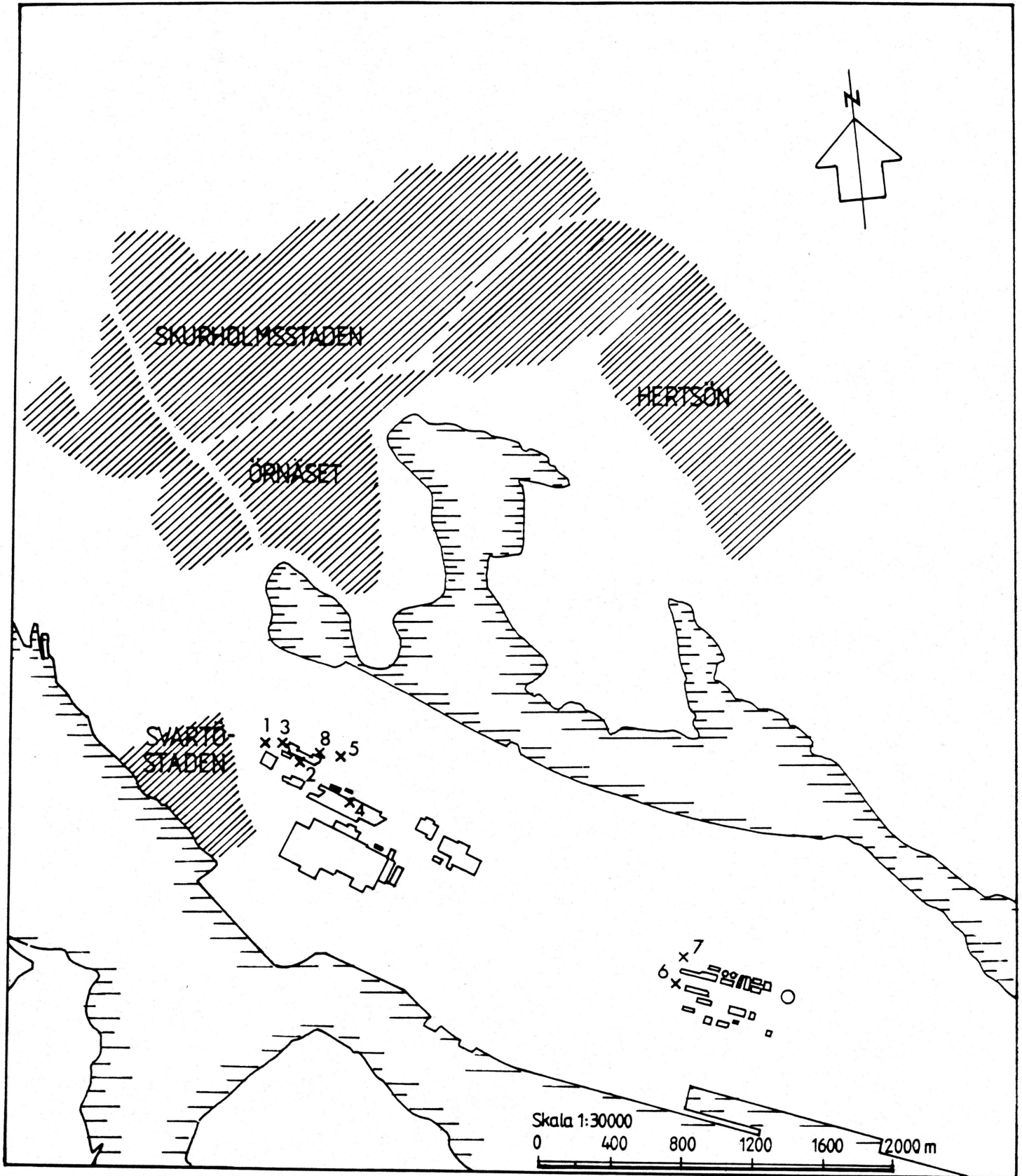
Koncentrationsberäkningar samt beräkningar av explosionsrisker har utförts för två utsläppsfall tänkta som haverier vid en större masugns-gasklocka. En kort beskrivning av dessa fall återfinns i tabell 1. Figur 1 återger fabriksområdet med dess närmaste omgivning. I figuren finns markerat de utsläppspunkter för vilka tidigare beräkningar har gjorts, samt den utsläppspunkt som avses i denna rapport (utsläppspunkt 8).

Beräkningarna har syftat till att belysa risker för explosioner (se avsnitt 4.1) och skadliga halter av komponenterna i den emitterade gasen (CO och H_2S , se avsnitt 4.2 respektive 4.3). Gasens sammansättning och villkoren för att explosion ska kunna inträffa har därmed beaktats.

Tolkningen av beräkningarna ges här något kortfattat, för mer detaljer hänvisas till ref 1.

4.1 Explosionsrisk

För masungsgas gäller att explosionsrisk finns då gasen har nått en utspädning med omgivande luft som ligger mellan 60% till 75%. Det existerar alltid ett område intill källan där utspädningen håller sig inom detta intervallet. För att bestämma hur långt detta område sträcker sig har en boxmodell utnyttjats (se avsnitt 3) med vilken de momentana halterna kan anses bestämda. Hänsyn har tagits till att gasklockan ger ett utbrett utsläpp. Vidare ger beräkningarna ett genomsnittligt koncentrationsvärde på respektive avstånd, till detta har lagts en faktor 3 för att erhålla det högsta momentana koncentrationsvärdet inom plymen, som orsakas av de lokala fluktuationerna inom plymen. Resultaten redovisas i tabell 3 i form av högsta momentana gas/luftblandningsförhållandet för respektive fall på några avstånd från källan och vid några olika vädersituationer. Vi har ansatt att explosionsrisk kan försummas då de beräknade blandningsförhållandena faller utanför explosionsriskområdet med mer än en faktor 10. (Valet av denna faktor anser vi vara ett rimligt riskintervall med tanke på osäkerheten i beräkningarna och utsläppens möjliga konsekvenser.)



FIGUR 1. Kartskiss över fabriksområdet och dess omgivning. Kryssen markerar de utsläppspunkter för vilka beräkningar har gjorts. Beräkningar för punkterna 1-7 finns redovisade i referens 1. Punkt 8 är utsläppspunkten för fall 10A och 10B vilka redovisas i denna rapport.

TABELL 3. Högsta momentana gas/luftblandningsförhållanden för fall 10 A och 10 B på några avstånd från källan och för några vädersituationer. Värdena inom parentes anger explosionsriskområdet. Inrutade värden faller inom explosionsriskområdet inom en faktor 10.

Fall	Avstånd från källan				
	10 m	40 m	100 m	400 m	1 000 m
<i>Fall 10 A</i> (0.35 - 0.75)					
Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s	$3 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$
Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s	$6 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Neutralt Vindhastighet = 1 m/s	$3 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$
Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$6 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$
<i>Fall 10 B</i> (0.35 - 0.75)					
Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s	$2 \cdot 10^{-1}$	$9 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s	$5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$
Neutralt Vindhastighet = 1 m/s	$2 \cdot 10^{-1}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$
Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$

Kommentar till resultaten för fall 10A och 10B

Inget av de beräknade maximala momentana halterna hamnar inom explosionsriskområdet. Några värden ligger dock mycket nära, vilket gäller vid fall med låga vindhastigheter och då relativt nära gasklockan (mindre än 40 m), och gäller för bägge utsläppsalternativen. Med en riskfaktor av 10 kan explosionsrisk inte uteslutas ut till mellan 100 och 400 m vid fall med låga vindhastigheter. I övrigt är explosionsrisk försumbar över 100 m.

Vissa förändringar av beräkningsmetodiken har gjorts i denna studie. I (ref 1) utnyttjades en atmosfärisk plymmodell även för utsläppen vid gasklockorna. I denna studie används den teknik som redovisas i avsnitt 3, vilken vi anser bättre beskriver denna typen av utsläpp.

I samtliga fall ger dock beräkningar som gjorts momentana medelhalter i plymen varifrån uppskattningar måste göras av de maximala momentana halterna. Vi bedömer att de lokala fluktuationerna inom plymen kan ge upphov till tre gånger så höga värden som de beräknade medelvärdena anger. Därtill har en faktor 10 använts inom vilket explosionsrisk inte kan försummas. I de beräkningar som redovisats i (ref 1) kom denna säkerhetsmarginal på en faktor 10 att delvis intecknas av den faktor 3 som svarar för de lokala fluktuationerna över det beräknade snittvärdet genom plymen.

För att korrigera för detta redovisas nedan samtliga beräkningsresultat från (ref 1) med avseende på explosionsrisk, dessutom har kompletteringar gjorts för vissa fall med beräkningar på längre avstånd från källan.

För fall 6 och 9 vilka avser utsläpp från gasklockor har beräkningarna gjorts om med den metodik som utnyttjats för fall 10A och 10B.

För samtliga fall (fall 1 - 10B) har en enhetlig metodik utnyttjats med avseende på bedömningen av de stokastiska fluktuationerna inom plymen och korrektionen för dessa.

TABELL 4. Högsta momentana gas/luftblandningsförhållanden för fall 1 - 3 på några avstånd från källan och för några vädersituationer. Värdena inom parentes anger explosionsriskområdet. Inrutade värden faller inom explosionsriskområdet med en faktor 10.

Fall	Avstånd från källan				
	10 m	40 m	100 m	400 m	1 000 m
<i>Fall 1</i> (0.35 - 0.75) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$4 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
		$2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
	$2 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$	
		$2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$
<i>Fall 2</i> (0.35 - 0.75) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$3 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
		$2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
	$2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$	
<i>Fall 3</i> (0.35 - 0.75) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
		$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
	$2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	
		$1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$

TABELL 5. Högsta momentana gas/luftblandningsförhållanden för fall 4-6 på några avstånd från källan och för några vädersituationer. Värdena inom parentes anger explosionsriskområdet. Inrutade värden faller inom explosionsriskområdet inom en faktor 10.

Fall	Avstånd från källan				
	10 m	40 m	100 m	400 m	1 000 m
<i>Fall 4</i> (0.35 - 0.75) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$7 \cdot 10^{-2}$ $5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$ $5 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $8 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$ $6 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-3}$ $4 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$ $5 \cdot 10^{-3}$ $3 \cdot 10^{-3}$
<i>Fall 5</i> (0.35 - 0.75) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$6 \cdot 10^{-2}$ $4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$ $4 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $7 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$ $7 \cdot 10^{-3}$ $5 \cdot 10^{-3}$
<i>Fall 6*</i> (0.20 - 0.60) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$9 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $9 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $7 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $5 \cdot 10^{-3}$ $6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-3}$

* Avstånden gäller från klockans periferi

TABELL 6. Högsta momentana gas/luftblandningsförhållanden för fall 7 - 9 på några avstånd från källan och för några vädersituationer. Värdena inom parentes anger explosionsriskområdet. Inrutade värden faller inom explosionsriskområdet inom en faktor 10.

Fall	Avstånd från källan				
	10 m	40 m	100 m	400 m	1 000 m
<i>Fall 7</i> (0.20 - 0.60) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$2 \cdot 10^{-1}$ $7 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-3}$ $7 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$ $5 \cdot 10^{-3}$ $5 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$ $6 \cdot 10^{-4}$ $5 \cdot 10^{-5}$
<i>Fall 8</i> (0.05 - 0.35) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$2 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $6 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$ $9 \cdot 10^{-3}$ $3 \cdot 10^{-3}$ $6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$ $3 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-3}$ $6 \cdot 10^{-4}$
<i>Fall 9*</i> (0.05 - 0.35) Kraftigt stabilt Vindhastighet = 1 m/s Kraftigt stabilt Vindhastighet = 4 m/s Neutralt Vindhastighet = 1 m/s Neutralt Vindhastighet = 4 m/s	$8 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$ $8 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-2}$ $9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$ $4 \cdot 10^{-3}$ $6 \cdot 10^{-3}$ $3 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-3}$ $7 \cdot 10^{-4}$ $3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$ $6 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-4}$ $7 \cdot 10^{-5}$

* Avstånden gäller från gasklockans periferi

Kommentar till beräkningarna för fall 1 - 9

I samtliga fall, utom fall 9, överskrider de beräknade maximala momentana halterna inte den undre gränsen för explosionsrisk. Med angiven säkerhetsmarginal (en faktor 10 av beräknade maxhalter) kan explosionsrisk antas vara försumbar utanför 40 m (fall 1 - 3, vilka därtill utgör höga källor varför sannolikheten för plynnedslag inom detta område är obefintligt), utanför 100 m för fall 4, 5 och 7, samt utanför 400 m för fall 8. Största explosionsrisk föreligger vid utsläpp från gasklockor, fall 6 och 9. I fall 9 ger beräkningarna maximala momentana halter inom explosionsområdet (blandningsförhållande 0.05 - 0.35) inom 40 m från klockan. För dessa två fall kan, med angiven säkerhetsmarginal, explosionsrisk först uteslutas över ~ 1 000 m.

4.2 Halter av kolmonoxid, CO

Skadeverkningar av kolmonoxid är sammankopplat med medelhalt och expositionstid. De beräkningar som gjorts avser maximala timmedelvärden, vilket gör det naturligt att utgå från en expositionstid av 1 timma. I detta fall är $1\,200\text{ mg/m}^3$ ($1\,000\text{ ppm}$) som timmedelvärde gränsen för skadeverkningar. I bägge beräkningsfallen är dock emissionstiden kortare än 1 timma vilket gör att utsläppet har en mer puff-karaktär för vilket det inte har tagits hänsyn till i dessa beräkningar. I stället har beräkningarna förutsatt en kontinuerligt emitterande källa med samma emission per tidsenhet som är specificerad för respektive fall. Nedan diskuteras konsekvenserna av detta under kommentaren till de beräknade halterna. Dock är det ett rimligt antagande att inget av utsläppen kan ge skadliga halter av CO i andra områden än de som beräkningarna visar. Utsläppens puff-karaktär verkar gynnsamt för utspädningen varför de beräknade halterna ska betecknas konservativt, dvs som en övre gräns för tänkbara konsekvenser av ett utsläpp. Beräkningarna har förutsatt att utsläpp sker då de meteorologiska betingelserna ger de ogynnsammaste konsekvenserna av ett utsläpp (se ref 1 avsnitt 3.2).

Av figurerna 2 - 5 och tabellerna 7 - 10 framgår maxhalternas fördelning på olika vindriktningar.

Vi har valt att redovisa två beräkningar för vart och ett av de studerade fallen, där emissionerna har valts till de två ytterligheter mellan vilket andelen CO i gasen kan variera ($18 - 25.5$ volymprocent CO). Vid riskbedömningar bör alltså båda dessa beräkningar beaktas. Observera att figurerna inte kan tolkas som koncentrationsbilden vid ett eventuellt utsläpp, utan ska tolkas som möjliga maximala koncentrationer vid olika vindriktningar.

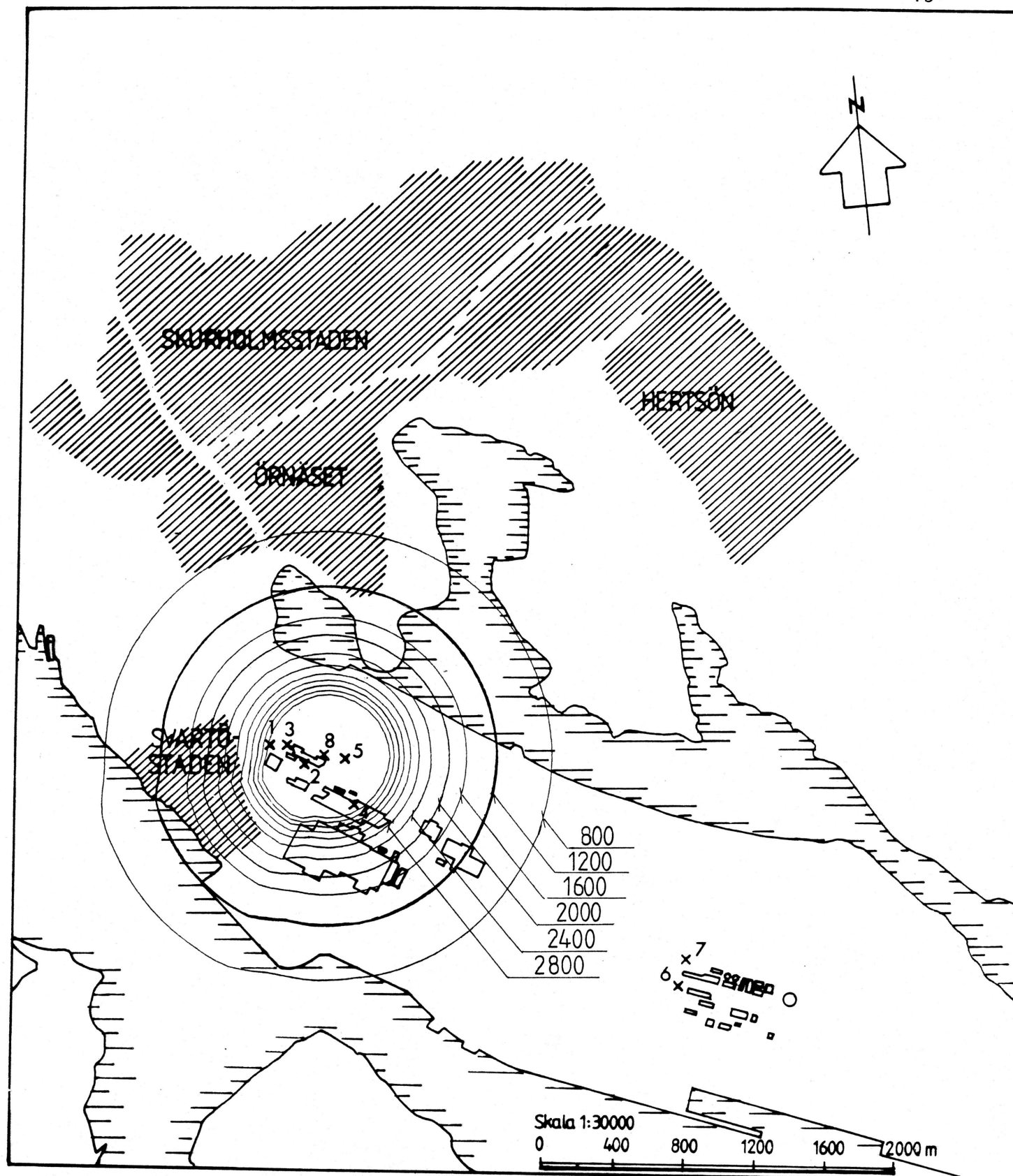
Kommentar till figurerna

I bägge fallen är maxhalterna i huvudsak fördelade i koncentriska cirklar runt gasklockan, bortsett från en sektor SO om klockan där en större byggnad (masugn 1) ger en störning i vilket högra halter kan förekomma. Det är viktigt att påpeka att beräkningarna förutsatt en kontinuerligt emitterande källa. I de fall som här studerats är detta endast uppfyllt i inledningsskedet av utsläppen, vilket innebär att koncentrationssvärden på stora avstånd från källan (över cirka $1\,000\text{ m}$) är något överskattade då plymen där får en alltmer utpräglad puff-karaktär vilket påverkar utspädningen positivt.

Dock gör andra osäkerheter i dessa modellberäkningar att det inte är meningsfullt att ta särskild hänsyn till detta, eftersom det är de dimensionerande halterna som är av intresse.

För fall 10A kan risken för skadeverkningar inte uteslutas inom en radie av $750 - 900\text{ m}$ (beroende på gasens relativa innehåll av CO), medan denna radie för fall 10B uppgår till $350 - 500\text{ m}$ utom i en zon SO om källan där riskområdet utsträcker till $750 - 900\text{ m}$. Dessa avstånd ska betraktas konservativt, dvs avstånden utgör en yttre gräns inom vilket risken för skadeverkningar inte kan uteslutas, då ett haveri inträffar under de mest ogynnsamma betingelserna.

Utifrån de beräknade maxhalterna, som ges av de presenterade figurerna och tabellerna, kan ett grovt mått på konsekvenserna av andra haveri-förlopp vid gasklockan studeras, under förutsättning att emissioner och emissionstider inte drastiskt avviker från de indata som utnyttjas för dessa beräkningar. Som exempel ger en fördubbling av den emissionstid som förutsatts i stort sett en halvering av samtliga koncentrationssvärden som ges av figurerna.



FIGUR 2. Maximala timmedelhalter (mg/m^3) av CO för olika vindriktningar för fall 10A med den övre initiala koncentrationen i intervallet 18–25.5% CO. Utsläppet sker från punkt 8.

Tolkning: Antag att utsläppet sker i ett väderläge med sydlig vind. Då kan de maximala halterna på olika avstånd från källan avläsas utefter en linje från källan mot norr.

Se vidare tabell 7.

TABELL 7. Maximala timmedelhalter (mg/m³) av CO på olika avstånd från källan för olika vindriktningar för fall 10 A, med en initial CO-halt i den övre delen av intervallet 18-25.5% CO. Observera att vindriktningen anger den riktning vinden kommer ifrån, dvs 90° - ost, 180° - syd, 270° - väst etc.

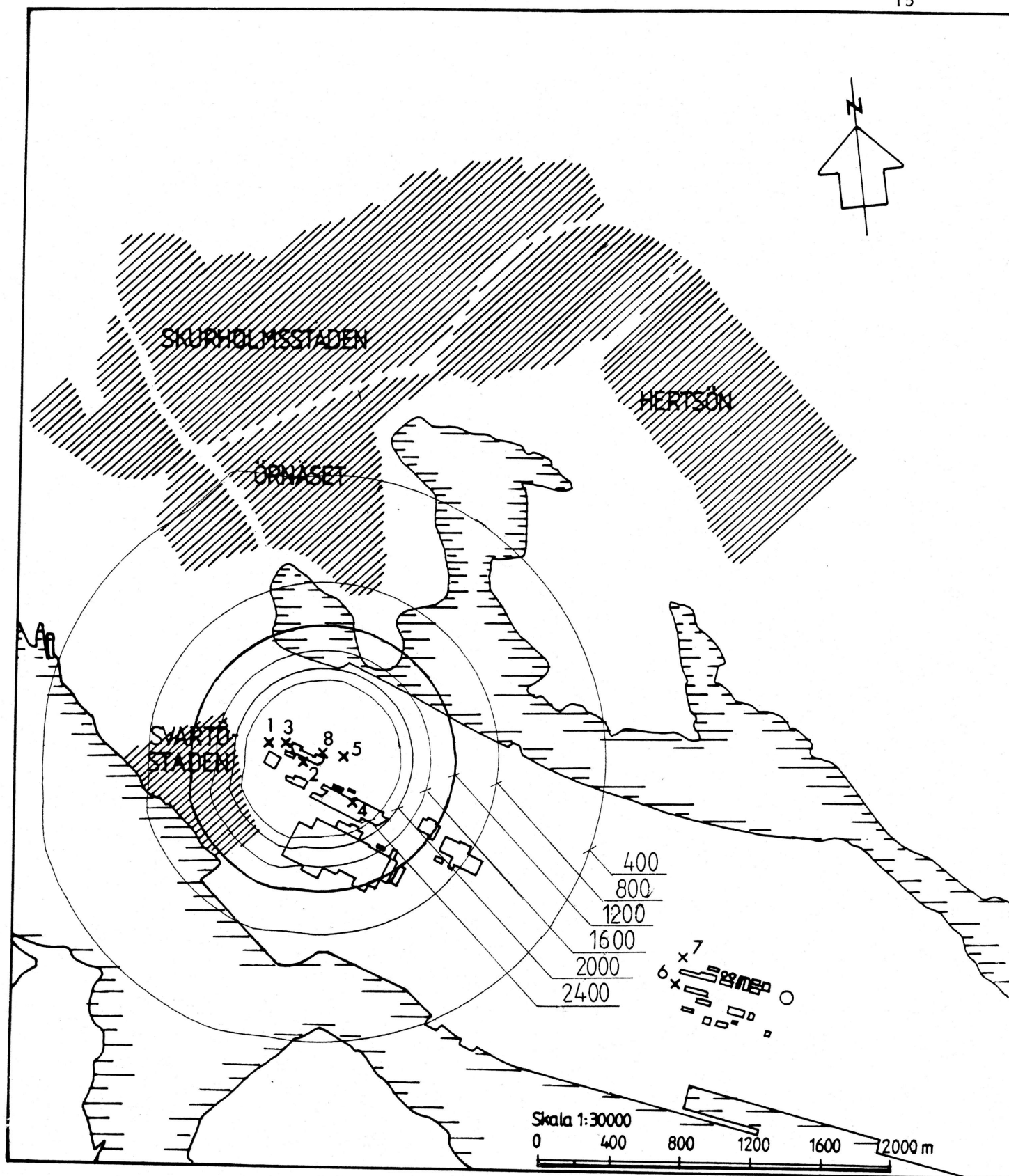
Läs tabellen så här: Om haveriet sker i en vädersituation med sydlig vind kan de maximala halterna vid ett utsläpp utläsas utmed raden för sydlig vind (180°).

CO HALTER FALL 10A. VOLYMPROCENT 25.5

(MILLIGRAM PER KUBIKMETER)

VIND- RIKTNING	AVSTÅND (M)														
	100	150	200	250	300	400	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
10	19173.12060.	8492.	6403.	5052.	3440.	2534.	1432.	948.	686.	525.	344.	248.	189.	124.	
20	19121.12028.	8482.	6396.	5047.	3437.	2531.	1431.	947.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
30	18971.16130.10408.	7578.	5864.	3895.	2819.	1550.	1008.	721.	548.	356.	255.	194.	126.		
40	18970.16129.10408.	7577.	5864.	3895.	2819.	1549.	1008.	721.	548.	356.	255.	194.	126.		
50	18949.16111.10396.	7569.	5858.	3891.	2816.	1548.	1013.	725.	551.	359.	257.	195.	127.		
60	19124.12030.10488.	7634.	5906.	3922.	2838.	1559.	1015.	726.	552.	358.	256.	195.	127.		
70	19112.12010.10482.	7629.	5903.	3920.	2837.	1559.	1014.	725.	552.	358.	256.	195.	127.		
80	19058.11990.	8445.	7610.	5888.	3910.	2830.	1555.	1012.	724.	550.	358.	256.	194.	126.	
90	19005.11958.	8423.	6352.	5013.	3415.	2516.	1423.	941.	681.	522.	342.	246.	188.	123.	
100	18888.11870.	8349.	6299.	4972.	3388.	2496.	1412.	934.	676.	518.	340.	245.	187.	122.	
110	19099.12015.	8462.	6381.	5035.	3429.	2526.	1428.	945.	684.	524.	343.	247.	189.	123.	
120	19123.12030.	8471.	6388.	5041.	3433.	2528.	1429.	946.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
130	19120.12028.	8470.	6387.	5040.	3432.	2528.	1429.	946.	684.	524.	344.	247.	189.	123.	
140	19124.12030.	8472.	6388.	5053.	3441.	2534.	1433.	948.	686.	526.	345.	248.	189.	124.	
150	19165.12055.	8489.	6400.	5050.	3439.	2533.	1432.	947.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
160	19160.12052.	8487.	6399.	5049.	3438.	2532.	1432.	947.	685.	525.	344.	248.	189.	128.	
170	19175.12062.	8493.	6403.	5053.	3441.	2534.	1433.	948.	700.	576.	423.	340.	283.	213.	
180	19191.12071.	8499.	6408.	5056.	3443.	2536.	1433.	948.	686.	526.	345.	248.	189.	132.	
190	19167.12056.	8490.	6401.	5051.	3440.	2533.	1432.	947.	685.	525.	344.	248.	197.	148.	
200	19177.12063.	8494.	6404.	5053.	3441.	2534.	1433.	948.	686.	525.	344.	248.	200.	145.	
210	19156.12050.	8485.	6398.	5048.	3438.	2532.	1432.	947.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
220	19126.12031.	8473.	6389.	5041.	3433.	2529.	1430.	946.	684.	524.	344.	247.	189.	124.	
230	19168.12057.	8490.	6402.	5051.	3440.	2533.	1432.	948.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
240	19171.12059.	8491.	6402.	5052.	3440.	2533.	1432.	948.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
250	19150.12046.	8483.	6396.	5047.	3437.	2531.	1431.	947.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
260	19117.12026.	8469.	6386.	5039.	3432.	2528.	1429.	946.	684.	524.	344.	247.	189.	123.	
270	19160.12052.	8487.	6399.	5049.	3438.	2532.	1432.	947.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
280	19179.12064.	8495.	6405.	5054.	3441.	2534.	1433.	948.	686.	525.	344.	248.	189.	124.	
290	19140.12040.	8478.	6393.	5044.	3435.	2530.	1431.	947.	685.	525.	344.	248.	189.	123.	
300	19159.12037.	8477.	6391.	5044.	3435.	2530.	1430.	946.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
310	19101.12016.	8462.	6381.	5036.	3421.	2520.	1425.	943.	682.	523.	343.	247.	188.	123.	
320	19177.12062.	8494.	6404.	5053.	3441.	2534.	1433.	948.	686.	525.	344.	248.	189.	124.	
330	19178.12063.	8494.	6404.	5053.	3441.	2534.	1433.	948.	686.	525.	344.	248.	189.	124.	
340	19169.12058.	8490.	6402.	5051.	3440.	2533.	1432.	948.	685.	525.	344.	248.	189.	124.	
350	19116.12025.	8468.	6386.	5039.	3432.	2527.	1429.	946.	684.	524.	344.	247.	189.	123.	
360	19006.11958.	8423.	6352.	5013.	3415.	2515.	1423.	941.	681.	522.	342.	246.	188.	123.	

MAXKONC : 19191.
 AVSTÅND : 100
 VINDRIKTNING : 180



FIGUR 3. Maximala timmedelhalter (mg/m^3) av CO för olika vindriktningar för fall 10A med den undre initiala koncentrationen i intervallet 18–25,5% CO. Utsläppet sker från punkt 8.

Tolkning: Antag att utsläppet sker i ett väderläge med sydlig vind. Då kan de maximala halterna på olika avstånd från källan avläsas utefter en linje från källan mot norr.

Se vidare tabell 8.

TABELL 8. Maximala timmedelhalter (mg/m³) av CO på olika avstånd från källa för olika vindriktningar för fall 10 A, med en initial CO-halt i den undre delen av intervallet 18-25.5% CO. Observera att vindriktningen anger den riktning vinden kommer ifrån, dvs 90° -ost, 180° - syd, 270° - väst etc.

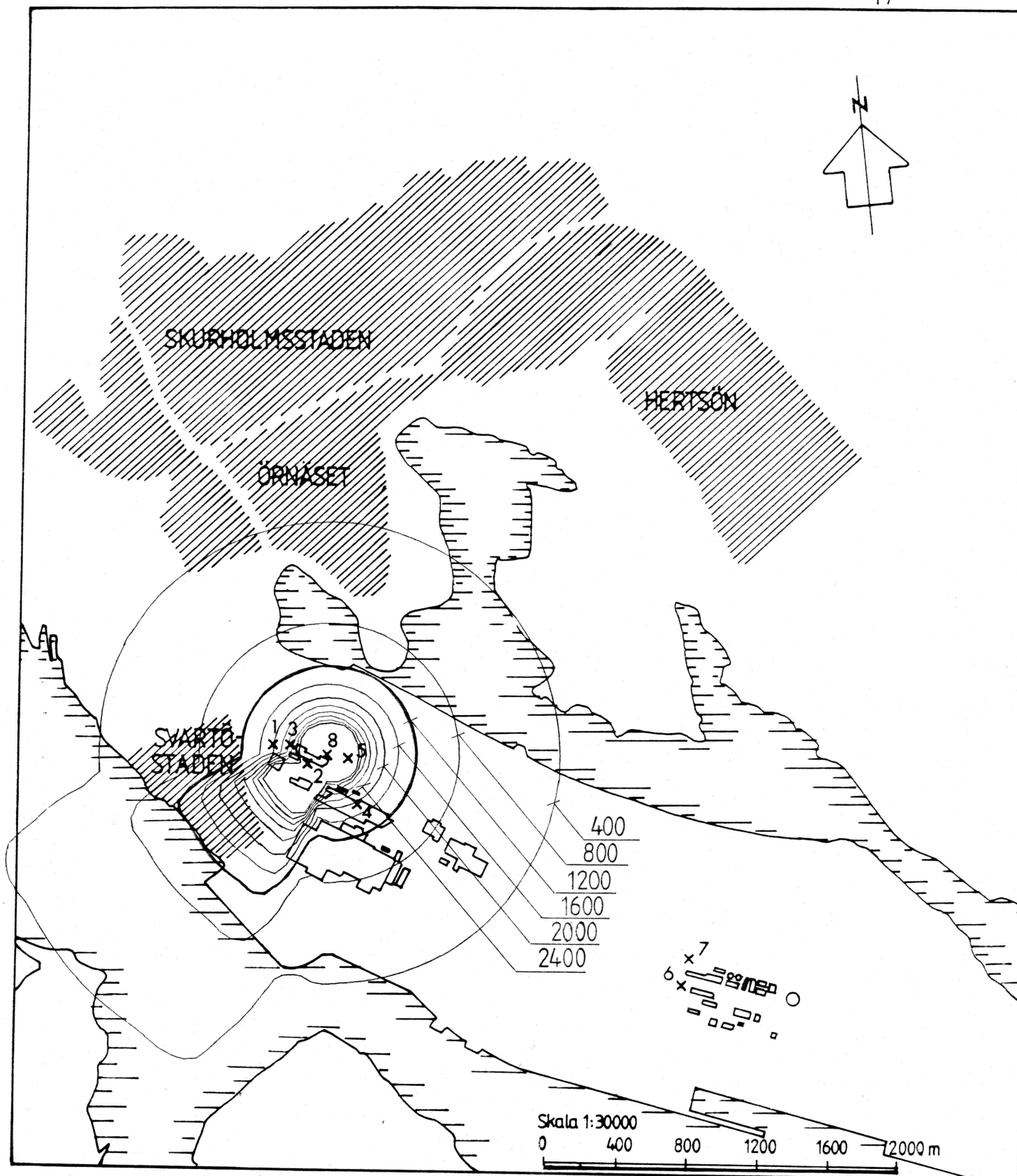
Läs tabellen så här: Om haveriet sker i en vädersituation med sydlig vind kan de maximala halterna vid ett utsläpp utläsas utmed raden för sydlig vind (180°).

CO HALTER FALL 10A. VOLYMPROCENT 18.0

(MILLIGRAM PER KUBIKMETER)

VIND- RIKTNING	AVSTÅND (M)														
	100	150	200	250	300	400	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
10	13502.	8493.	5980.	4509.	3558.	2423.	1784.	1009.	668.	483.	370.	243.	174.	133.	87.
20	13465.	8471.	5973.	4504.	3554.	2420.	1782.	1008.	667.	482.	370.	242.	174.	133.	87.
30	13360.	11359.	7330.	5336.	4130.	2743.	1985.	1091.	710.	508.	386.	251.	179.	136.	89.
40	13359.	11359.	7329.	5336.	4129.	2743.	1985.	1091.	710.	508.	386.	251.	179.	136.	89.
50	13344.	11346.	7321.	5331.	4125.	2740.	1983.	1090.	714.	511.	388.	253.	181.	138.	89.
60	13468.	8472.	7386.	5376.	4159.	2762.	1998.	1098.	714.	511.	389.	252.	180.	137.	89.
70	13459.	8458.	7382.	5373.	4157.	2760.	1998.	1098.	714.	511.	389.	252.	180.	137.	89.
80	13421.	8444.	5947.	5359.	4146.	2754.	1993.	1095.	713.	510.	388.	252.	180.	137.	89.
90	13384.	8421.	5931.	4473.	3530.	2405.	1772.	1002.	663.	480.	368.	241.	173.	132.	87.
100	13302.	8359.	5880.	4436.	3501.	2386.	1758.	994.	658.	476.	365.	239.	172.	132.	86.
110	13450.	8462.	5959.	4493.	3546.	2415.	1779.	1006.	665.	481.	369.	242.	174.	133.	87.
120	13467.	8472.	5966.	4498.	3550.	2418.	1780.	1007.	666.	483.	370.	242.	174.	133.	87.
130	13465.	8470.	5965.	4498.	3549.	2417.	1780.	1007.	666.	482.	369.	242.	174.	133.	87.
140	13467.	8472.	5966.	4499.	3559.	2423.	1785.	1009.	668.	483.	370.	243.	175.	133.	87.
150	13497.	8490.	5978.	4507.	3557.	2422.	1784.	1008.	667.	483.	370.	242.	174.	133.	87.
160	13493.	8487.	5976.	4506.	3556.	2421.	1783.	1008.	667.	483.	370.	242.	174.	133.	90.
170	13504.	8494.	5981.	4509.	3558.	2423.	1784.	1009.	668.	493.	405.	298.	239.	200.	150.
180	13515.	8501.	5985.	4513.	3561.	2425.	1786.	1010.	668.	483.	370.	243.	175.	133.	93.
190	13498.	8490.	5979.	4508.	3557.	2422.	1784.	1009.	667.	483.	370.	242.	174.	139.	104.
200	13505.	8495.	5982.	4510.	3559.	2423.	1785.	1009.	668.	483.	370.	243.	175.	141.	102.
210	13490.	8486.	5975.	4505.	3555.	2421.	1783.	1008.	667.	482.	370.	242.	174.	133.	87.
220	13469.	8473.	5967.	4499.	3550.	2418.	1781.	1007.	666.	482.	369.	242.	174.	133.	87.
230	13499.	8491.	5979.	4508.	3557.	2422.	1784.	1009.	667.	483.	370.	242.	174.	133.	87.
240	13500.	8492.	5980.	4509.	3558.	2423.	1784.	1009.	667.	483.	370.	242.	174.	133.	87.
250	13486.	8483.	5974.	4504.	3554.	2420.	1782.	1008.	667.	482.	370.	242.	174.	133.	87.
260	13463.	8469.	5964.	4497.	3549.	2417.	1780.	1007.	666.	482.	369.	242.	174.	133.	87.
270	13493.	8488.	5977.	4506.	3556.	2421.	1783.	1008.	667.	483.	370.	242.	174.	133.	87.
280	13506.	8496.	5982.	4510.	3559.	2424.	1785.	1009.	668.	483.	370.	243.	175.	133.	87.
290	13479.	8479.	5971.	4502.	3552.	2419.	1782.	1007.	667.	482.	369.	242.	174.	133.	87.
300	13493.	8477.	5969.	4501.	3552.	2419.	1781.	1007.	666.	482.	369.	242.	174.	133.	87.
310	13452.	8462.	5960.	4494.	3546.	2409.	1775.	1004.	664.	480.	368.	241.	174.	133.	87.
320	13505.	8495.	5981.	4510.	3559.	2423.	1785.	1009.	668.	483.	370.	243.	175.	133.	87.
330	13506.	8495.	5982.	4510.	3559.	2423.	1785.	1009.	668.	483.	370.	243.	175.	133.	87.
340	13499.	8491.	5979.	4508.	3557.	2422.	1784.	1009.	667.	483.	370.	242.	174.	133.	87.
350	13462.	8469.	5964.	4497.	3549.	2417.	1780.	1006.	666.	482.	369.	242.	174.	133.	87.
360	13384.	8421.	5932.	4473.	3531.	2405.	1771.	1002.	663.	480.	368.	241.	173.	132.	87.

MAXKONC : 13515.
 AVSTÅND : 100
 VINDRIKTNING : 180



FIGUR 4. Maximala timmedelhalter (mg/m^3) av CO för olika vindriktningar för fall 10B med den övre initiala koncentrationen i intervallet 18–25.5% CO. Utsläppet sker från punkt 8.

Tolkning: Antag att utsläppet sker i ett väderläge med sydlig vind. Då kan de maximala halterna på olika avstånd från källan avläsas utefter en linje från källan mot norr.

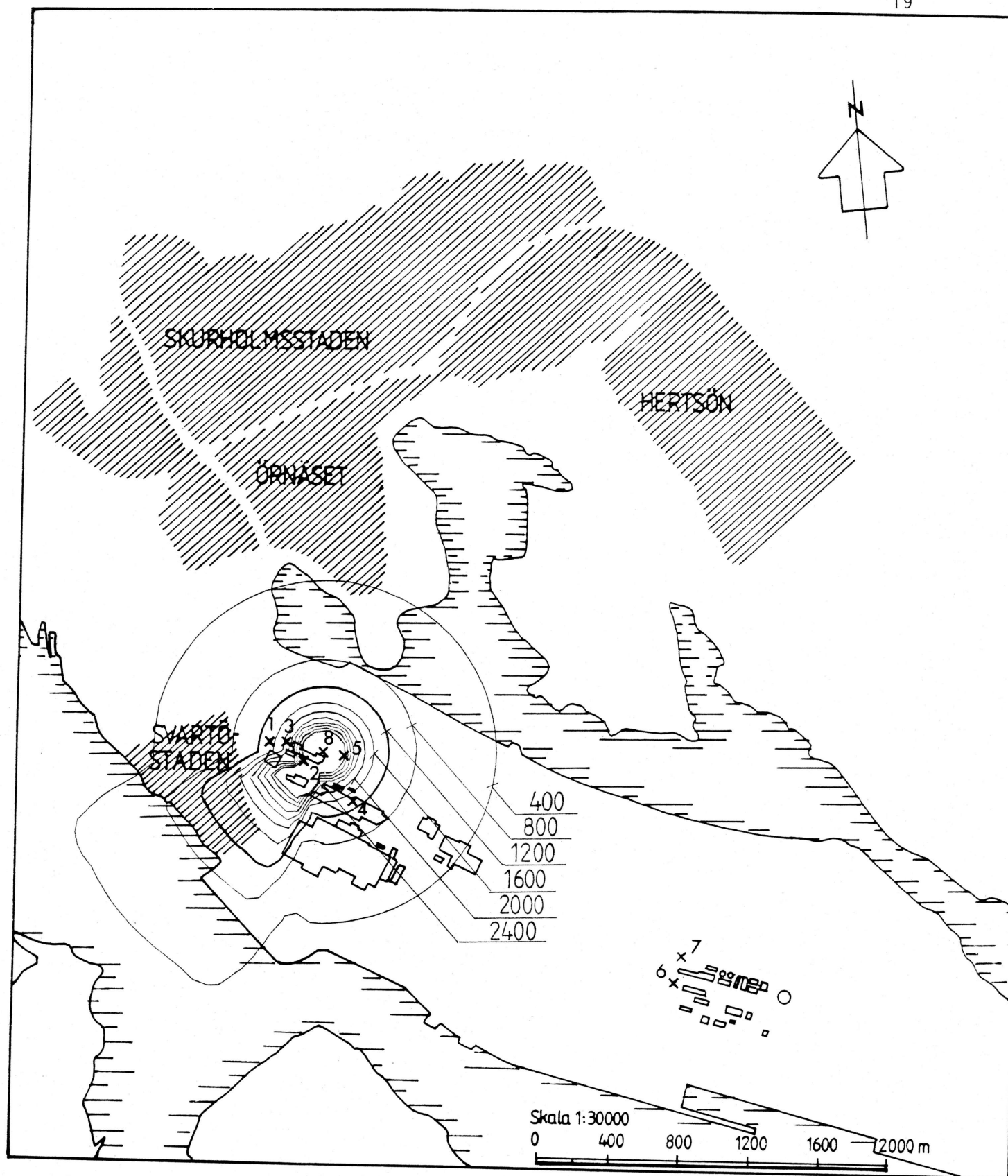
Se vidare tabell 9.

TABELL 9. Maximala timmedelhalter (mg/m³) av CO på olika avstånd från källan för olika vindriktningar för fall 10 B, med en initial CO-halt i den övre delen av intervallet 18-25.5% CO. Observera att vindriktningen anger den riktning vinden kommer ifrån, dvs 90° - ost, 180° - syd, 270° - väst etc.
Läs tabellen så här: Om haveriet sker i en vädersituation med sydlig vind kan de maximala halterna vid ett utsläpp utläsas utmed raden för sydlig vind (180°).

CO HALTER FÖR FALL 10B (25.5% CO I GASEN)

VIND- RIKTNING	(MILLIGRAM PER KUBIKMETER)														
	AVSTÅND (M)														
	100	150	200	250	300	400	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
10	4419.	2881.	2104.	1643.	1340.	969.	752.	472.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	59.
20	4407.	2874.	2101.	1641.	1339.	968.	752.	471.	336.	258.	206.	145.	109.	86.	59.
30	4373.	9466.	6108.	4447.	3441.	2286.	1654.	909.	592.	423.	322.	209.	149.	114.	74.
40	4372.	9466.	6108.	4447.	3441.	2286.	1654.	909.	592.	423.	322.	209.	149.	114.	74.
50	4421.	9455.	6101.	4442.	3438.	2284.	1653.	909.	595.	426.	324.	211.	151.	115.	74.
60	4411.	2874.	6155.	4480.	3466.	2302.	1665.	915.	595.	426.	324.	210.	150.	114.	74.
70	4405.	2872.	6152.	4477.	3464.	2300.	1665.	915.	595.	426.	324.	210.	150.	114.	74.
80	4401.	2869.	2092.	4466.	3455.	2295.	1661.	913.	594.	425.	323.	210.	150.	114.	74.
90	4383.	2862.	2090.	1630.	1330.	962.	747.	468.	334.	256.	205.	144.	109.	86.	59.
100	4356.	2840.	2075.	1621.	1323.	956.	741.	465.	332.	254.	204.	143.	108.	86.	59.
110	4402.	2871.	2096.	1637.	1336.	966.	750.	470.	335.	257.	206.	144.	109.	86.	59.
120	4416.	2874.	2099.	1639.	1337.	969.	752.	471.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	59.
130	4407.	2873.	2098.	1639.	1337.	967.	751.	471.	336.	257.	206.	145.	109.	86.	59.
140	4425.	2884.	2106.	1645.	1342.	970.	753.	472.	337.	258.	207.	145.	109.	87.	59.
150	4417.	2880.	2103.	1642.	1340.	969.	752.	472.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	59.
160	4417.	2879.	2102.	1642.	1339.	969.	752.	471.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	61.
170	4420.	2882.	2104.	1643.	1340.	970.	752.	472.	337.	258.	207.	147.	116.	95.	71.
180	4423.	2884.	2106.	1644.	1341.	970.	753.	472.	337.	258.	207.	145.	109.	87.	60.
190	4537.	2880.	2103.	1642.	1340.	969.	752.	472.	336.	258.	211.	157.	125.	104.	78.
200	4420.	2882.	2104.	1643.	1340.	970.	753.	472.	337.	258.	207.	145.	112.	93.	70.
210	4415.	2879.	2102.	1642.	1339.	969.	752.	471.	336.	258.	207.	145.	109.	87.	59.
220	4408.	2874.	2099.	1639.	1337.	967.	751.	471.	336.	257.	206.	145.	109.	87.	59.
230	4418.	2881.	2103.	1642.	1340.	969.	752.	472.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	59.
240	4419.	2881.	2104.	1643.	1340.	969.	752.	472.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	59.
250	4414.	2878.	2101.	1641.	1339.	968.	752.	471.	336.	258.	206.	145.	109.	86.	59.
260	4406.	2873.	2098.	1639.	1337.	967.	751.	471.	336.	257.	206.	145.	109.	86.	59.
270	4416.	2879.	2102.	1642.	1339.	969.	752.	471.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	59.
280	4421.	2882.	2104.	1643.	1341.	970.	753.	472.	337.	258.	207.	145.	109.	87.	59.
290	4412.	2876.	2100.	1640.	1338.	968.	751.	471.	336.	257.	206.	145.	109.	86.	59.
300	4420.	2879.	2100.	1640.	1338.	968.	751.	471.	336.	258.	206.	145.	109.	86.	59.
310	4403.	2871.	2096.	1637.	1336.	966.	750.	469.	335.	257.	206.	144.	109.	86.	59.
320	4420.	2882.	2104.	1643.	1340.	970.	753.	472.	337.	258.	207.	145.	109.	87.	59.
330	4420.	2882.	2104.	1643.	1340.	970.	753.	472.	337.	258.	207.	145.	109.	87.	59.
340	4418.	2881.	2103.	1642.	1340.	969.	752.	472.	336.	258.	207.	145.	109.	86.	59.
350	4406.	2873.	2098.	1638.	1337.	967.	751.	471.	336.	257.	206.	145.	109.	86.	59.
360	4381.	2857.	2087.	1630.	1330.	962.	747.	468.	334.	256.	205.	144.	109.	86.	59.

MAXKONC : 9466.
AVSTÅND : 150
VINDRIKTNING : 30



FIGUR 5. Maximala timmedelhalter (mg/m^3) av CO för olika vindriktningar för fall 10B med den undre initiala koncentrationen i intervallet 18–25.5% CO. Utsläppet sker från punkt 8.

Tolkning: Antag att utsläppet sker i ett väderläge med sydlig vind. Då kan de maximala halterna på olika avstånd från källan avläsas utefter en linje från källan mot norr.

Se vidare tabell 10.

TABELL 10. Maximala timmedelhalter (mg/m³) av CO på olika avstånd från källan för olika vindriktningar för fall 10 B, med en initial CO-halt i den undre delen av intervallet 18–25.5% CO. Observera att vindriktningen anger den riktning vinden kommer ifrån, dvs 90° – ost, 180° – syd, 270° – väst etc.

Läs tabellen så här: Om haveriet sker i en vädersituation med sydlig vind kan de maximala halterna vid ett utsläpp utläsas utmed raden för sydlig vind (180°).

CO KONCENTRATIONER FÖR FALL 10B (18% CO I GASEN)

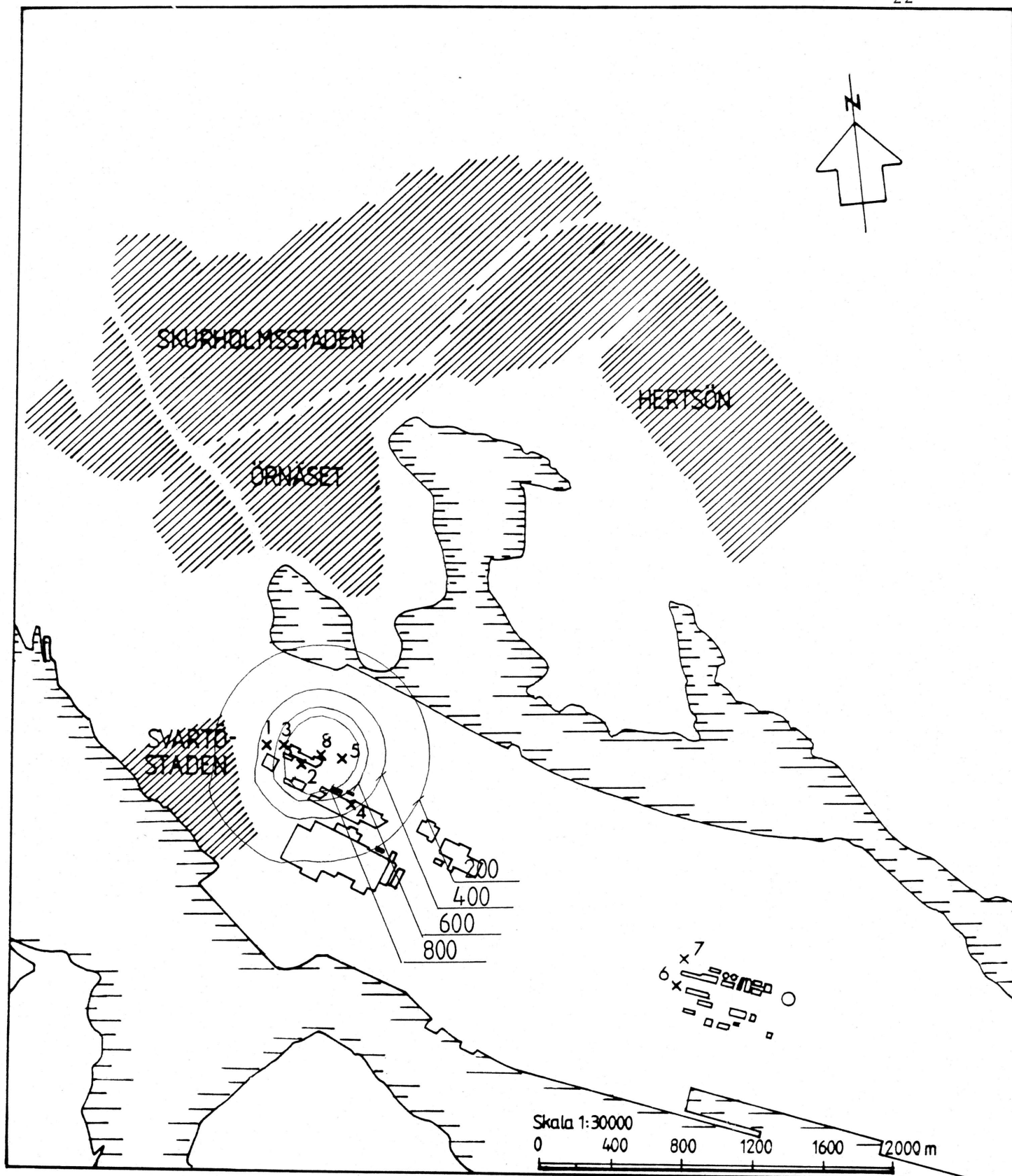
(MILLIGRAM PER KUBIKMETER)															
VIND- RIKTNING	AVSTÅND (M)														
	100	150	200	250	300	400	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
10	6257.	4080.	2979.	2326.	1898.	1373.	1065.	668.	476.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
20	6240.	4069.	2975.	2324.	1895.	1371.	1064.	667.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	84.
30	6192.	13404.	8649.	6297.	4873.	3237.	2343.	1288.	838.	599.	456.	296.	212.	161.	104.
40	6191.	13403.	8649.	6297.	4873.	3237.	2342.	1287.	838.	599.	456.	296.	212.	161.	104.
50	6259.	13388.	8639.	6290.	4868.	3234.	2340.	1286.	842.	603.	458.	298.	213.	162.	105.
60	6246.	4070.	8716.	6344.	4908.	3259.	2358.	1296.	843.	603.	459.	298.	213.	162.	105.
70	6238.	4067.	8711.	6340.	4905.	3257.	2357.	1295.	843.	603.	458.	298.	213.	162.	105.
80	6231.	4063.	2962.	6324.	4893.	3250.	2351.	1292.	841.	602.	457.	297.	213.	162.	105.
90	6207.	4053.	2960.	2308.	1883.	1363.	1058.	663.	473.	362.	291.	204.	154.	122.	84.
100	6168.	4021.	2937.	2295.	1873.	1353.	1049.	658.	470.	360.	289.	202.	153.	121.	83.
110	6233.	4065.	2968.	2318.	1891.	1368.	1062.	666.	475.	364.	292.	204.	154.	122.	84.
120	6252.	4070.	2972.	2321.	1894.	1372.	1064.	667.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	84.
130	6240.	4069.	2971.	2320.	1893.	1369.	1063.	666.	475.	364.	292.	205.	154.	122.	84.
140	6265.	4084.	2982.	2329.	1900.	1374.	1067.	669.	477.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
150	6255.	4078.	2978.	2325.	1897.	1372.	1065.	668.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	84.
160	6255.	4077.	2977.	2325.	1896.	1372.	1065.	667.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	86.
170	6258.	4080.	2979.	2326.	1898.	1373.	1065.	668.	476.	365.	293.	208.	164.	135.	100.
180	6263.	4083.	2981.	2328.	1899.	1374.	1066.	668.	477.	365.	293.	205.	155.	122.	85.
190	6424.	4078.	2978.	2325.	1897.	1372.	1065.	668.	476.	365.	299.	222.	177.	148.	111.
200	6259.	4081.	2979.	2327.	1898.	1373.	1066.	668.	476.	365.	293.	205.	159.	132.	99.
210	6252.	4076.	2976.	2324.	1896.	1372.	1064.	667.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	84.
220	6242.	4070.	2972.	2321.	1894.	1370.	1063.	667.	475.	364.	292.	205.	155.	122.	84.
230	6256.	4079.	2978.	2326.	1897.	1372.	1065.	668.	476.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
240	6257.	4079.	2979.	2326.	1897.	1372.	1065.	668.	476.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
250	6250.	4075.	2976.	2324.	1895.	1371.	1064.	667.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	84.
260	6239.	4068.	2971.	2320.	1893.	1369.	1063.	666.	475.	364.	292.	205.	154.	122.	84.
270	6253.	4077.	2977.	2325.	1896.	1372.	1065.	667.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	84.
280	6259.	4081.	2980.	2327.	1898.	1373.	1066.	668.	476.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
290	6247.	4073.	2974.	2323.	1895.	1371.	1064.	667.	476.	364.	292.	205.	155.	122.	84.
300	6259.	4077.	2973.	2322.	1894.	1370.	1064.	667.	476.	365.	292.	205.	155.	122.	84.
310	6234.	4065.	2968.	2318.	1891.	1368.	1062.	664.	474.	363.	291.	204.	154.	122.	84.
320	6259.	4081.	2979.	2326.	1898.	1373.	1066.	668.	476.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
330	6259.	4081.	2980.	2327.	1898.	1373.	1066.	668.	476.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
340	6256.	4079.	2978.	2326.	1897.	1372.	1065.	668.	476.	365.	293.	205.	155.	122.	84.
350	6239.	4068.	2971.	2320.	1893.	1369.	1063.	666.	475.	364.	292.	205.	154.	122.	84.
360	6203.	4045.	2954.	2308.	1883.	1362.	1058.	663.	473.	362.	291.	204.	154.	122.	84.

MAXKONC : 13404.
 AVSTÅND : 150
 VINDRIKTNING : 30

4.3 Halter av svavelväte, H_2S

Resultaten av beräkningarna redovisas i figurerna 6 och 7 samt i tabellerna 11 och 12.

Beräkningsmetodiken för maximala timmedelhalter av H_2S och innebörden av resultaten är desamma som för beräkningarna av CO . Redogörelse för detta finns i föregående avsnitt och i avsnitt 3.4 i ref 1. Det hygieniska gränsvärdet för svavelväte, H_2S , är 20 mg/m^3 som 15-minutersmedelvärde (Arbetskyddsstyrelsens författningssamling 1981:8) vilket inte direkt kan jämföras med de timmedelvärden som redovisas här. Avvikelsen mellan de beräknade maxhalterna och det hygieniska gränsvärdet ligger inom en faktor ~ 10 vilket är mer än skillnaden mellan 15 respektive 1 timmas medelvärden (skillnaden mellan korttidsmedelvärden och 1 timmas medelvärden är inte entydig, olika värden anges i litteraturen).



FIGUR 6. Maximala timmedelhalter ($\mu\text{g}/\text{m}^3 = 10^{-6} \text{g}/\text{m}^3$) av svavelväte för olika vindriktningar för fall 10A. Utsläppet sker från punkt 8.

Tolkning: Om haveriet sker i ett väderläge med sydlig vind kan de maximala halterna på olika avstånd från källan utläsas utmed en linje från källan och norrut.

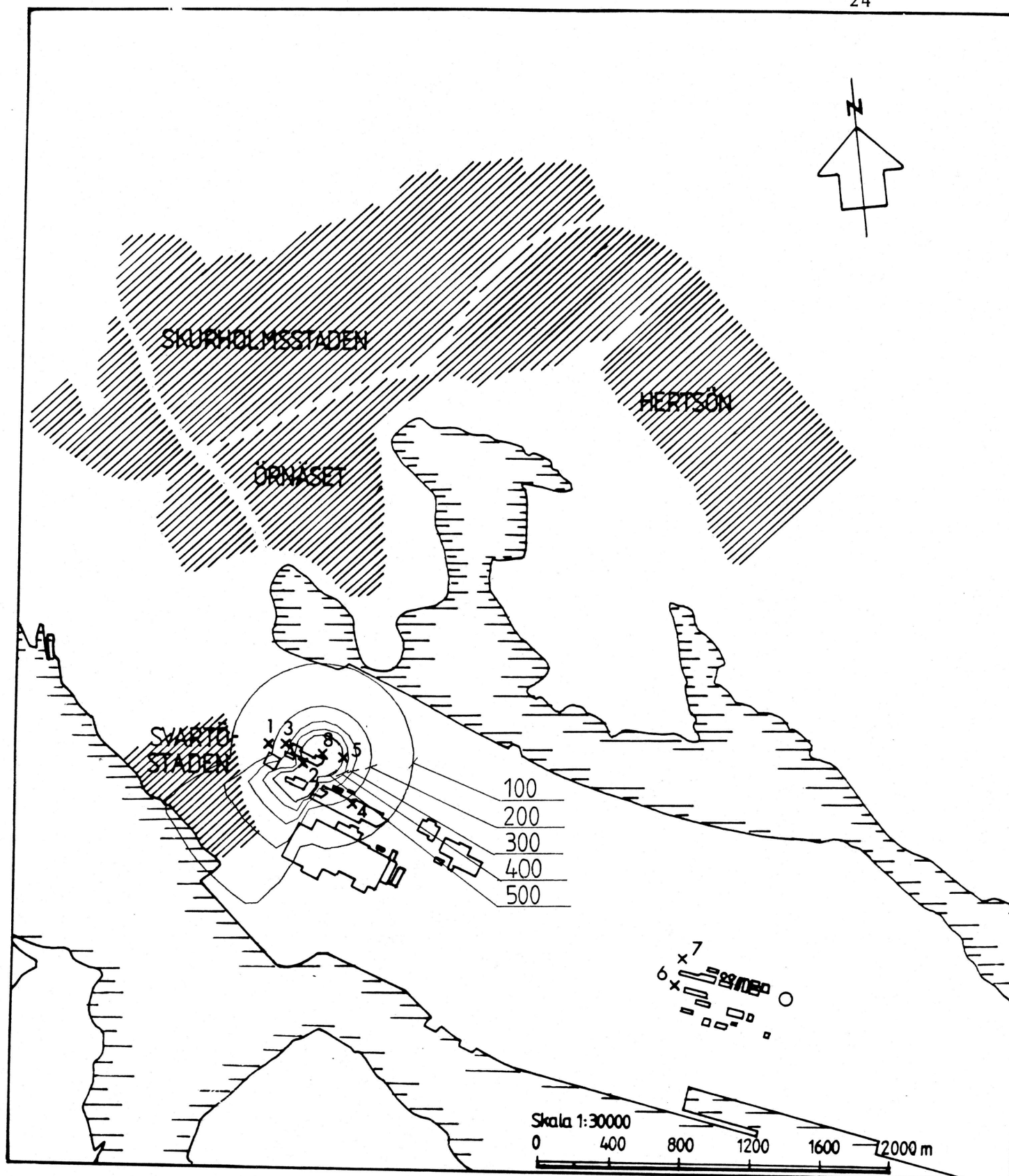
Se vidare tabell 11.

TABELL 11. Maximala timmedelhalter ($\mu\text{g}/\text{m}^3 = 10^{-6} \text{ g}/\text{m}^3$) av H_2S på olika avstånd från källan och för olika vindriktningar för fall 10 A. Observera att vindriktningen anger den vinkel vinden kommer ifrån, dvs 90° - ost, 180° - syd, 270° - väst etc.

Läs tabellen så här: Om haveriet sker i ett väderläge med sydlig vind kan de maximala halterna vid ett utsläpp på olika avstånd utläsas utmed raden för vindriktning 180° .

VIND- RIKTNING	AVSTÅND (M)														
	100	150	200	250	300	400	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
10	1681.	1058.	745.	562.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
20	1677.	1055.	744.	561.	443.	301.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
30	1664.	1415.	913.	665.	514.	342.	247.	136.	88.	63.	48.	31.	22.	17.	11.
40	1664.	1415.	913.	665.	514.	342.	247.	136.	88.	63.	48.	31.	22.	17.	11.
50	1662.	1413.	912.	664.	514.	341.	247.	136.	89.	64.	48.	31.	23.	17.	11.
60	1677.	1055.	920.	669.	518.	344.	249.	137.	89.	64.	48.	31.	22.	17.	11.
70	1676.	1053.	919.	669.	518.	344.	249.	137.	89.	64.	48.	31.	22.	17.	11.
80	1671.	1052.	741.	667.	516.	343.	248.	136.	89.	63.	48.	31.	22.	17.	11.
90	1667.	1049.	739.	557.	440.	299.	221.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	16.	11.
100	1657.	1041.	732.	552.	436.	297.	219.	124.	82.	59.	45.	30.	21.	16.	11.
110	1675.	1054.	742.	560.	442.	301.	221.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
120	1677.	1055.	743.	560.	442.	301.	222.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
130	1677.	1055.	743.	560.	442.	301.	222.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
140	1677.	1055.	743.	560.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
150	1681.	1057.	744.	561.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
160	1680.	1057.	744.	561.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
170	1682.	1058.	745.	562.	443.	302.	222.	126.	83.	61.	50.	37.	30.	25.	19.
180	1683.	1059.	745.	562.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	12.
190	1681.	1057.	745.	561.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	13.
200	1682.	1058.	745.	562.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	18.	13.
210	1680.	1057.	744.	561.	443.	301.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
220	1677.	1055.	743.	560.	442.	301.	222.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
230	1681.	1057.	745.	561.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
240	1681.	1058.	745.	561.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
250	1679.	1056.	744.	561.	443.	301.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
260	1677.	1055.	743.	560.	442.	301.	222.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
270	1680.	1057.	744.	561.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
280	1682.	1058.	745.	562.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
290	1679.	1056.	744.	561.	442.	301.	222.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
300	1680.	1056.	743.	561.	442.	301.	222.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
310	1675.	1054.	742.	560.	442.	300.	221.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
320	1682.	1058.	745.	562.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
330	1682.	1058.	745.	562.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
340	1681.	1057.	745.	561.	443.	302.	222.	126.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
350	1676.	1055.	743.	560.	442.	301.	222.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	17.	11.
360	1667.	1049.	739.	557.	440.	299.	221.	125.	83.	60.	46.	30.	22.	16.	11.

MAXKONC : 1683.
 AVSTÅND : 100
 VINDRIKTNING : 180



FIGUR 7. Maximala timmedelhalter ($\mu\text{g}/\text{m}^3 = 10^{-6} \text{g}/\text{m}^3$) av svavelväte för olika vindriktningar för fall 10B. Utsläppet sker från punkt 8.

Tolkning: Om haveriet sker i ett väderläge med sydlig vind kan de maximala halterna på olika avstånd från källan utläsas utmed en linje från källan och norrut.

Se vidare tabell 12.

TABELL 12. Maximala timmedelhalter ($\mu\text{g}/\text{m}^3 = 10^{-6} \text{g}/\text{m}^3$) av H_2S på olika avstånd från källan och för olika vindriktningar för fall 10B. Observera att vindriktningen anger den vinkel vinden kommer ifrån, dvs 90° - ost, 180° - syd, 270° - väst etc.

Läs tabellen så här: Om haveriet sker i ett väderläge med sydlig vind kan de maximala halterna vid ett utsläpp på olika avstånd utläsas utmed raden för vindriktning 180° .

H₂S HALTER FÖR FALL 10B

VIND- RIKTNING	(MIKROGRAM PER KUBIKMETER)														
	AVSTÅND (M)														
	100	150	200	250	300	400	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000
10	550.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
20	549.	358.	262.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
30	545.	1179.	761.	554.	429.	285.	206.	113.	74.	53.	40.	26.	19.	14.	9.
40	545.	1179.	761.	554.	429.	285.	206.	113.	74.	53.	40.	26.	19.	14.	9.
50	551.	1178.	760.	553.	428.	284.	206.	113.	74.	53.	40.	26.	19.	14.	9.
60	549.	358.	767.	558.	432.	287.	207.	114.	74.	53.	40.	26.	19.	14.	9.
70	549.	358.	766.	558.	431.	287.	207.	114.	74.	53.	40.	26.	19.	14.	9.
80	548.	357.	261.	556.	430.	286.	207.	114.	74.	53.	40.	26.	19.	14.	9.
90	546.	357.	260.	203.	166.	120.	93.	58.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
100	543.	354.	258.	202.	165.	119.	92.	58.	41.	32.	25.	18.	13.	11.	7.
110	548.	358.	261.	204.	166.	120.	93.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
120	550.	358.	261.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
130	549.	358.	261.	204.	167.	120.	93.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
140	551.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
150	550.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
160	550.	359.	262.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	8.
170	551.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	12.	9.
180	551.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
190	565.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	20.	16.	13.	10.
200	551.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	12.	9.
210	550.	359.	262.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
220	549.	358.	261.	204.	167.	120.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
230	550.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
240	550.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
250	550.	358.	262.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
260	549.	358.	261.	204.	166.	120.	93.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
270	550.	359.	262.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
280	551.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
290	549.	358.	262.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
300	551.	359.	262.	204.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
310	548.	358.	261.	204.	166.	120.	93.	58.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
320	551.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
330	551.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
340	550.	359.	262.	205.	167.	121.	94.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
350	549.	358.	261.	204.	166.	120.	93.	59.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.
360	546.	356.	260.	203.	166.	120.	93.	58.	42.	32.	26.	18.	14.	11.	7.

MAXKONC : 1179.
 AVSTÅND : 150
 VINDRIKTNING : 30

4.4 Kvalitativ utsläppsbetraktelse - boxmodell

Under situationer med vindstilla eller mycket svag vind kan utsläpp och spridning inte studeras med våra vanliga spridningsmodeller. För att erhålla kvalitativa uppskattningar har en boxmodell utnyttjats. En beskrivning av boxmodellen återfinns i (ref 1).

Osäkerheten i beräkningarna gör att vi väljer att inte separera de bägge fallen, utan i stället en samlad uppskattning.

Vid vindstilla eller vid situationer med mycket svaga vindar kan explosionsrisk inte uteslutas ut till 100 m från gasklockan.

Skadliga halter av CO beräknas inte kunna uppkomma utanför ett avstånd av 50 m från klockan, medan det hygieniska gränsvärdet för H₂S beräknas kunna uppkomma endast i en mycket nära omgivning kring klockan (< 15 m).

REFERENSER

1. K Häggkvist, Ch Persson och L Robertson: *Spridningsberäkningar rörande ett antal källor inom SSAB Luleåverken - Bestämning av kolmonoxid- och svavelvätehalter samt explosionsrisker.* SMHI-rapport, serie Meteorologi nr 17, 1986.
2. Omstedt G: *An operational air pollution model using routine meteorological data.* SMHI-rapport RMK-40, 1984.



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 8000. Telex 64400 smhi s.