

NILU OR: 64/90

NILU OR : 64/90
REFERANSE : O-90057
DATO : SEPTEMBER 1990
ISBN : 82-425-0193-9

Sporstoffundersøkelse på Norsk Hydros VCM-fabrikk, Rafnes

D.A. Tønnesen

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Norsk Hydro, Rafnes gjennomført en spredningsundersøkelse med sporstoff ved VCM-fabrikken på Rafnes. Formålet med spredningsundersøkelsen var å estimere diffuse utslipp av vinylkloridmonomer (VCM) og etylendiklorid (EDC), samt å gi en anbefaling for måleopplegg ved framtidig egenkontroll med sporstoffteknikk. Følgende konklusjoner kan trekkes:

- Utslipppet av EDC under forsøksperiodene var ca. 4,5 kg/h totalt. Utslipp til luft fra vannrenseanlegget var under 1,7 kg/h. Utslipp fra pumpegrava ved tankfarmen var ca. 0,4 kg/h. Sentralt i fabrikken er forholdstallet mellom utslipp ved bakken og utslipp høyere oppe ca. 1,5.
- Utslipppet av VCM under forsøksperioden var ca. 3 kg/h totalt. Utslipp fra tankfarmen ble anslått til 1 kg/h. Forholdstallet mellom utslippsmengde i bakkenivå og over bakkenivå er omtrent lik 1,3.
- Utslippsestimatene gjelder for de driftsforholdene som rådde under forsøksperiodene. Dersom driftsforholdene var atypiske, vil en omregning til årlige utslippstall bli misvisende. Under klargjøring til vedlikeholdsarbeid i fabrikken kan utslippet øke. Slikt arbeid pågikk ikke under forsøksperiodene.
- Framtidige egenkontroller bør gjennomføres ved sørøstlige vindforhold. Målingene bør foretas langs Nordre gate, VCM, forbi pumpestasjonen og opp i skogen vest for Rørgata fra klorfabrikken. Pumpevolumet ved prøvetaking av VCM og EDC bør økes til minst det dobbelte av volumet fra feltforsøkene. Det er risiko for ikke å kunne måle hele fordelingen av hydrokarboner og sporstoff dersom transportretningen blir for mye mot vest. Forsøkene bør gjennomføres under

sør-sørøstlig vindretning (150^0-180^0) med vindstyrke på minst 3 m/s. Disse vindforholdene bør ha vart minst en time før forsøkene starter.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING	5
2 SPORSTOFFMETODEN	5
3 FORSØKSOPPLEGG	7
4 BESKRIVELSE AV FORSØKENE	9
4.1 Forsøk 1A og 1B	9
4.2 Forsøk 2A og 2B	9
4.3 Forsøk 3A og 3B	13
4.4 Forsøk 4A og 4B	16
4.5 Forsøk 5A og 5B	16
4.6 Forsøk 6A og 6B	21
4.7 Forsøk 7A og 7B	21
4.8 Forsøk 8A og 8B	26
4.9 Forsøk 9A og 9B	29
4.10 Forsøk 10A og 10B	29
4.11 Forsøk 11A og 11B	29
4.12 Forsøk 12A og 12B	36
4.13 Sammenligning av spredningsforsøkene	39
5 UTSLIPPSBEREGNINGER	40
5.1 Utslipp av EDC	41
5.1.1 Forsøk 3	41
5.1.2 Forsøk 5	41
5.1.3 Forsøk 7	42
5.1.4 Forsøk 8	42
5.1.5 Forsøk 11	42
5.1.6 Alle forsøk	43
5.2 Utslipp av VCM	44
5.2.1 Forsøk 3	44
5.2.2 Forsøk 5	44
5.2.3 Forsøk 7	45
5.2.4 Forsøk 8	45
5.2.5 Forsøk 11	45
5.2.6 Alle forsøk	46
6 ANBEFALT MÅLEOPPLEGG	47
7 REFERANSER	48
VEDLEGG A: Sporstoffutslipp under forsøkene	49
VEDLEGG B: Sporstoffkonsentrasjoner under forsøkene .	
VEDLEGG C: Normaliserte maksimalkonsentrasjoner og integreerte konsentrasjoner for utvalgte forsøk	49

SPORSTOFFUNDERSØKELSE PÅ NORSK HYDROS VCM-FABRIKK, RAFNES

1 INNLEDNING

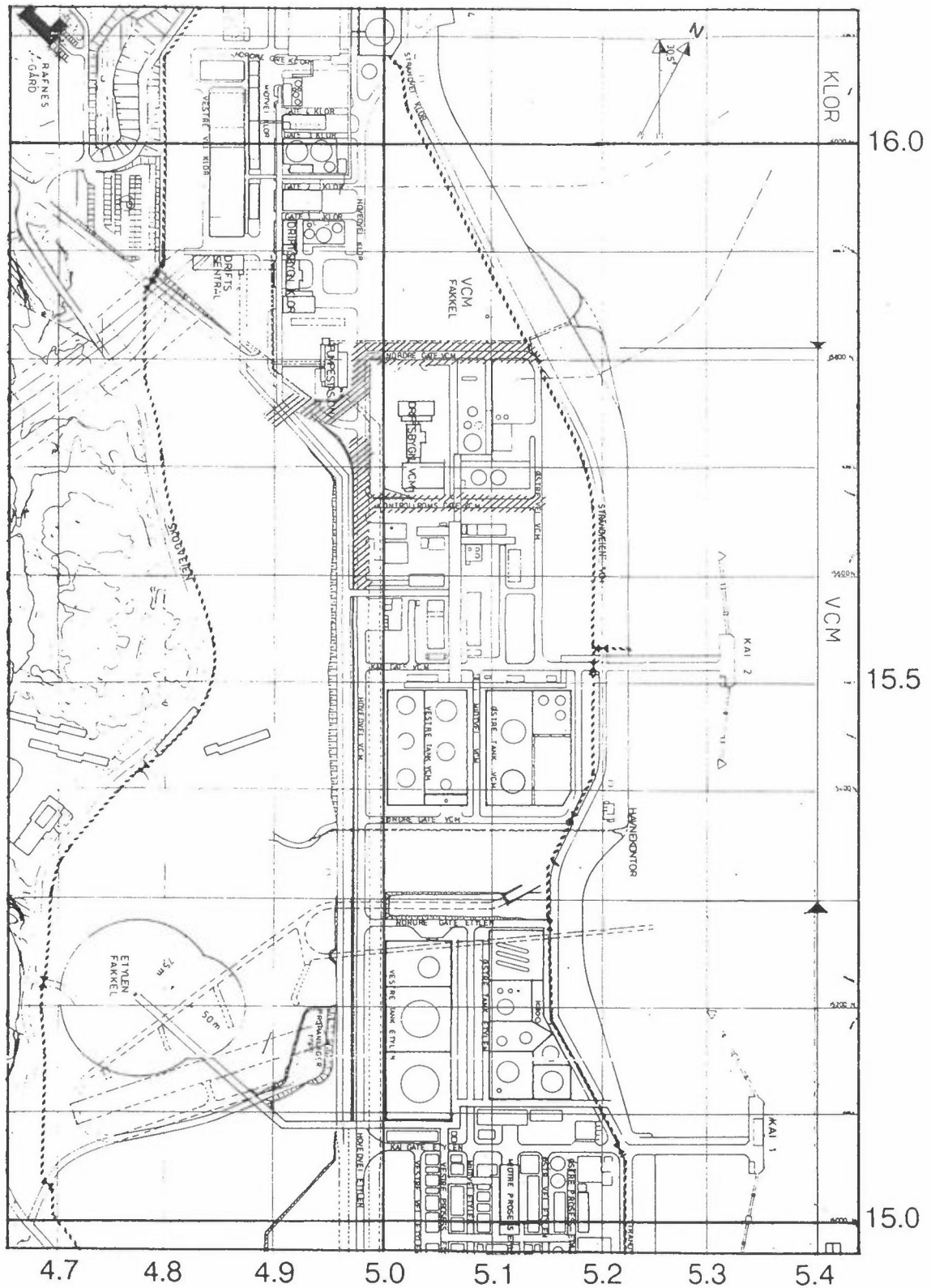
Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Norsk Hydro, Rafnes, foretatt en spredningsundersøkelse med sporstoffteknikk ved Norsk Hydros VCM-fabrikk på Rafnes.

Undersøkelsen ble utført for å kartlegge typiske spredningsforhold ved fabrikkens, for å kvantifisere lekkasjer av VCM (vinylkloridmonomer) og EDC (etylendiklorid) fra fabrikkens, og for å kunne gi en anbefaling for et måleopplegg for framtidige kontrollmålinger av utslipp utført av bedriftens personale. Fabrikkens plassering på Rafnes-området er vist i figur 1. De anvendte måletraversene for sporstoff og/eller hydrokarboner er også vist på figuren. Det lokale koordinatsystemet anvendt i denne rapporten er også vist. Dette systemet har ordinat langs fabrikkaksen (30 grader fra sann nord).

2 SPORSTOFFMETODEN

Metoden kan kort beskrives ved at man slipper ut en kjent mengde sporstoff i potensielle lekkasjepunkter for hydrokarboner og samler inn luftprøver for analyse av sporstoffkonsentrasjoner og konsentrasjoner av hydrokarboner i utvalgte punkter på nedvindsiden av utslippet. Forholdet mellom konsentrasjonsfordelingen kan så benyttes til å kvantifisere utslippet av hydrokarboner.

Svovelheksafluorid (SF_6) ble anvendt som sporstoff. Dette er en ikke giftig gass som er uløselig i vann, og som ikke forekommer naturlig i atmosfæren. Den forsvinner ikke fra lufta ved avsetning på bakken eller utvasking med nedbør, og den nedbrytes bare langsomt ved kjemiske reaksjoner.



Figur 1: VCM-fabrikken på Rafnes. Koordinatsystem anvendt under forsøkene. Måletraverser for sporstoff og hydrokarboner.

Den har svært lav påvisningsgrense, og kan analyseres over et stort konsentrasjonsområde, fra 1 til 10^6 ppt ("parts per trillion", 10^{-12} volumdeler pr del luft). Bromtrifluormetan (CBrF_3) ble også anvendt som sporstoff. Denne gassen har nær de samme egenskapene som SF_6 , men påvisningsgrensen er ca. 20 ganger høyere.

Luftprøvene for sporstoff ble samlet i plastsprøyter (volum 20 cm^3) ved hjelp av batteridrevne prøvetakere med tidsinnstilling for start og stopp. Midlingstiden for luftprøvene var 15 minutter. Hver prøvetaker samlet inn to påfølgende 15 minutters prøver for hvert forsøk.

Sporstoffprøvene ble analysert ved hjelp av bærbare gasskromatografer umiddelbart etter forsøket. Metoden er nærmere beskrevet av Heggen og Sivertsen (1983).

Prøver av hydrokarboner ble tatt på adsorbsjonsrør (ATD-rør) med pumper som ga en luftstrøm på ca. 1 l på 15 minutter. Analysen ble gjort med flammekromatografi. Norsk Hydro foretok prøvetaking og analyse av hydrokarbonene.

3 FORSØKSOPPLEGG

Den hyppigste vindretningen om dagen på Rafnes er fra sørlig kant. Undersøkelsen ble derfor lagt til en periode der det var ventet at denne vindretningen ville forekomme ofte. Avstanden fra utslipp til målepunkter i et fast kontrolløpplagg bør være så lang at hydrokarboner og sporstoff er godt blandet, og så kort at konsentrasjonen av hydrokarboner er vesentlig høyere enn påvisningsgrensen. Adsorbsjonsrørene som ble brukt til prøvetaking av hydrokarboner benyttes vanligvis som passive personbårete prøvetakere i fabrikkområdet. For å måle konsentrasjoner med samme tidsmiddel som sporstoffprøvene, ble adsorbsjonsrørene montert på pumper. Pumpene hadde en kapasitet som varierte fra 0,7 l over 15 minutter til ca. 2 l over 15

minutter. Total luftmengde som passerte røret i perioden, ble registrert ved et telleverk på pumpene. Tilgangen på rør som var rene nok til å gi nøyaktige 15 minutters middelveier begrenset antall forsøk med kombinert prøvetaking av sporstoff og hydrokarboner. Det ble gjennomført fem slike forsøk. Totalt antall sporstoff-forsøk var tolv, med to prøveperioder à 15 minutter.

Vindretning og vindstyrke under forsøkene ble registrert i en målemast på østsiden av VCM-fabrikken (ved strandkanten). Vindstyrken målt her er trolig noe større enn inne på fabrikkområdet. Tabell 1 viser forsøkestidspunkt, vindforhold, utslipp av sporstoff og om det ble tatt prøver av hydrokarboner. Posisjoner og utslippsmengder på de enkelte punkter er vist i vedlegg A.

Tabell 1: Værforhold og utslippsrater for forsøkene.

Forsøk nr.	Dato	Kl.	Vindretning	Vindstyrke	Utslipp (kg/h)		Prøver av HC
					SF ₆	CBrF ₃	
1	19.06.89	1630-1700	SØ	2,6	0,11	0	
2	19.06.89	1745-1815	SØ	6,0	0,55	0,375	
3	20.06.89	1105-1135	ØSØ	6,0	0,55	0,375	X
4	20.06.89	1310-1340	ØSØ	7,0	0,22	0,375	
5	20.06.89	1615-1645	SØ	6,6	0,44	0,375	X
6	20.06.89	1720-1750	SØ	6,5	0,22	0,375	
7	21.06.89	1015-1045	NØ	3,9	0,44	0	X
8	21.06.89	1550-1620	SØ	3,8	0,33	0,375	X
9	21.06.89	1745-1815	SSØ	3,8	0,33	0,375	
10	21.06.89	1820-1850	S	3,1	0,22	0,375	
11	22.06.89	1045-1115	Ø	3,1	0,33	0,375	X
12	22.06.89	1235-1305	Ø	4,7	0,33	0,375	

I de fleste forsøkene ble konsentrasjonen av SF₆ også målt kontinuerlig under prøvetakingsperioden for 15 min. middelkonsentrasjon. Denne prøvetakingen gir viktig tilleggsinformasjon om spredningsforholdene nedvinds for fabrikken. Resultatene av de

kontinuerlige målingene foreligger i en egen rapport (Peterson, 1990).

4 BESKRIVELSE AV FORSØKENE

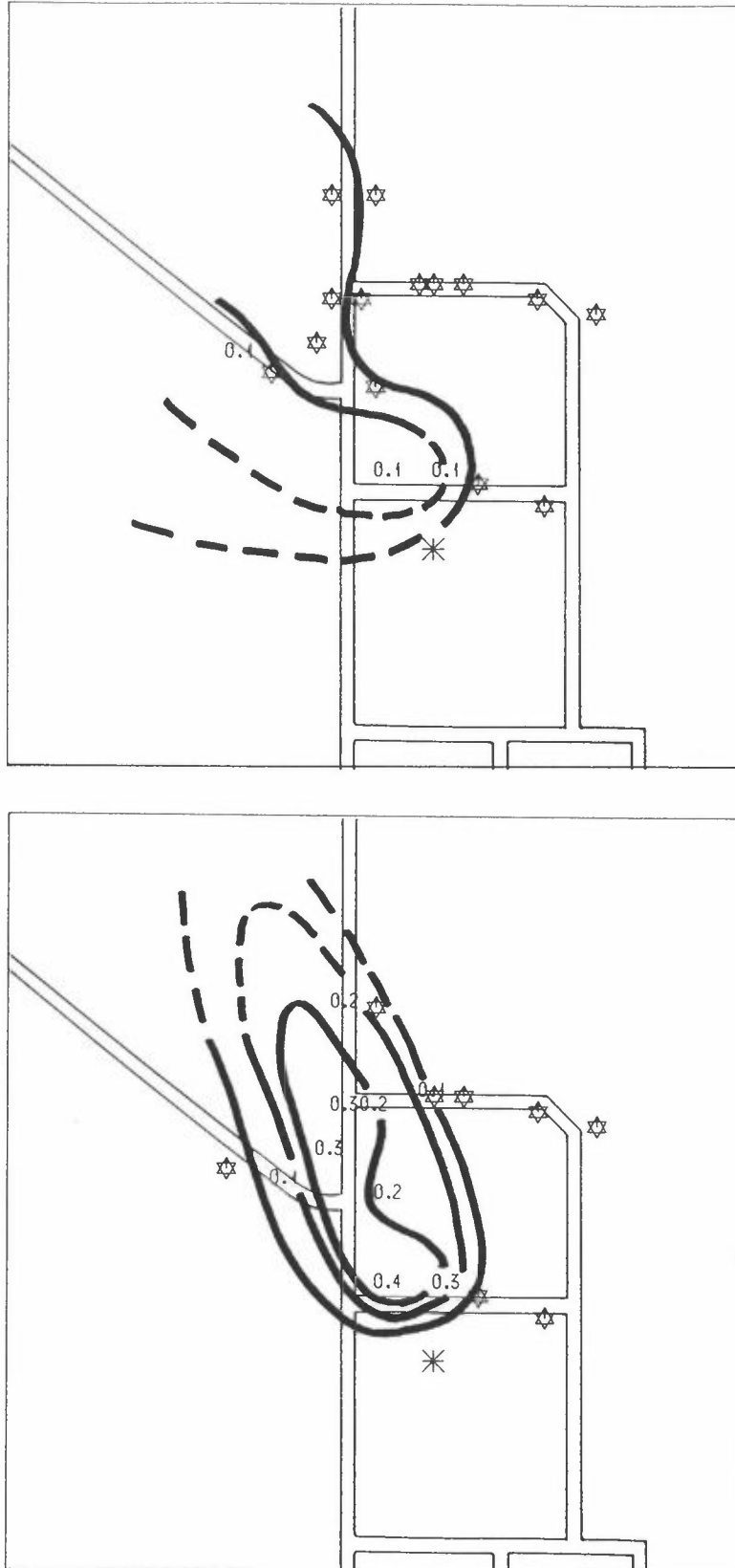
Målte sporstoffkonsentrasjoner i forsøkene er gitt i vedlegg B. I de forsøkene det ble målt hydrokarboner, er konsentrasjonene av sporstoff og hydrokarboner vist under beskrivelsen av de enkelte forsøkene. I tillegg er konsentrasjonsfeltene for sporstoff vist under beskrivelsen av de enkelte forsøkene. Prøvetakingspunkter der sporstoffkonsentrasjonen var null er markert med davidstjerne i figurene.

4.1 FORSØK 1A OG 1B (figur 2)

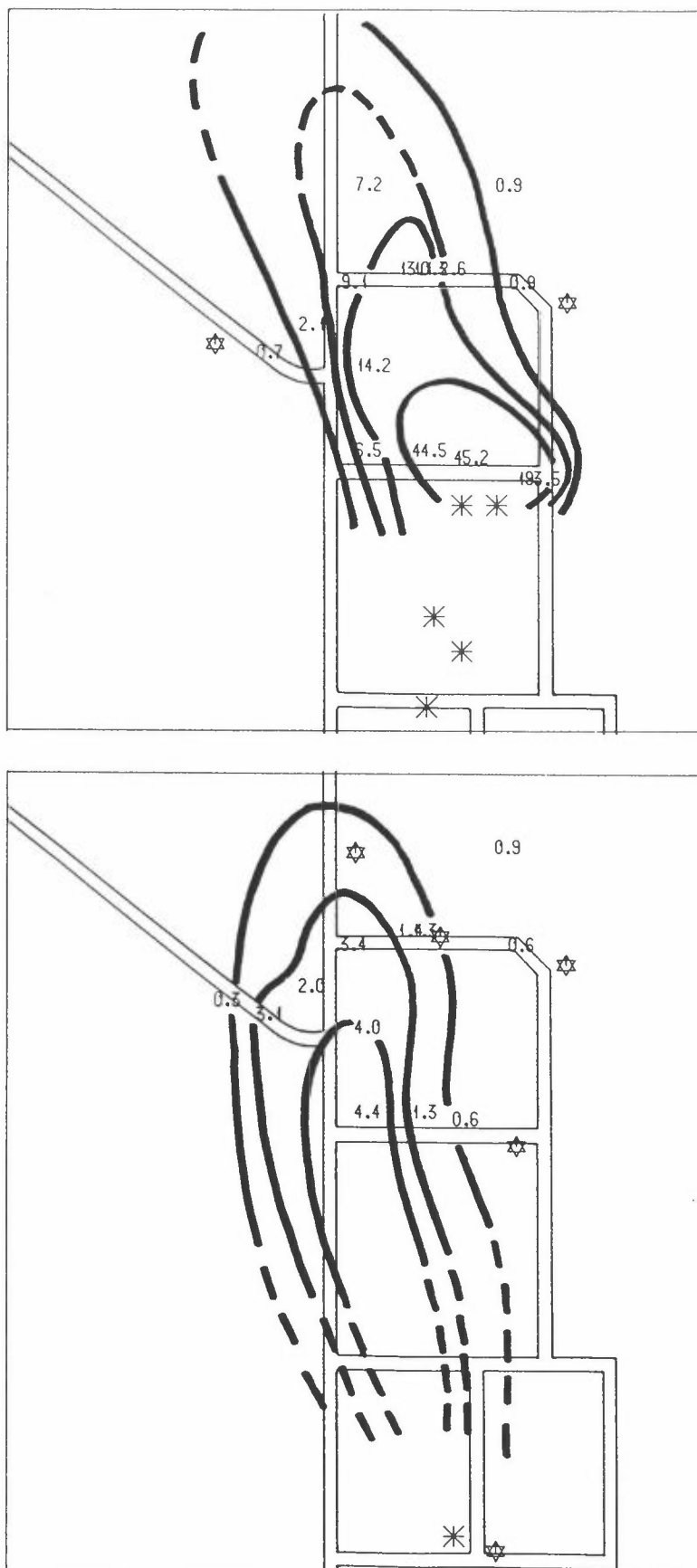
En sporgass (SF_6) ble sluppet fra 3. plan i kondenseringsanlegget for crackeren (struktur 4). Det var jevnt, lett regn under forsøket. Konsentrasjonsfeltet er vist i figur 2. Selv om vindretningsendringer i forsøksperioden ble oppfattet som små, viser konsentrasjonsfeltene at transporten fra den høye kilden var betydelig mer mot vest i 1. del av forsøket. Konsentrasjonsfeltene viser også at sporstoffet ble brakt raskt ned til bakken, idet de høyeste konsentrasjonene ble målt på punktene nærmest utslippet.

4.2 FORSØK 2A OG 2B (figur 3-4)

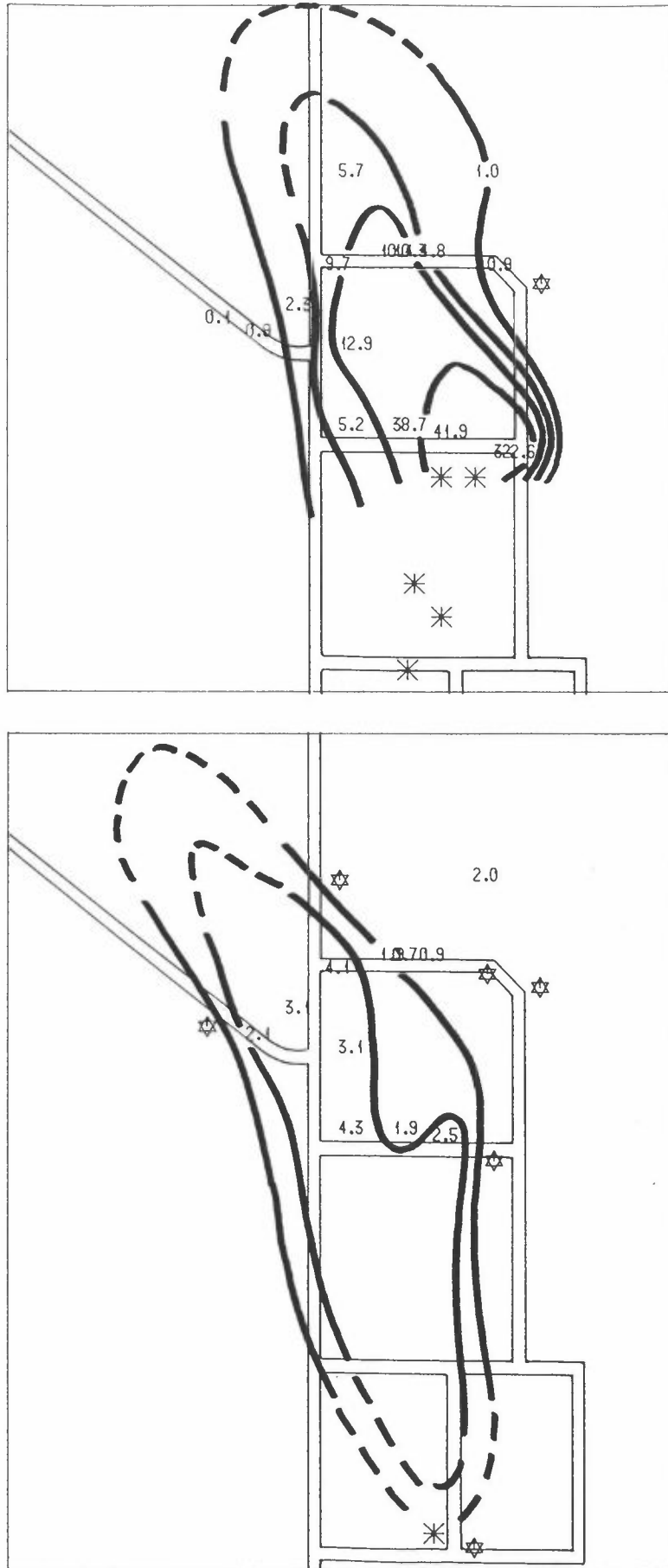
Forsøket ble gjennomført med to sporgasser. CBrF_3 ble sluppet fra ett punkt sør for tankfarmen, og SF_6 ble sluppet fra fem forskjellige posisjoner i fabrikken. Konsentrasjonsfeltene er vist i figur 3 og figur 4. Målepunktene dekket konsentrasjonsfordelingen for SF_6 godt, mens CBrF_3 -konsentrasjonene i test 2B lå til dels utenfor prøvetakingstraversene.



Figur 2: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ i forsøk 1A (øverst) og forsøk 1B (nederst). Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times 10^{-2}$. Utslippspunktene er markert med *.



Figur 3: Konsentrasjonsfordelinger av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 2A. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene er markert med *.



Figur 4: Konsentrasjonsfordelinger av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 2B. Enhet µg/m³. Utslippspunktene er markert med *.

4.3 FORSØK 3A OG 3B (figur 5-6)

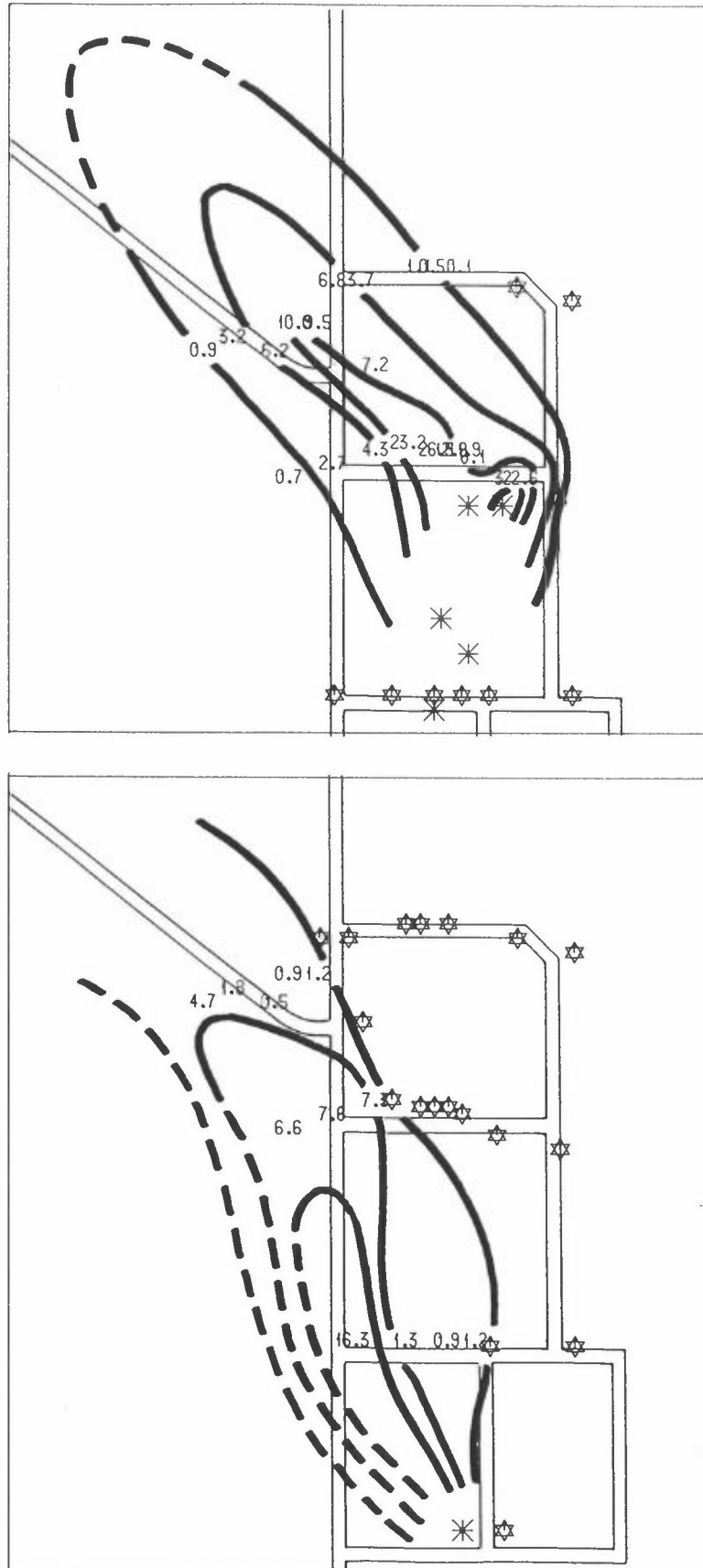
I test 3 ble sporstoffet sluppet ut som i test 2. I test 3A ble det målt VCM og EDC i tillegg til sporstoffkonsentrasjonene. Vindretningen var sørvestlig, og transporten av CBrF_3 var slik at prøvetakingspunktene ikke fanget opp den vestlige delen av sporstoffskyen. Konsentrasjonsfordelingene av sporstoff er vist i figur 5 og figur 6. Tabell 2 viser observerte konsentrasjoner av VCM og EDC, sammen med sporstoffkonsentrasjonene i tilsvarende punkter.

Tabell 2: Observerte konsentrasjoner av hydrokarboner og sporstoff i forsøk 3A. Konsentrasjonene er gruppert på traverser.

Koordinat		Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Travers
X	Y	SF_6	CBrF_3	EDC	VCM	
5.050	15.510	0,0	0,89	180,19	-1)	Kaigata
5.090	15.510	0,0	0,0	3,62	46,27	
4.970	15.670	2,72	7,57	48,86	32,82	Kontrollrumsgaten
5.000	15.680	4,29	7,28	43,24	48,86	
5.040	15.680	26,45	0,0	31,79	21,44	
5.040	15.675	6,13	0,0	56,28	30,96	
4.900	15.760	3,17	1,82	55,06	13,77	Nordre gate
4.960	15.770	9,55	1,20	51,50	34,03	

1) Ikke fastlagt nivå, flammen slukket under kromatograferingen.

Konsentrasjonene av EDC i Kaigata skyldes trolig utslipp fra pumpegrava i tankfarmen rett sør for målepunktene. Nivået av EDC ved Kontrollrumsgaten og Nordre gate tyder på at det fins utslipp av EDC mellom disse måletraversene, sannsynligvis i vannrenseanlegget. Langs Kontrollrumsgaten var det dårlig samvariasjon mellom SF_6 - og VCM-konsentrasjoner. Siden disse målepunktene antagelig ligger svært nær de aktuelle lekkasjepunktene, er nøyaktig simulering av lekkasjepunktene svært viktig for bruk av denne måletraversen.



Figur 5: Konsentrasjonsfordeling av SF_6 (øverst) og CBrF_3 (nederst) i forsøk 3A. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.

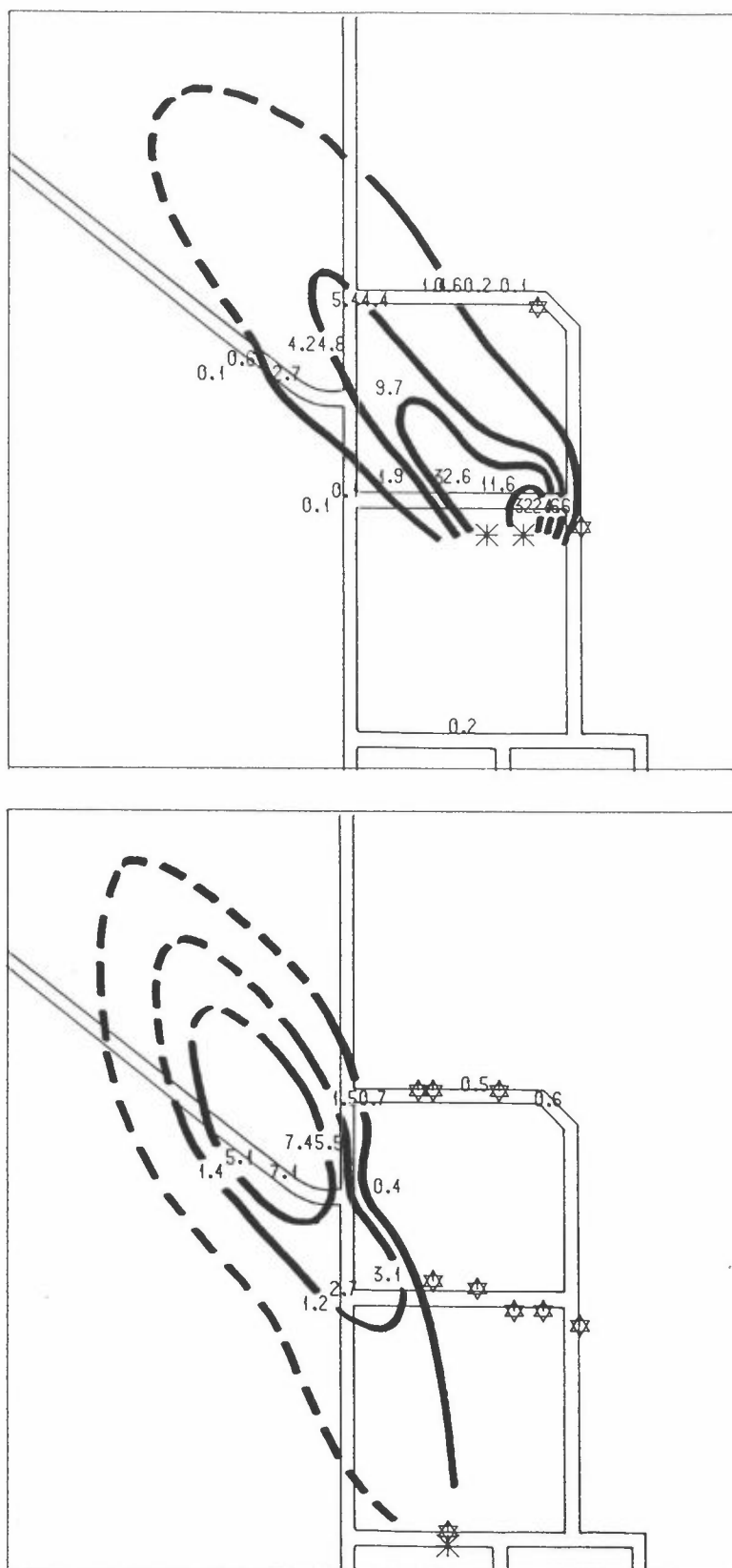
4.4 FORSØK 4A OG 4B (figur 7-8)

Ett sporstoff (SF_6) ble sluppet fra bakkenivå i det nordøstlige delen av fabrikken (1600-anlegget). Det andre sporstoffet (CBrF_3) ble sluppet fra toppen av struktur 6 i den sørvestlige delen av fabrikken. Konsentrasjonsfordelingene av sporstoff er vist i figur 7 og 8. Forsøket viser at under de aktuelle spredningsforholdene vil utslipp i 1600-anlegget trekke vest for driftsbygningen og være godt blandet på måletraversen fra Kaigata foran pumpeasjonen til Rørgata vest for pumpeasjonen. Utslipp over bakken ved struktur 6 vil under slike spredningsforhold ikke belaste måletraversen langs Kontrollrumsgata, men nå bakken på den vestlige delen av traversen Kaigata-Pumpeasjon-Rørgata.

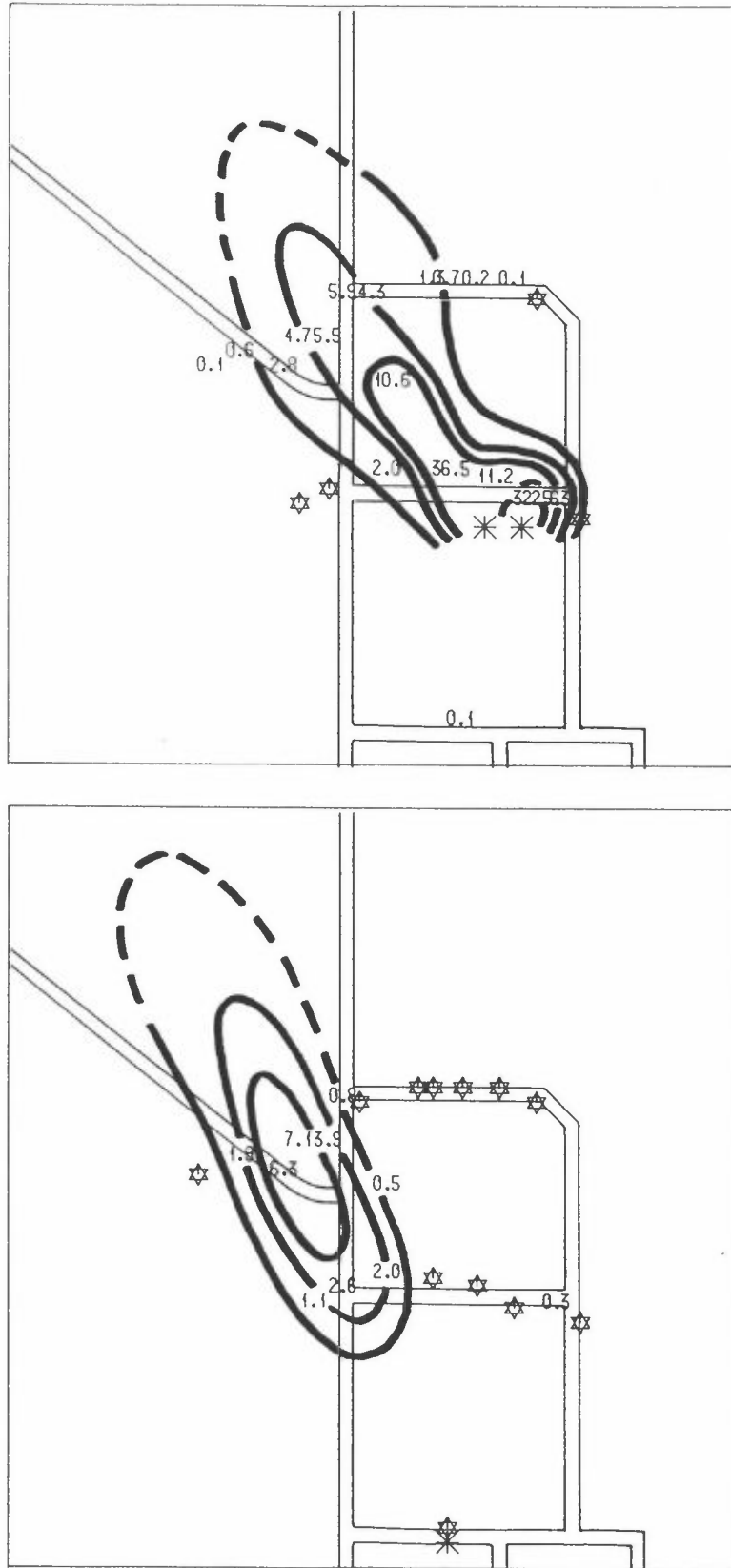
4.5 FORSØK 5A OG 5B (figur 9-10)

Ett sporstoff (CBrF_3) ble sluppet fra toppen av struktur 6 i den sørvestlige delen av fabrikken. SF_6 ble sluppet på fire punkter, i nordøstlig del av fabrikken (1600-anlegget), i bakkenivå på to punkter sentralt i fabrikken, og i pumpegrava i EDC-tankfarmen. Hydrokarbonkonsentrasjoner ble målt i forsøk 5A. Vindforholdene var omtrent som i test 3 og 4. Konsentrasjonsfordelingen av sporstoff er vist i figur 9 og 10. Tabell 3 viser observerte konsentrasjoner av VCM og EDC, sammen med sporstoffkonsentrasjoner i tilsvarende punkter.

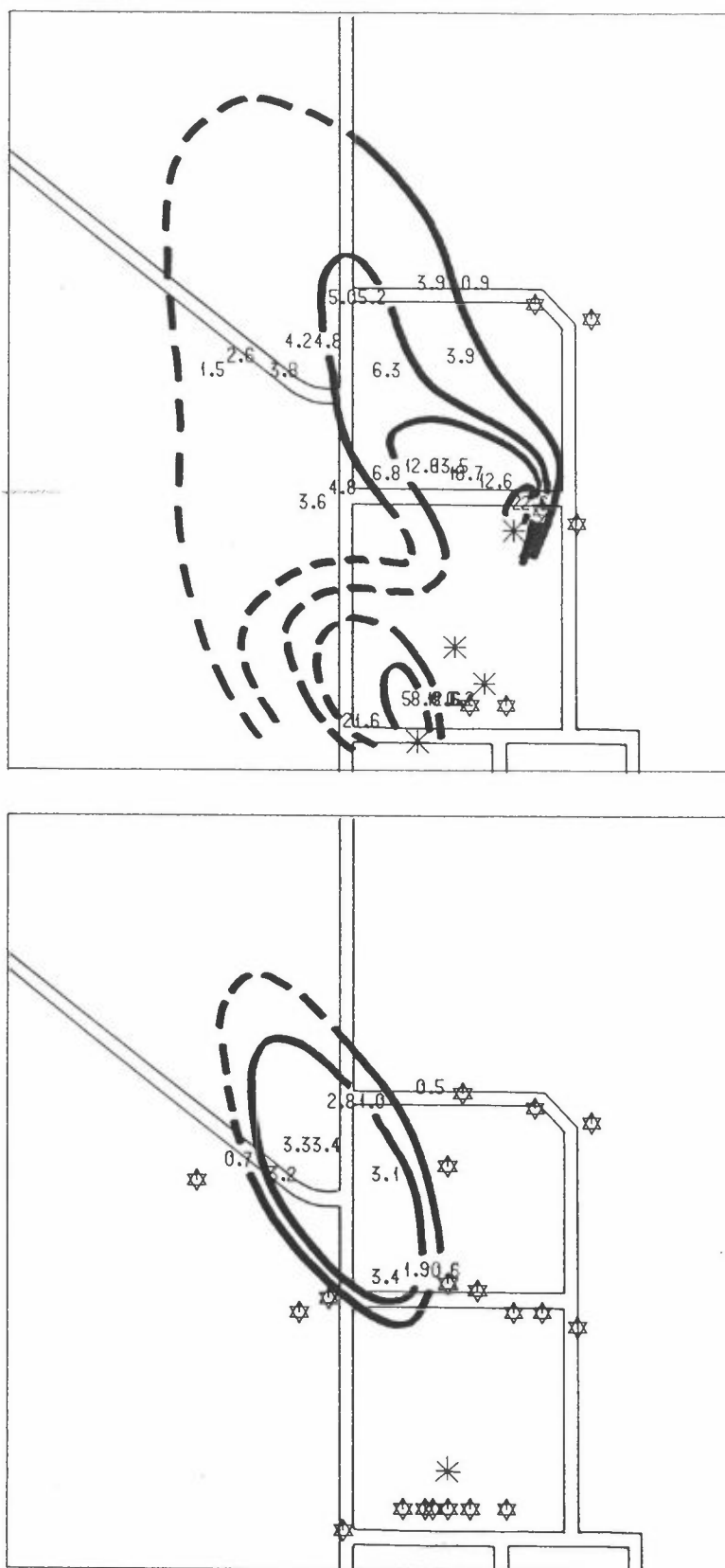
Konsentrasjonene målt i Kaigata kan tyde på at VCM og EDC lekker fra omtrent samme sted, det vil si pumpegrava i EDC-tankfarmen. Hvis VCM-konsentrasjonene målt i Kaigata kommer fra VCM-tankfarmen, ligger lekkasjene trolig i den sørvestlige delen av tankfarmen. EDC-konsentrasjonene målt langs Nordre gate kan tyde på at det har vært en viss nedblanding av EDC fra lekkasjer over bakkenivå i anlegget.



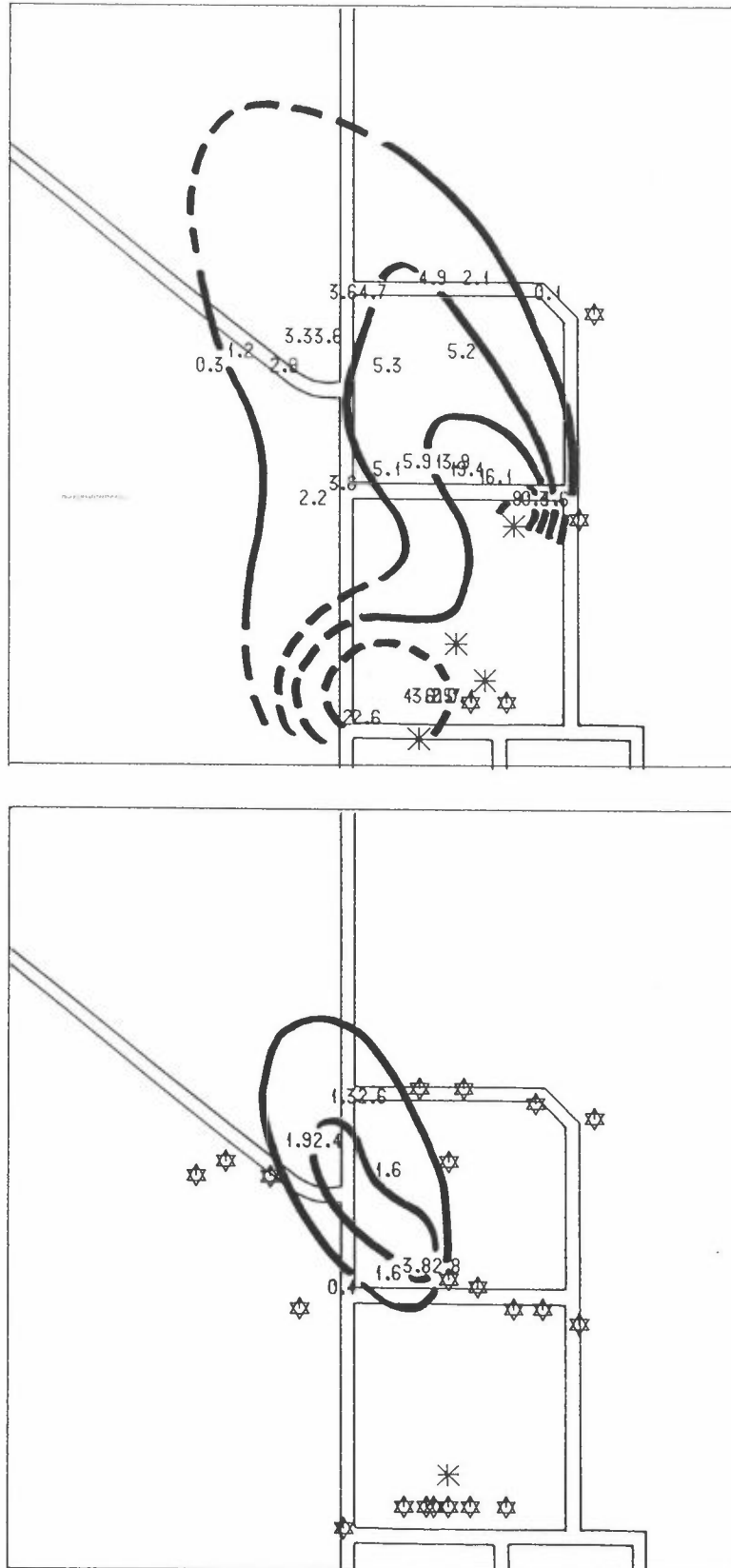
Figur 7: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 4A. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 8: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 4B. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 9: Konsentrasjonsfordeling av SF_6 (øverst) og CBrF_3 (nederst) i forsøk 5A. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 10: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 5B. Enhet: µg/m³. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.

Tabell 3: Observerte konsentrasjoner av hydrokarboner og sporstoff i forsøk 5A. Konsentrasjonene er gruppert på traverser.

Koordinat		Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Travers
X	Y	SF ₆	CBrF ₃	EDC	VCM	
5.035	15.525	12,58	0,0	199,02	39,72	Kaigata
5.050	15.525	0,19	0,0	29,38	6,87	
4.970	15.670	4,75	0,0	49,83	15,97	Kontrollrumsgaten
5.000	15.680	6,77	3,36	82,42	15,03	
5.070	15.675	12,58	0,0	92,33	47,57	
4.900	15.760	2,56	0,74	49,68	6,49	Nordre gate
4.960	15.770	4,77	3,38	19,24	26,37	
4.990	15.800	5,23	1,00	31,66	19,28	

4.6 FORSØK 6A OG 6B (figur 11-12)

SF₆ ble sluppet ut i bakkenivå ved destillasjonsanlegget og ved pumpene på bakken ved struktur 6. CBrF₃ ble sluppet fra toppen av struktur 6. Transporten av sporstoff fra de lave kildene foregikk hovedsakelig langs anleggsaksen, mens transporten av det høye utslippet lå til venstre for bakkeutslippene (lenger vest). Konsentrasjonsfordelingen av sporstoff er vist i figur 11 og 12. Under de forholdene som rådde under denne testen var den relative belastningen fra den høye kilden viktigere enn for bakkeutslippene på måletraversen lengst mot nord.

4.7 FORSØK 7A OG 7B (figur 13)

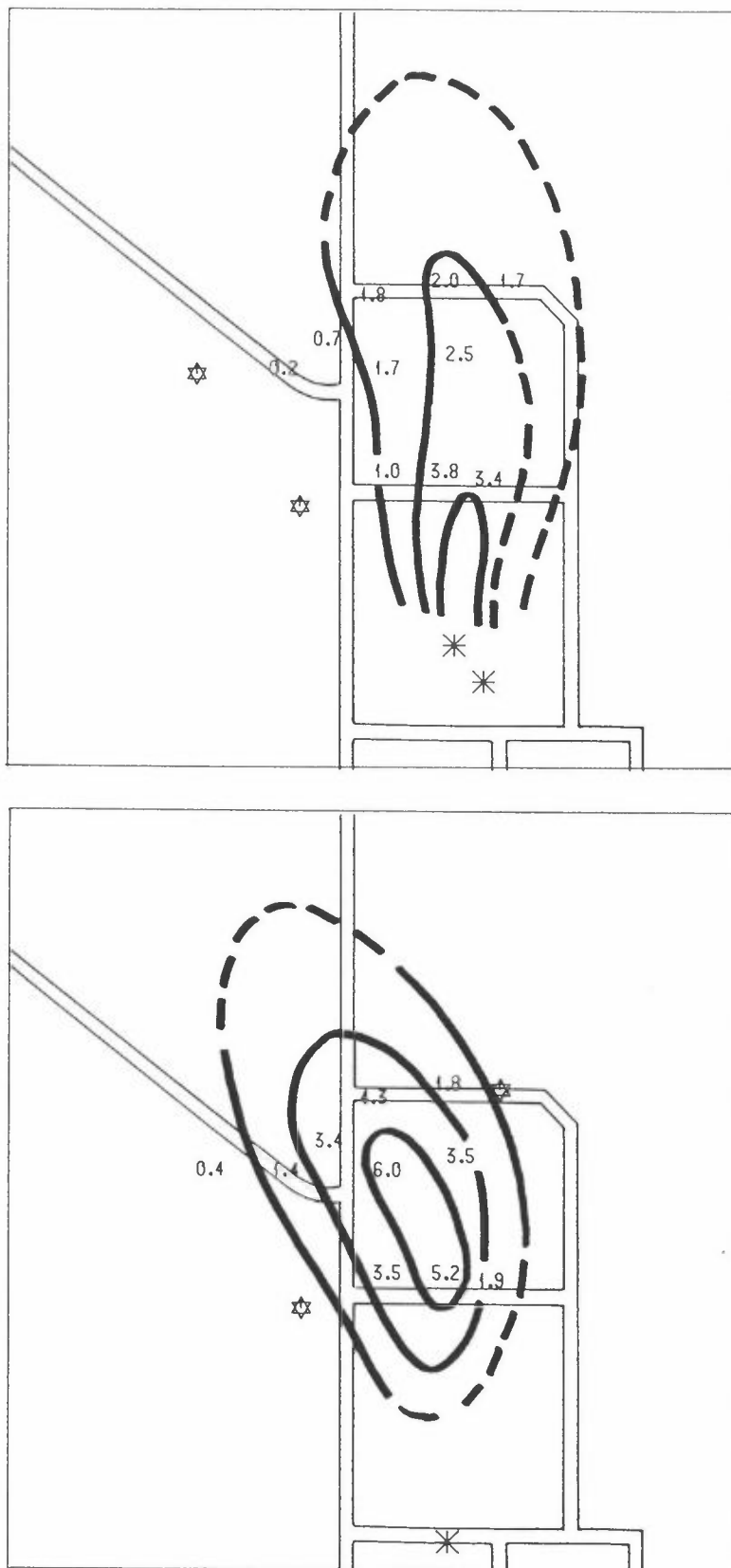
Ett sporstoff (SF₆) ble sluppet ut i fire punkter i fabrikk, ved 1600-anlegget, ved destillasjonsanlegget, i tankfarmen og ved pumpene i struktur 6. Hydrokarboner ble målt i test 7A. Vindretningen var nordøstlig. Under testen viste det seg at bakgrunnskonsentrasjonen av SF₆ i området var betydelig. Dette skyldes antagelig SF₆-utslipp fra Herøya, og tyder på at denne vindretningen er lite egnet til å gjennomføre spredningsforsøk, idet konsentrasjonsfordelingen av sporstoff blir påvirket av

andre kilder, og usikkerheten i utslippsestimater blir dermed større. Figur 13 viser konsentrasjonsfordelingen av SF₆ i disse forsøkene. I tabell 4 er observerte konsentrasjoner av VCM og EDC vist sammen med sporstoffkonsentrasjonen i tilsvarende punkter.

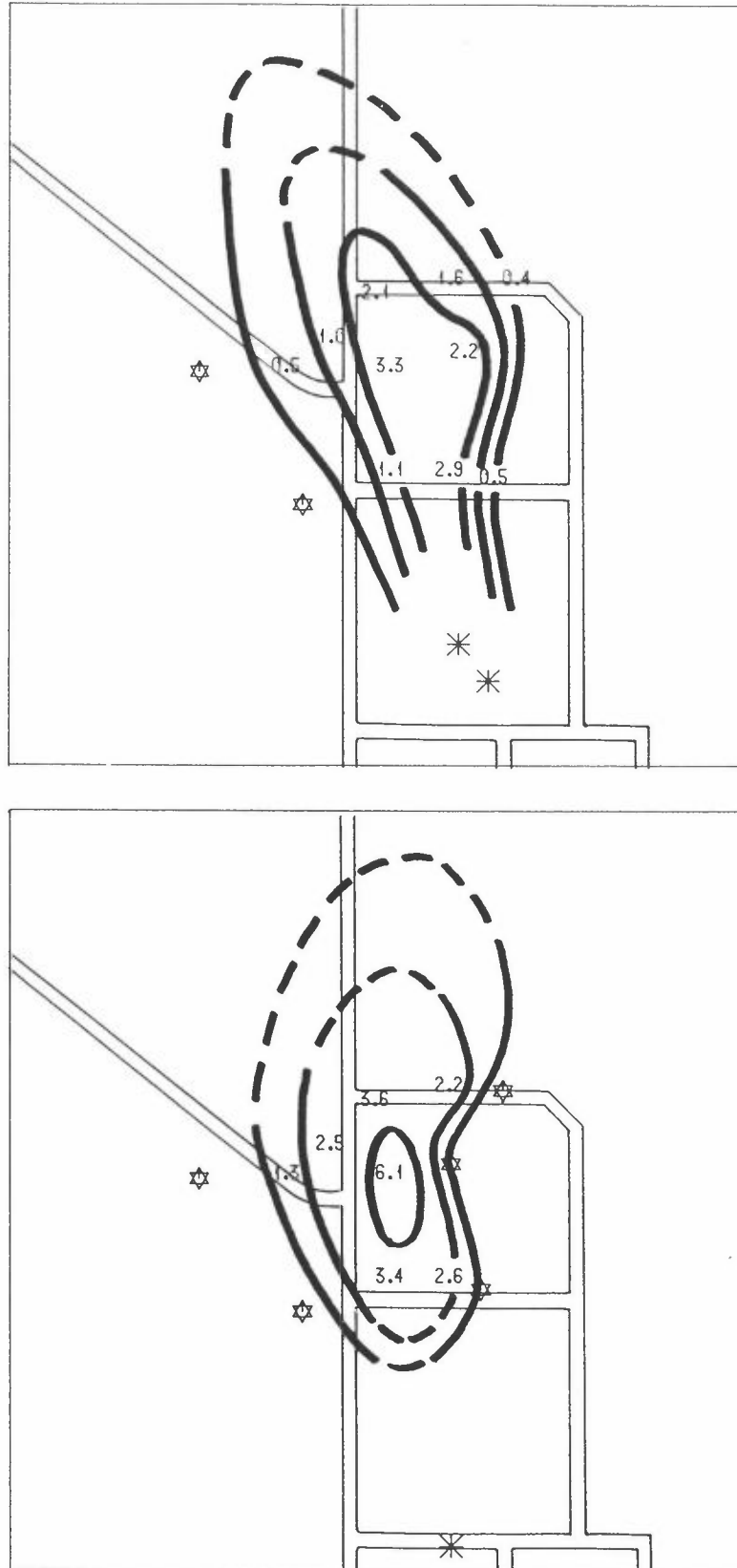
Tabell 4: Observerte konsentrasjoner av hydrokarboner og sporstoff i forsøk 7A. Konsentrasjonene er gruppert på traverser.

Koordinat		Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Travers
X	Y	SF ₆	EDC	VCM	
4.970	15.610	2,29	23,20	12,68	Hovedvei
4.970	15.550	6,77	29,55	19,44	
4.970	15.510	12,65	43,13	30,90	
4.970	15.470	9,74	29,48	30,31	
4.950	15.575	4,07	28,85	25,20	Rørgate
4.950	15.550	6,85	<1	19,73	
4.950	15.510	7,03	33,48	29,52	
4.950	15.465	6,19	20,00	37,71	

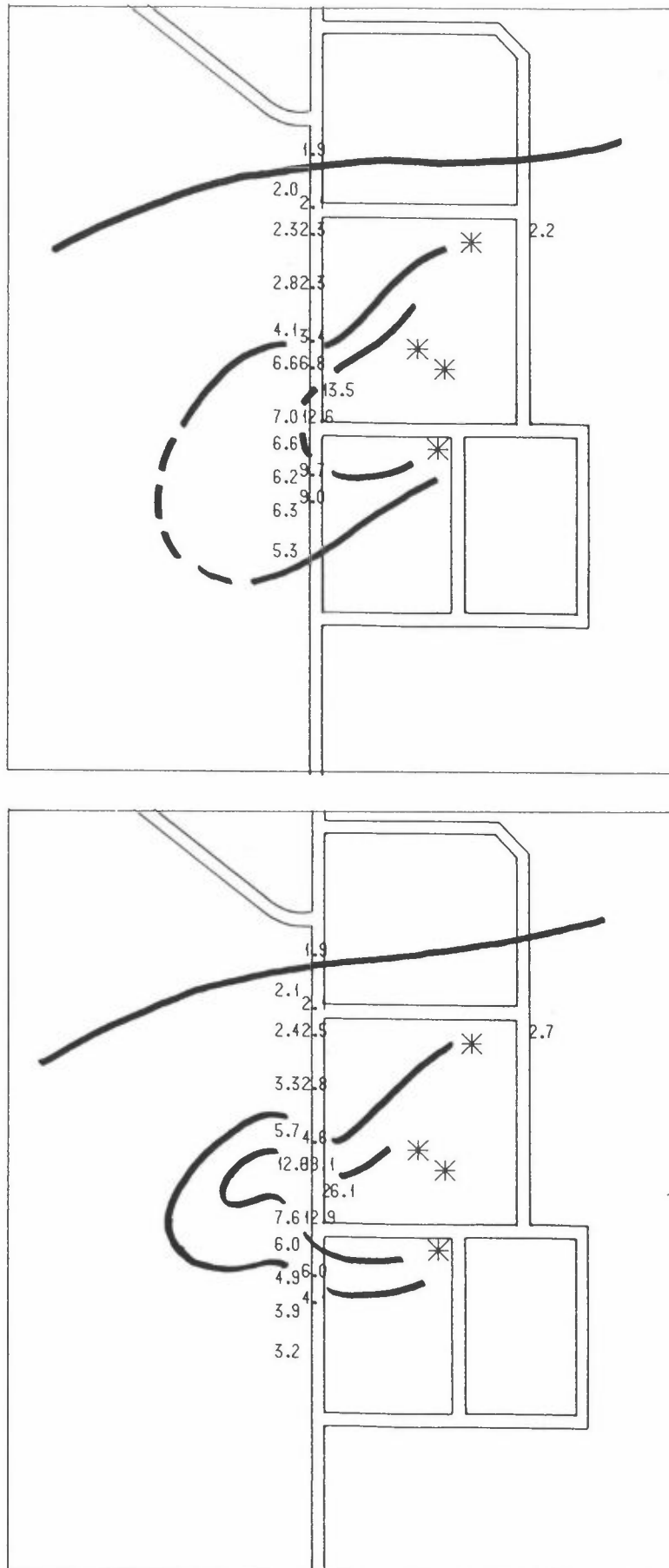
På tross av usikkerheten vedrørende bakgrunnsbelastningen av sporstoff, viser sporstoff og hydrokarboner rimelig samsvar med hverandre. EDC-konsentrasjonen i punkt (4.950, 15.500) stemmer imidlertid dårlig med de øvrige konsentrasjonene, fordi konsentrasjonsfeltene på denne avstanden fra kildene ikke kan inneholde så sterke gradienter som målt mellom punktene (4.950, 15.500) og (4.970, 15.550). VCM-konsentrasjonene målt ved Rørgata viser to separate VCM-skyer. Den nordligste av disse kan tyde på eksistens av en lekkasje over bakkenivå i den nordlige delen av fabrikken.



Figur 11: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 6A. Enhet: μg/m³. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 12: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 6B. Enhet: μg/m³. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 13: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ i forsøk 7A (øverst) og 7B (nederst). Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.

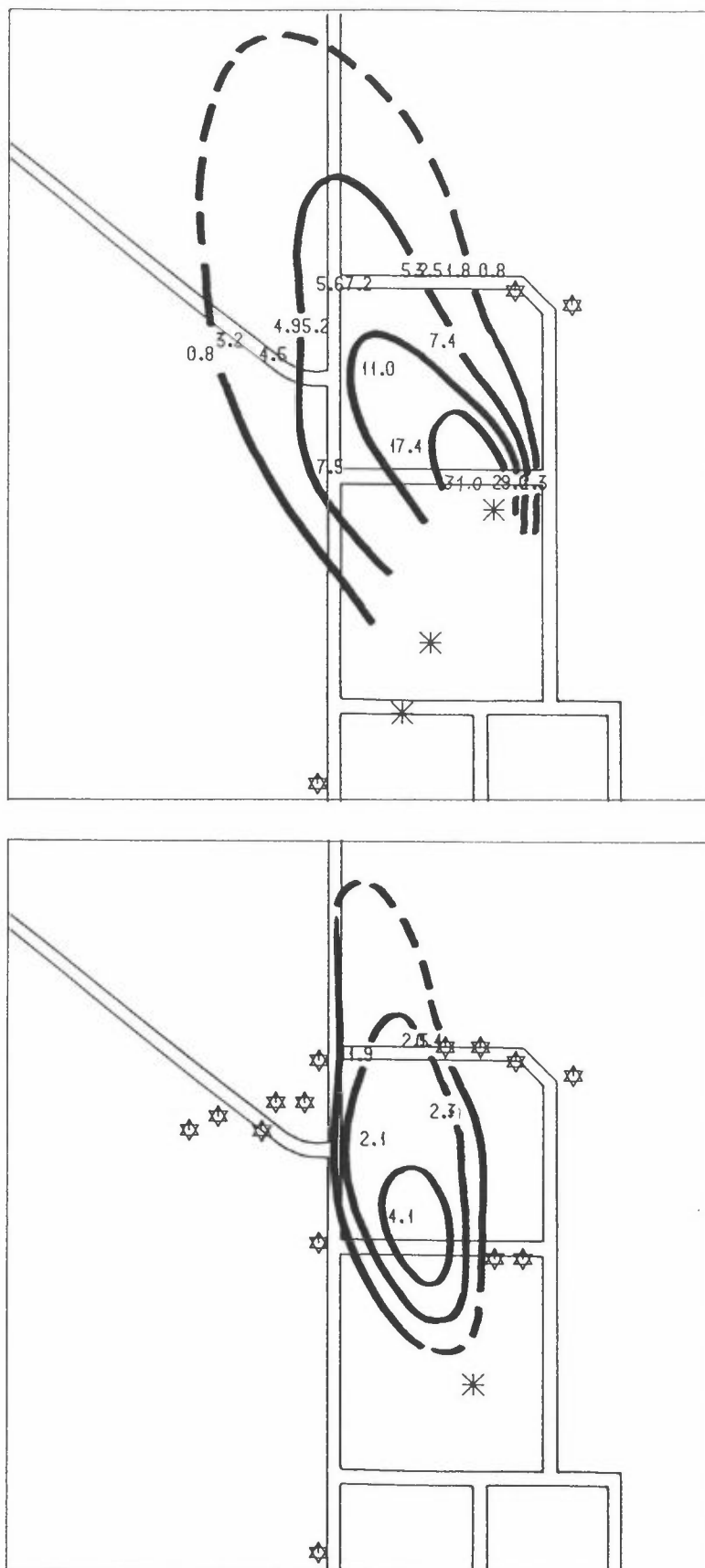
4.8 FORSØK 8A OG 8B (figur 14-15)

I forsøk 8A ble det målt konsentrasjoner av hydrokarboner. CBrF_3 ble sluppet ut over bakkenivå i destillasjonsanlegget, og SF_6 ble sluppet på tre punkter i anlegget, fra toppen av struktur 6, fra nordenden av tankfarmen, og fra 1600-anlegget. Det regnet lett umiddelbart før forsøket. Vinden var langs anleggsaksen. Konsentrasjonsfordelingen av sporstoff er vist i figur 14 og 15. I tabell 5 er observerte konsentrasjoner av VCM og EDC vist sammen med sporstoffkonsentrasjoner i tilsvarende punkter.

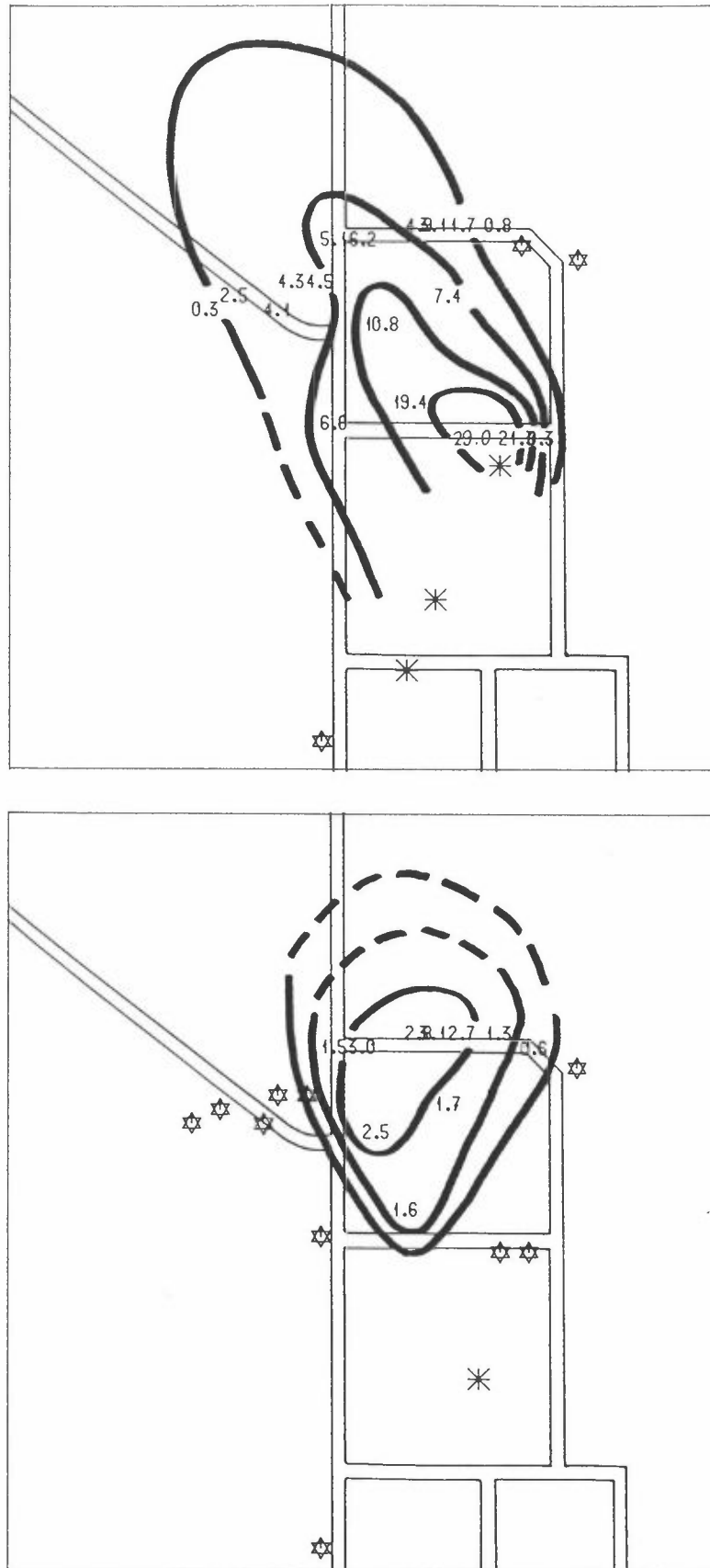
Tabell 5: Observerte konsentrasjoner av hydrokarboner og sporstoff i forsøk 8A. Konsentrasjonene er gruppert på traverser.

Koordinat		Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Travers
X	Y	SF_6	CBrF_3	EDC	VCM	
5.050	15.760	7,42	2,30	178,57	-	Verksted
1.900	15.760	3,21	0,00	128,60	17,99	Nordre gate
4.930	15.750	4,45	0,00	58,73	55,75	
4.960	15.770	5,23	0,00	128,36	103,36	
4.970	15.800	5,58	0,00	-	51,58	
4.990	15.800	7,16	1,92	46,31	69,95	
5.040	15.810	3,48	0,43	51,70	70,26	
5.085	15.810	0,83	0,00	23,19	32,57	

Konsentrasjonsfordelingen av VCM tyder på at utslipp øst i anlegget bidrar til VCM-konsentrasjonene på den østligste delen av traversen i større grad enn simulert ved sporstoffutslippet. EDC-konsentrasjonen målt ved verkstedet skyldes trolig vesentlige bidrag fra EDC-utslipp i vannrenseanlegget. Den vestligste EDC-konsentrasjonen langs travers Nordre gate har trolig vesentlige bidrag fra EDC-utslipp over bakkenivå i fabrikken.



Figur 14: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 8A. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 15: Konsentrasjonsfordeling av SF_6 (øverst) og CBrF_3 (nederst) i forsøk 8B. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.

4.9 FORSØK 9A OG 9B (figur 16-17)

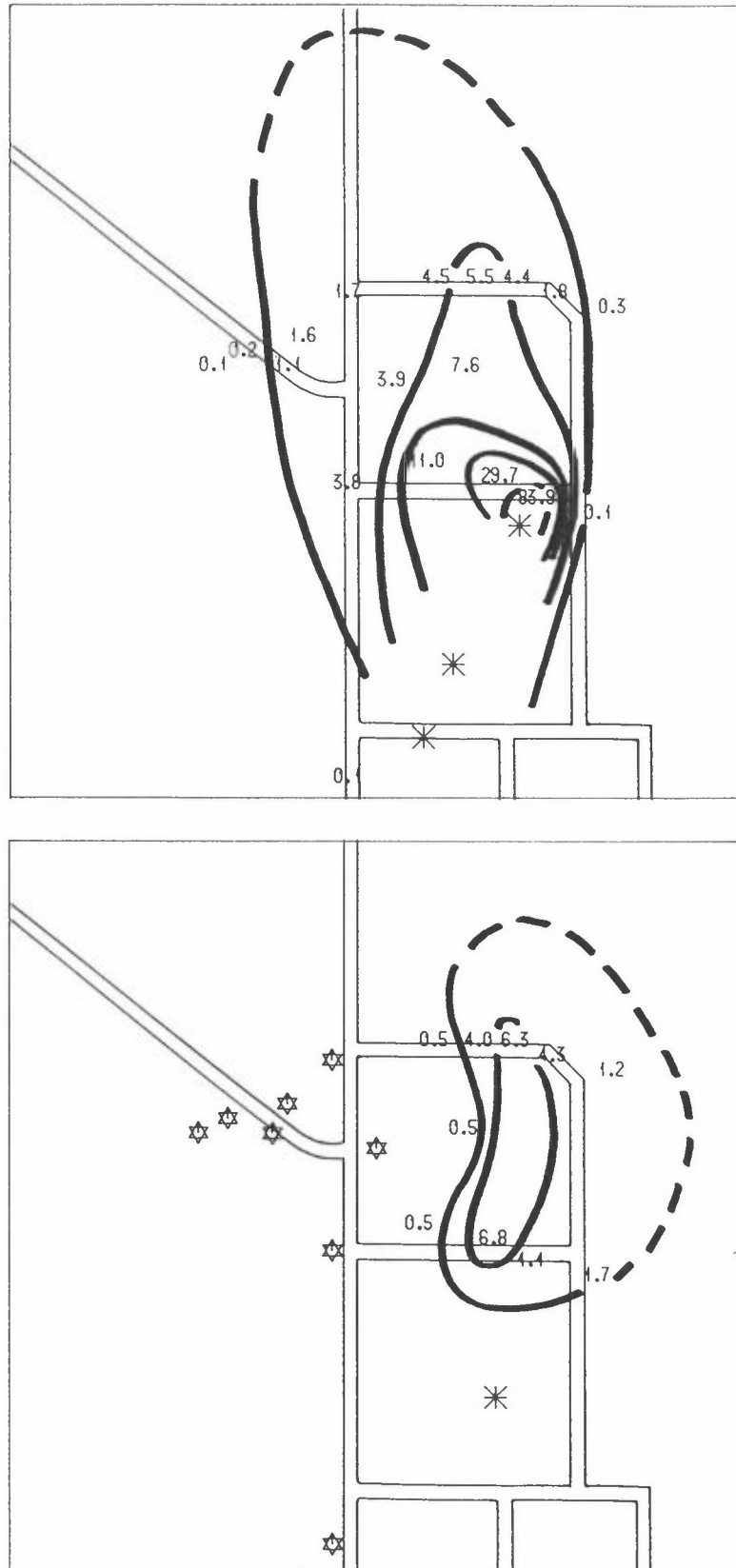
Sporstoffet ble sluppet ut på samme måte som i forsøk 8. Det regnet lett under forsøket, og vindretningen var noe mer sørlig. Konsentrasjonsfordelingen av sporstoff er vist i figur 16 og 17. I dette forsøket var den relative belastningen av CBrF_3 ved måletraversen langs Nordre gate markert større enn i forsøk 8. Dette viser at små endringer i spredningsforholdene kan ha stor betydning for den relative belastningen fra høye og lave kilder i anlegget på den aktuelle måleavstanden.

4.10 FORSØK 10A OG 10B (figur 18-19)

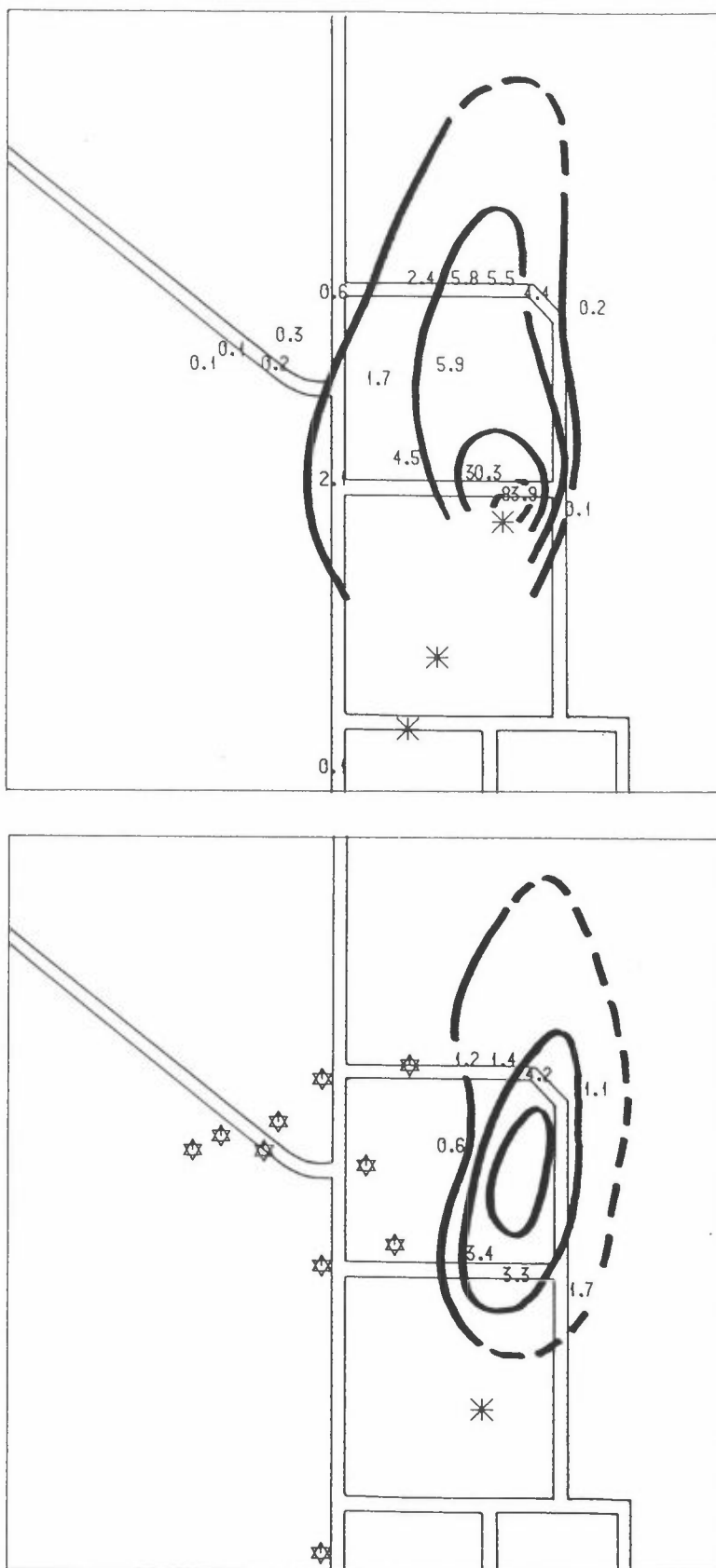
Forsøk 10 ble gjennomført umiddelbart etter forsøk 9. Sporstoffutslippet var det samme, med unntak av SF_6 -utslippet fra toppen av struktur 6. Dette utslippet var ikke med i forsøk 10. Vindretningen var litt mer sørlig enn i forsøk 9. Konsentrasjonsfordelingen av sporstoff er vist i figur 18 og 19. Belastningen av CBrF_3 og SF_6 på målepunktene var lite endret fra test 9. Dette tyder på at det relative bidraget i forhold til utslippsmengden fra utslipp nær toppen av struktur 6 utgjør mindre enn 1/5 av de målte konsentrasjonene på traversen langs Nordre gate-pumpe-stasjonen-rørgata.

4.11 FORSØK 11A OG 11B (figur 20-21)

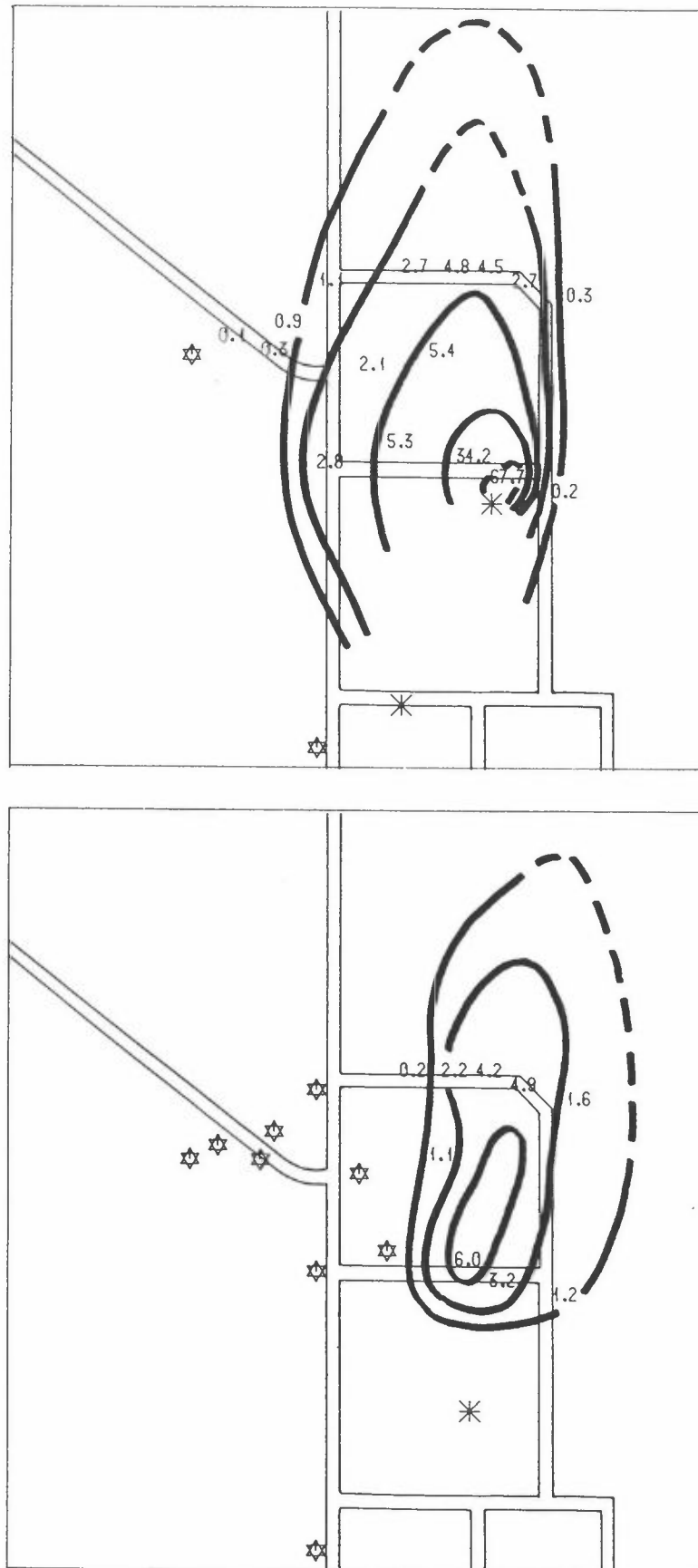
Sporstoffutslippet i forsøk 11 var identisk med utslippet i forsøk 8. Det ble målt konsentrasjoner av hydrokarboner i forsøk 11A. Vindretningen under forsøket ble mer østlig enn forventet under planleggingen, slik at målepunktene bare delvis kunne dekke konsentrasjonsfordelingene av sporstoff (og hydrokarboner). Konsentrasjonsfordelingene av sporstoff er vist i figur 20 og 21. I tabell 6 er observerte konsentrasjoner av VCM og EDC vist sammen med sporstoffkonsentrasjoner i tilsvarende punkter.



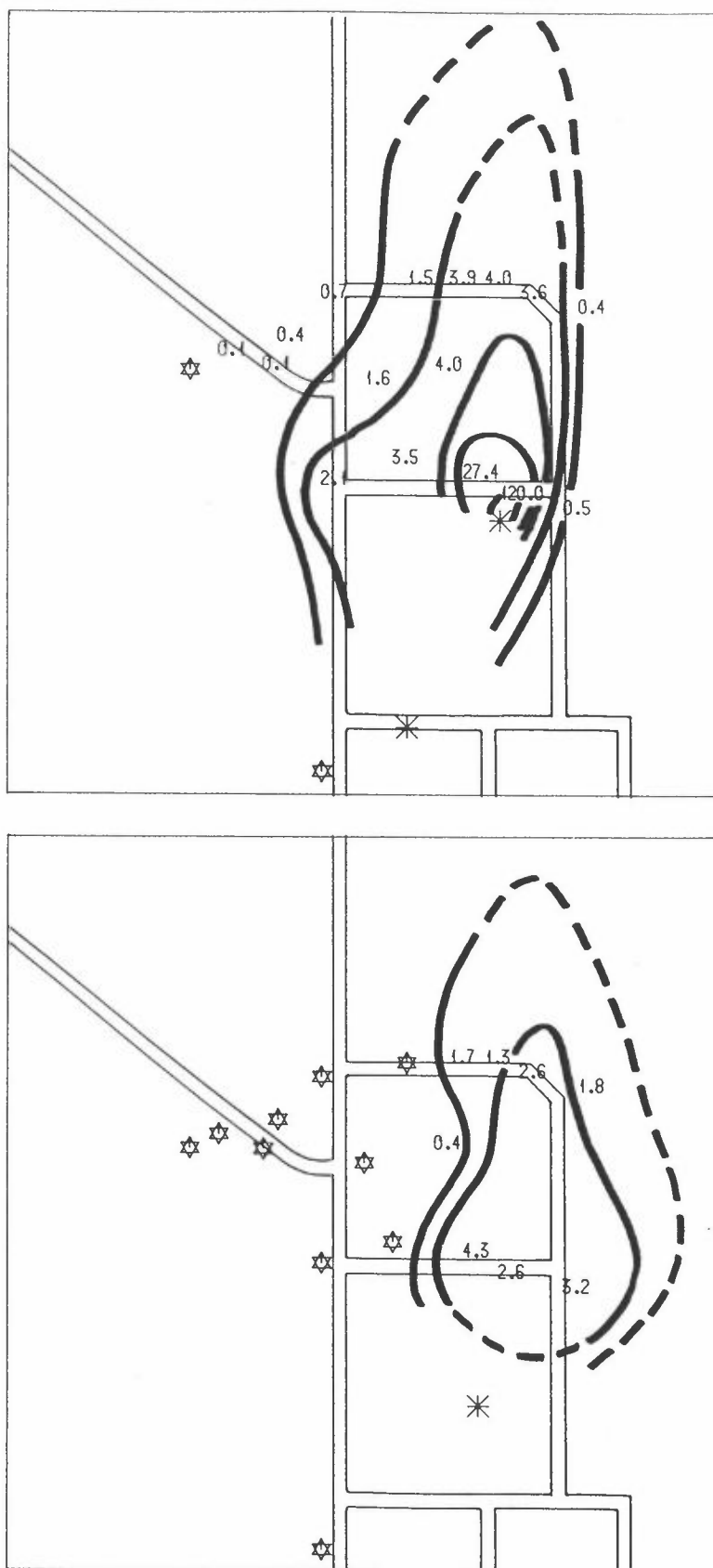
Figur 16: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 9A. Enhet µg/m³. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



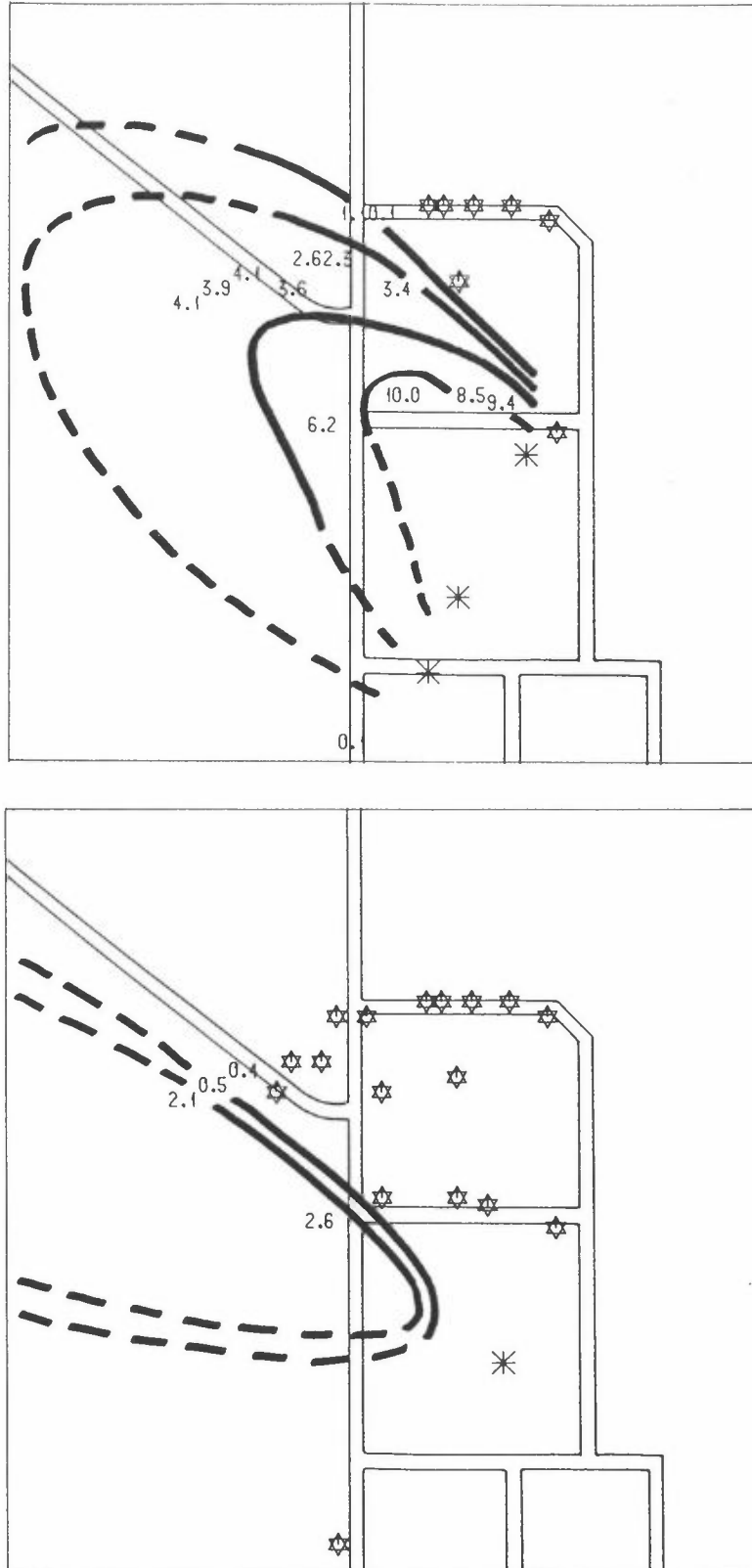
Figur 17: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 9B. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



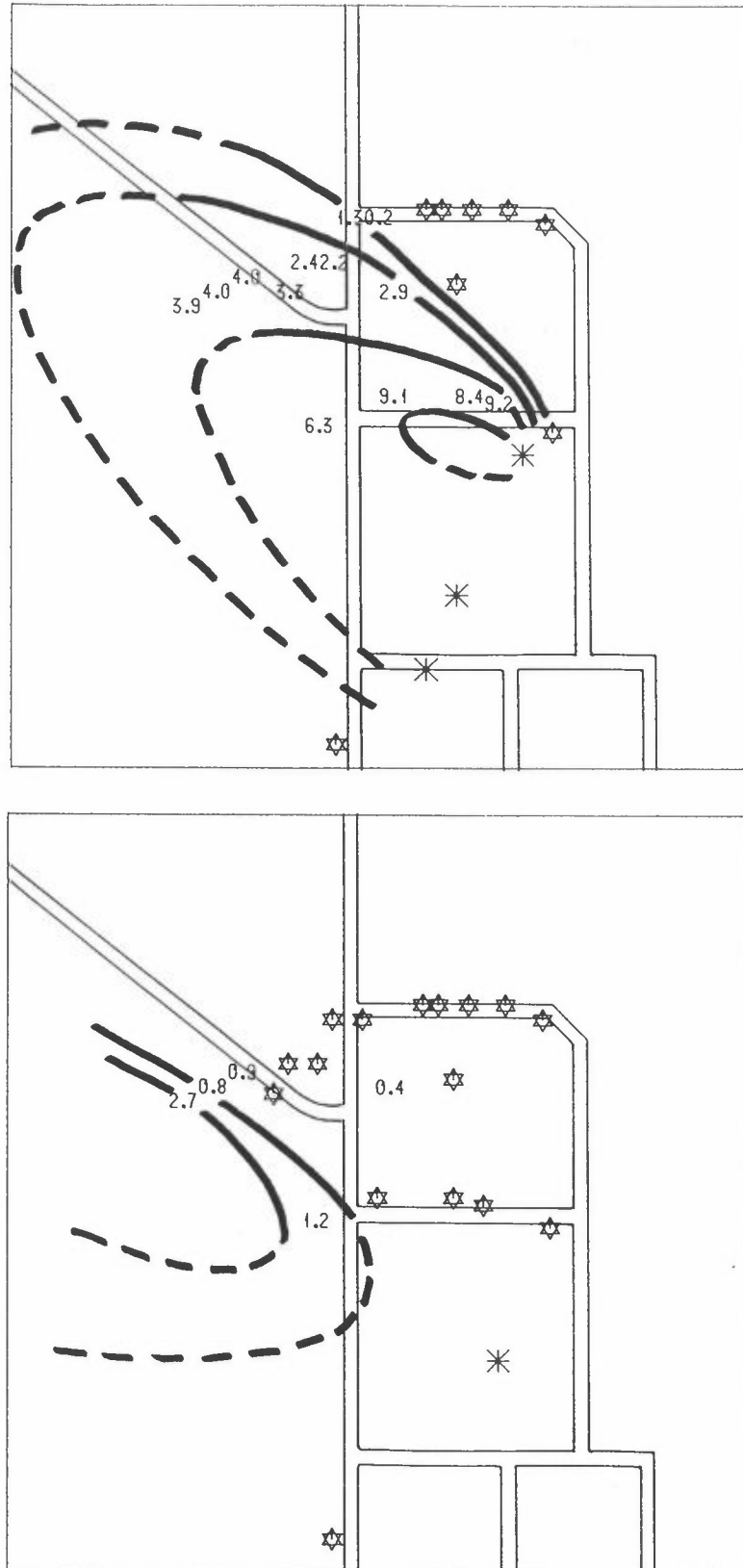
Figur 18: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 10A. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 19: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 10B. Enhet µg/m³. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 20: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 11A. Enhet μg/m³. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 21: Konsentrasjonsfordeling av SF_6 (øverst) og CBrF_3 (nederst) i forsøk 11B. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.

Tabell 6: Observerte konsentrasjoner av hydrokarboner og sporstoff i forsøk 11A. Konsentrasjonene er gruppert på traverser.

Koordinat		Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Travers
X	Y	SF ₆	CBrF ₃	EDC	VCM	
5.050	15.760	0,01	0,00	9,61	3,23	Verksted
4.900	15.760	1,08	0,37	<1 ¹	9,17 ¹	Nordre gate
4.930	15.750	3,61	0,00	<1 ¹	8,92 ¹	
4.960	15.770	2,34	0,00	26,92 ¹	8,90 ¹	
4.970	15.800	1,06	0,00	25,83	3,33	
4.990	15.800	0,06	0,00	<1	44,48	
5.040	15.810	0,01	0,00	<1	5,57	
5.085	15.810	0,05	0,00	17,08	2,41	

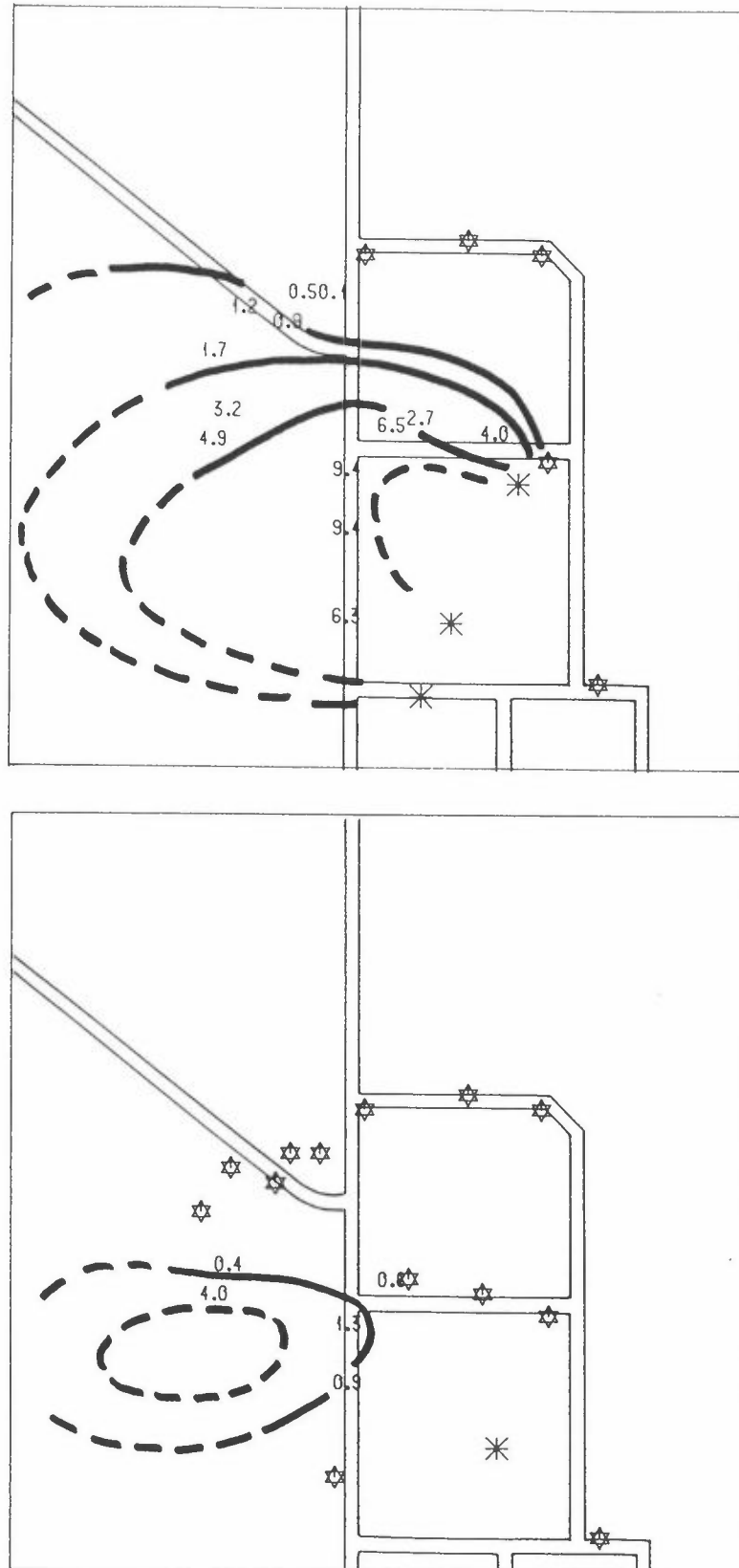
1) Usikker innbyrdes plassering på posisjonene.

For de tre hydrokarbonprøvene lengst vest på nordre travers er den innbyrdes plasseringen usikker på grunn av manglende notering av posisjonen. Konsentrasjonene målt ved verkstedet kan skyldes bidrag fra vannrenseanlegget. Dersom den østligste målingen av EDC ($17,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er signifikant i forhold til nullnivået, skyldes konsentrasjonen antagelig lekkasjer i rørlørdningen til fakkelen nord for Nordre gate, eller i fakkellutskiller V-1841.

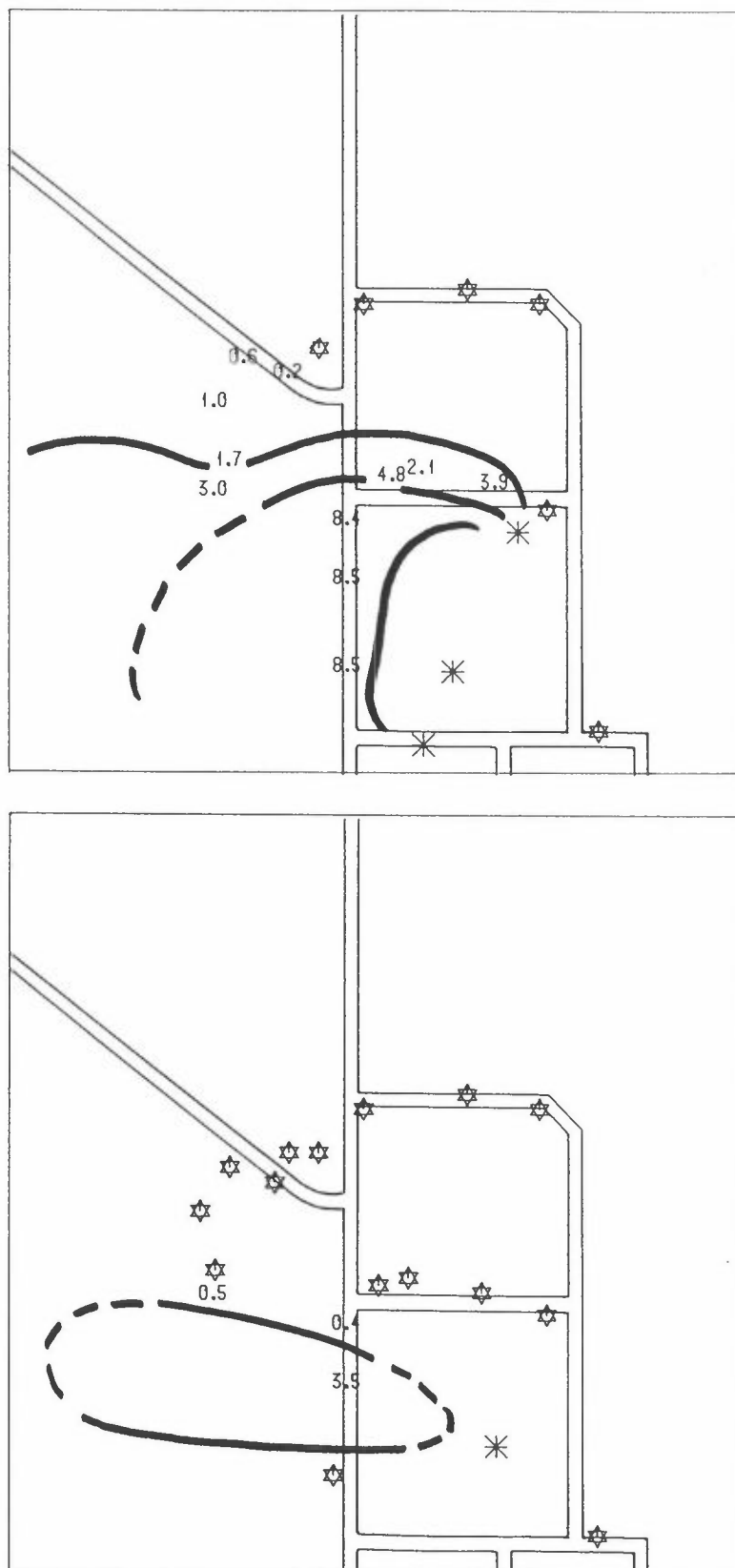
VCM-konsentrasjonen målt i punktet (4.990, 15.800) stemmer dårlig med de øvrige målingene, spesielt med målingen ved verkstedet og på de to nærmeste punktene.

4.12 FORSØK 12A OG 12B (figur 22-23)

Sporstoffutslippet i forsøk 12 var som i forsøkene 11 og 8. I dette forsøket ble den ytre traversen forlenget i sørvestlig retning idet det ble satt ut tre prøvetakere innover i skogen på oversiden av rørgata. Likevel har sporstoffplumens utbredelse sørover ikke blitt fastlagt, fordi vindretningen var østlig. Konsentrasjonsfordelingen av sporstoff er vist i figur 22 og 23. Spredningsprosessen fra utslippet fram til



Figur 22: Konsentrasjonsfordeling av SF_6 (øverst) og CBrF_3 (nederst) i forsøk 12A. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.



Figur 23: Konsentrasjonsfordeling av SF₆ (øverst) og CBrF₃ (nederst) i forsøk 12B. Enhet μg/m³. Utslippspunktene for sporstoff er markert med *.

prøvetakerne er mer komplisert under transportforholdene som rådde i forsøk 12 (og til dels 11) på grunn av topografien på vestsiden av anlegget. En eventuell egenkontroll bør derfor ikke gjennomføres dersom vindretningen blir så østlig som den var under disse forsøkene. Vindregistreringen ved kaia viste en retning på ca. 100 grader under forsøk 12.

4.13 SAMMENLIGNING AV SPREDNINGSFORSØKENE

Dersom konsentrasjonene normaliseres med utslippsmengde og vindstyrke, kan forsøkene sammenlignes med hverandre og gi et mål på den relative betydningen av utslippene for konsentrasjonene målt langs de enkelte traversene. For måletraversene langs Kontrollrumsgata og ved Nordre gate kan forsøk med omtrent samme transportretninger grupperes etter utslippsfordelingen som vist i tabell 7.

Tabell 7: Forsøk med sammenlignbare transportforhold gruppert etter utslippsfordeling.

Forsøk	Sporstoff	Kildebeskrivelse
4, 5, 6	CBrF_3	15 m over bakken sørvest i fabrikken
8, 9, 10	CBrF_3	10 m over bakken i nordre destillasjonskolonne
2, 3, 5	SF_6	Spredte punktkilder i bakkenivå i fabrikken
4	SF_6	Bakkeutslipp i nordøstre del av fabrikken
8, 9	SF_6	To bakkeutslipp og ett utslipp 15 m over bakken i sørvest
10	SF_6	To bakkeutslipp

I tabell 8 er gjennomsnittlig normalisert maksimalkonsentrasjon og gjennomsnittlig normalisert sporstoff integrert langs traversene for hver gruppe vist. Grunnlaget for tabell 8 er vist i vedlegg C.

Tabell 8: Normalisert maksimalkonsentrasjon ($\text{m}^{-2} \cdot 10^{-6}$) og normalisert konsentrasjon integrert langs traversene ($\text{m}^{-1} \cdot 10^{-3}$) for kildetypene i tabell 7.

Kilde- gruppe	Beskrivelse	Maksimalkonsentrasjon		Integrert konsentrasjon	
		Travers 1	Travers 2	Travers 1	Travers 2
A	15 m, sørvest	230	308	13,6	24,7
B	10 m, destillasjonskolonne	149	133	11,9	10,1
C	0 m, spredt	1274	380	94,5	39,2
D	0 m, nordøst	3971	649	234,3	60,9
E	0 m, 2 utslipp og 15 m, 1 utslipp	1248	257	109,8	31,7
F	0 m, 2 utslipp	1610	230	121,1	26,7

Tabell 8 gir en indikasjon på den relative betydningen av kildeplassering i forhold til de mest anvendte måletraversene. Den relative betydningen er en funksjon av avstanden til traversen fra utslippspunkt(ene), utslippenes høyde over bakken og spredningsforholdene.

Tabell 8 viser at utslipp i bakkenivå i den nordøstlige delen av fabrikk (kildegruppe D) hadde den største relative betydningen for konsentrasjonsnivået på begge traversene, og spesielt på travers 1. (Kontrollrumsgata). Ved like store utslipp i kildegruppe D og kildegruppe B vil ca. 95% av belastningen i kontrollrumsgata komme fra utslipp i kildegruppe D. Utslipp i kildegruppe A har relativt større betydning på travers 2 enn på travers 1; det vil si at utslippet bare delvis har nådd ned til bakken ved travers 1.

5 UTSLIPPSBEREGNINGER

Sammenhørende konsentrasjoner av hydrokarboner og sporstoff er brukt til å beregne utslipp av hydrokarboner fra deler av anlegget og fra anlegget totalt. Utslippsberegningene er bare representative for driftsforholdene under testperioden. Dersom det er stor variasjon i driften, kan de reelle utslippene i perioder avvike betydelig fra de beregnede utslippene. Spesielt vil klargjøring av anlegget til større vedlikehold medføre økte utslipp i klargjøringsperioden. Slikt arbeid foregikk ikke under forsøksperioden.

5.1 UTSLIPP AV EDC

De enkelte forsøkene med EDC-målinger er beskrevet nedenfor. En samlet vurdering er gitt til slutt.

5.1.1 Forsøk 3

I forsøk 3 ble det målt EDC-konsentrasjoner i Kaigata, i Kontrollrumsgaten og ved Nordre gate. EDC-konsentrasjonene målt i Kaigata skyldes trolig utslipp fra pumpegrava i vestre tankfarm. Sporstoffutslippet ved sørenden av tankfarmen er ikke egnet til å estimere EDC-utslippene i pumpegrava.

Konsentrasjonsfordelingen målt langs Kontrollrumsgaten gir beregnede utslipp for den sentrale delen av fabrikkens på 2,50 kg/h (SF_6) og 2,86 kg/h (CBrF_3). Konsentrasjonene målt ved traversen langs Nordre gate gir beregnede utslipp for hele fabrikkens på 4,26 kg/h (CBrF_3) og 4,11 kg/h (SF_6). Økningen i konsentrasjonsnivået av EDC fra Kontrollrumsgaten til Nordre gate kan skyldes EDC-utslipp i vannrenseanlegget og/eller EDC-utslipp over bakkenivå i den sørlige delen av fabrikkens.

5.1.2 Forsøk 5

Det ble målt EDC-konsentrasjoner på de samme traversene som i test 5. Konsentrasjonene målt langs Kaigata viste at sporstoffskyen var smal. Maksimal SF_6 -konsentrasjon og den høyeste EDC-konsentrasjonen ble ikke målt i samme punkt. Dersom dette skyldes at SF_6 -utslippet ikke sto nøyaktig på lekkasjepunktet, kan utslippet kvantifiseres ved å sammenligne maksimalkonsentrasjonene av EDC og sporstoff. Dette gir et EDC-utslipp på 0,36 kg/h.

Traversen langs Kontrollrumsgaten gir et beregnet utslipp fra bakkenivå i fabrikkens på 1,86 kg/h. For traversen langs Nordre gate gir sammenligning mellom SF_6 og EDC et utslippstall på

3,12 kg/h, som vil reflektere totalutslippet dersom alle utslippene skjer i bakkenivå. Dersom hovedtyngden av EDC målt på vestlig del av traversen skyldes utslipp over bakken, blir beregnet utslipp 2,36 kg/h fra bakkenivå og 2,44 kg/h fra utslipp over bakkenivå.

5.1.3 Forsøk 7

Vinden var nordøstlig i dette forsøket, og bakgrunnskonsentrasjonen av SF₆ var høy, antagelig ca. 2 µg/m³. Dersom EDC-belastningen lengst sør på traversen vesentlig skyldes utslipp i pumpegrava, gir forsøket et beregnet utslipp på 0,43 kg/h herfra. En sammenligning over alle punktene gir et totalutslipp på 2,63 kg/h.

5.1.4 Forsøk 8

Konsentrasjoner av EDC ble målt hovedsakelig langs Nordregate. En av de høyeste EDC-konsentrasjonene ble målt lengst vest på traversen. Belastningen i dette punktet skyldes trolig nedblanding av EDC fra et utslipp over bakkenivå i anlegget. Målingen nærmest vannrenseanlegget kan brukes til å gi et estimat av utslippet derfra på 2,6 kg/h. Dette vil være et overestimat fordi sporstoffutslippet var lenger fra målepunktet enn vannrenseanlegget. Et (usikkert) estimat for utslipp over bakkenivå, basert på den vestligste EDC-målingen, blir 2,93 kg/h. Resten av målingene gir et beregnet totalutslipp i bakkenivå (inkludert vannrenseanlegg) på 3,57 kg/h.

5.1.5 Forsøk 11

Vindretningen under forsøket ble mer østlig enn forutsatt, slik at målepunktene dekker utbredelsen av konsentrasjonsfordelingene dårlig. I tillegg var det identifikasjonsproblemer med hensyn til plasseringen av de vestligste EDC-målingene.

Vindretningen og transporten av sporstoff tyder på at EDC-konsentrasjonene sentralt på traversen skyldes utslipp i vannrenseanlegget. En utslippsberegning basert på disse to punktene gir 1,71 kg/h fra vannrenseanlegget. Selv om det nærmeste sporstoffutslippet stod i 1600-anlegget, er avstanden til målepunktene omtrent den samme. Dette antagelig en sikrere beregning enn den fra test 8.

5.1.6 Alle forsøk

Tabell 9 viser en oppsummering av alle utslippsberegningene. For forsøk 5 og forsøk 8 er "hele anlegget" regnet ut som summen av "lave" og "høye" kilder. De øvrige tallene i tabellen er beregnet direkte. For kilder med tre eller fler uavhengige utslippsberegninger er standardavviket av disse beregnet. Dette gir et uttrykk for samlet usikkerhet i utslippstallet.

Tabell 9: Utslippsestimater fra forsøkene fordelt på kilder. EDC i kg/h.

Utslipp fra	3(SF ₆)	3(Ch ₂ F ₃)	Forsøk				Snitt	Std. avvik
			5	7	8	11		
Hele anlegget	4,11	4,26	4,80	2,63	6,50		4,46	1,4
"Lave" kilder			2,36		3,57		2,97	
"Høye" kilder			2,44		2,93		2,69	
Lave -vannrenseanlegg	2,50	2,86	2,86				2,74	0,21
Pumpegrav			0,36	0,43			0,40	
Vannrenseanlegg					(2,6)	1,71	(1,71)	

Det "sikreste" utslippstallet er totalutslippet, siden det er bygd på de fleste individuelle forsøkene. Den innbyrdes fordelingen av utslippene som bidrar til totalutslippet er mer usikker, siden summen av "enkeltkilder" blir høyere enn totalutslippet. Antagelig er feilen størst for gruppene "høye kilder i anlegget" og for vannrenseanlegget.

Konklusjon for utslippene av EDC er:

- Totalutslippet fra hele anlegget er $4,5 \pm 1,4$ kg/h.
- Utslippet i vannrenseanlegget er antagelig under 1,7 kg/h.
- Utslippet i pumpegrava ved tankfarmen er ca 0,4 kg/h.
- Sentralt i fabrikken fordeler utslippsmengden seg mellom lave og høye kilder i et forhold om lag lik 3-2.

5.2 UTSLIPP AV VCM

De enkelte forsøkene med VCM-målinger er beskrevet nedenfor. En samlet vurdering er gitt til slutt.

5.2.1 Forsøk 3

Målingen av VCM i Kaigata kan skyldes utslipp i forbindelse med skipsanløp eller lekkasjer i tankfarmen. Utslippet kvantifisert ved CBrF_3 -utslippet gir 1,07 kg/h. Sammenlignes VCM og SF_6 for traversene langs Kontrollrumsgaten og Nordre gate gir dette utslipp på henholdsvis 1,47 kg/h og 1,82 kg/h.

5.2.2 Forsøk 5

Konsentrasjonsfordelingene av SF_6 og VCM langs Kontrollrumsgaten viser en bra samvariasjon. Utslipp beregnet fra disse konsentrasjonene blir 1,43 kg/h. Overenstemmelsen mellom sporstoff og VCM på traversen langs Nordre gate er dårligere. Forutsatt at all VCM skyldes kilder i bakkenivå blir beregnet

utslipp 1,83 kg/h. Dersom den delen av VCM-konsentrasjonsfordelingen som stemmer dårlig med SF₆-fordelingen, skyldes utslipp over bakkenivå i anlegget, blir utslippet 1,86 kg/h fra kilder over bakkenivå, og 1,23 kg/h fra bakkenivå.

5.2.3 Forsøk 7

Kommentarer knyttet til vindretning og sporstoffbakgrunn er gitt i pkt. 5.1.3. VCM-konsentrasjonen målt lengst mot nord på traversen langs rørgata tyder på innslag fra en kilde over bakkenivå i den nordlige delen av fabrikk. En utslippsberregning basert på målepunktene langs veien, gir et VCM-utslipp på 1,75 kg/h. Utslippsberegning basert på målepunktene ved rørgata gir et VCM-utslipp på 3,11 kg/h. Målepunktene ved rørgata (ca. 5 m over veien) er antagelig sterkere belastet fra utslipp over bakkenivå i anlegget. Differansen i de to estimatene er en grov kvantifisering av de høye utslippene (1,4 kg/h).

5.2.4 Forsøk 8

VCM-konsentrasjonene ble målt på traversen langs Nordre gate. Konsentrasjonsfordelingene viser at det slipper ut mer VCM i østlig del av anlegget enn simulert med sporstoffet. Sammenligning mellom SF₆-konsentrasjon og VCM-konsentrasjon gir et VCM-utslipp på 4,53 kg/h. Nedslaget av CBrF₃ på traversen (fra 10m over bakken ved destillasjonskolonnene) var relativt beskjedent. Dersom CBrF₃ simulerer "høye" lekkasjer og SF₆ simulerer "lave" lekkasjer, og bidraget til VCM-konsentrasjonene svarer til sporstoffbidragene, blir utslippsestimatet for lave kilder 4,16 kg/h, og utslippsestimatet for høye kilder 1,5 kg/h.

5.2.5 Forsøk 11

Forsøket er beheftet med stor usikkerhet, både på grunn av manglende identifikasjon av prøvetagere for hydrokarboner, og en transportretning som var mer vestlig enn forventet. En av VCM-prøvene viser spesielt høy konsentrasjon i forhold til de nærliggende, og også i forhold til transportretningen fra anlegget.

Forsøket kan brukes til å beregne VCM-lekkasjer i bakkenivå i den nordøstlige delen av fabrikk. Utslipet blir 2,43 kg/h dersom alle konsentrasjonene anvendes, og 1,13 kg/h dersom VCM-konsentrasjonen fra punkt (4.990, 15.800) utelates.

5.2.6 Alle forsøk

Tabell 10 viser en oppsummering av alle utslippsberegningene. Estimaten for "høye" utslipp i test 7 er differansen mellom "alle kilder" og "lave kilder".

Tabell 10: Utslippsestimat fra forsøkene fordelt på kilder. VCM i kg/h.

Utslipp fra	Forsøk						Snitt	Std. avvik
	3	5	5*	7	8	11		
Alle kilder	1,82	1,83		3,11	4,53		2,82	1,29
Alle lave kilder	1,47	1,43	1,23	1,75	4,86		2,01	1,22
Alle høye kilder			1,86	1,36	1,5		1,57	0,25
Tankfarmen	1,07						(1,07)	
Nordøstlig del av fabrikk						1,13	(1,13)	

* Lave kilder simulert med SF₆, høye med CBrF₃.

Utslippstallet for tankfarmen er for høyt fordi CBrF₃-utslippet sto på sørsiden av tankfarmen. Totalutslippet i test 8 er sannsynligvis et overestimat som skyldes bidrag fra et utslipp, enten i vannrenseanlegget eller i den nordøstligste delen av

1600-anlegget. Resultatene fra det dårligste forsøket (forsøk 11) antyder at størrelsen på dette utslippet kan være ca. 1 kg/h.

Konklusjon for utslippene av VCM er:

- Totalutslippet er ca. 3 kg/h, og mellom 4 kg/h og 2 kg/h.
- Utslipp i tankfarmen er mindre enn 1 kg/h.
- Fordelingen mellom utslippsmengden for lave og høye utslipp er omtrent lik 4-3.

6 ANBEFALT MÅLEOPPLEGG

For egenkontroll bør den nordligste traversen benyttes. Denne går langs Nordre gate, forbi pumpestasjonen og opp til rørgata fra klorfabrikken. Det bør være minst ett målepunkt på sørvestsiden av rørgata.

De fleste målepunktene kan legges fra pumpestasjonen til det høyeste punktet på Nordre gate. Forsøkene bør ikke gjennomføres dersom vindretningen avviker mer enn 30 grader fra anleggsaksen (vindretning > 120 grader). Dersom vindretningen dreier fra nord til sørøst før forsøkene, bør det tas en forhåndsanalyse av SF₆-konsentrasjonen, fordi SF₆-utslipp fra Herøya kan føre til høye bakgrunnskonsentrasjoner av sporstoff. Det anbefales derfor at forsøkene gjennomføres under sør-sørøstlig vindretning (150⁰-180⁰) med vinstyrke minst 3 m/s. Slike vindforhold bør ha vart i minst en time før forsøkene starter.

Pumpevolum gjennom adsorbsjonsrør for prøvetaking av EDC og VCM bør bære minst dobbelt så stort som under feltforsøkene.

Utslippsmengde for sporstoff må avpasses i forhold til analyseutstyret som er tilgjengelig. Under feltperioden ble alle SF₆-utslipp gitt en flow på 0,3 liter pr. minutt. Antall utslippspunkter varierte fra to til fem. Dette ga konsentrasjoner fra 0 til 2000 ppt på den aktuelle traversen.

EDC-utslippene kan simuleres ved hjelp av to utslipp, ett i krysset mellom Kaigata og Midtveien VCM, og ett ved bassenget i vannrenseanlegget. Det sørligste utslippet bør være ca. 3 ganger større enn det nordligste.

VCM-utslippene bør simuleres ved minst tre utslipp, ett på toppen av struktur 6 og i den sørlige delen av denne, ett sørøst for destillasjonsanlegget, og ett på østsiden av 1600-anlegget. Innbyrdes størrelsesforhold på disse utslippene bør være 2:3:1.

7 REFERANSER

Heggen, R. og Sivertsen, B. (1983) Tracer Gas Techniques at NILU. Lillestrøm (NILU TR 8/83).

Petersen, H. (1990) An investigation of concentration fluctuations during a tracer study at Rafnes. Lillestrøm (NILU OR under utarbeidelse).

VEDLEGG A

Sporstoffutslipp under forsøkene

Tabell A1: Plassering og type for sporstoffutslippene under forsøkene. CBrF_3 -utslippene var på 0,104 g/s. SF_6 -utslippene var 0,03 g/s pr. punkt.

Forsøk	Antall sporstoff	Antall utslippspunkt	Koordinat		Høyde	Sporgass
			x	y		
1	1	1	5,040	15,630	15	CBrF_3
2	2	6	5,070	15,380	0	CBrF_3
			5,050	15,500	15	
			5,075	15,540	0] SF_6
			5,055	15,565	0	
			5,100	15,645	0	
			5,075	15,645	0	
3	Som forsøk 2					
4	2	3	5,050	15,500	15	CBrF_3
			5,100	15,645	0	SF_6
			5,075	15,645	0	SF_6
5	2	5	5,050	15,500	15	CBrF_3
			5,095	15,645	0	
			5,030	15,500	0] SF_6
			5,075	15,540	0	
			5,055	15,656	0	
6	2	3	5,050	15,500	15	CBrF_3
			5,075	15,540	0	SF_6
			5,055	15,565	0	SF_6
7	1	4	5,070	15,490	0	SF_6
			5,075	15,550	0	
			5,055	15,565	0	
			5,095	15,645	0	
8	2	4	5,080	15,570	10	
			5,050	15,550	15	
			5,030	15,500	0	
			5,045	15,645	0	
9	Som forsøk 8					
10	2	3	5,080	15,570	10	CBrF_3
			5,030	15,500	0	SF_6
			5,095	15,645	0	SF_6
11 og 12	Som forsøk 8					

VEDLEGG B

Sporstoffkonsentrasjoner under forsøkene

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 1A
 DATO : 89-06-19
 TIDSPKT. : 1630-1645
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 1B
 DATO : 89-06-19
 TIDSPKT. : 1645-1700
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
5.100	15.370	.00
5.000	15.680	.41
5.040	15.680	.28
5.070	15.675	.00
5.115	15.660	.00
4.900	15.760	.05
4.930	15.750	.10
4.960	15.770	.30
4.970	15.800	.33
4.990	15.800	.21
5.030	15.810	.10
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00
4.970	15.870	.16
5.000	15.870	.03
5.000	15.740	.17

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
5.100	15.370	.00
5.000	15.680	.09
5.040	15.680	.05
5.070	15.675	.00
5.115	15.660	.00
4.900	15.760	.06
4.930	15.750	.05
4.960	15.770	.03
4.970	15.800	.02
4.990	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00
4.970	15.870	.02
5.000	15.870	.00
5.000	15.740	.00

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 2A
 DATO : 89-06-19
 TIDSPKT. : 1745-1800
 ANT. OBS. : 17
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 2B
 DATO : 89-06-19
 TIDSPKT. : 1800-1815
 ANT. OBS. : 17
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
5.100	15.370	.00
5.000	15.680	6.52
5.040	15.680	44.52
5.070	15.675	45.16
5.115	15.660	193.55
4.900	15.760	.03
4.930	15.750	.71
4.960	15.770	2.10
4.990	15.800	9.15
5.030	15.810	13.10
5.040	15.810	10.32
5.060	15.810	2.57
5.110	15.800	.92
5.150	15.790	.00
5.000	15.870	7.16
5.100	15.870	.86
5.000	15.740	14.19

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
5.100	15.370	.00
5.000	15.680	5.16
5.040	15.680	38.71
5.070	15.675	41.94
5.115	15.660	322.58
4.900	15.760	.12
4.930	15.750	.92
4.960	15.770	2.32
4.990	15.800	9.68
5.030	15.810	10.39
5.040	15.810	10.32
5.060	15.810	4.81
5.110	15.800	.94
5.150	15.790	.00
5.000	15.870	5.68
5.100	15.870	.97
5.000	15.740	12.90

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 3A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1105-1120
 ANT.OBS. : 30
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 3B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1120-1135
 ANT.OBS. : 30
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.880	15.750	.86
4.900	15.760	3.17
4.930	15.750	6.19
4.940	15.770	10.00
4.960	15.770	9.55
4.970	15.800	6.77
4.990	15.800	3.74
5.030	15.810	1.10
5.040	15.810	.52
5.060	15.810	.12
5.110	15.800	.03
5.150	15.790	.01
5.000	15.740	7.16
4.940	15.660	.70
5.140	15.650	.00
5.095	15.660	322.58
5.070	15.675	6.13
5.060	15.680	11.94
5.050	15.680	12.90
5.040	15.680	26.45
5.020	15.685	23.23
5.000	15.680	4.29
4.970	15.670	2.72
4.980	15.510	.01
5.020	15.510	.00
5.050	15.510	.00
5.070	15.510	.00
5.090	15.510	.01
5.150	15.510	.00
5.100	15.380	.01

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.880	15.750	.74
4.900	15.760	3.30
4.930	15.750	5.90
4.940	15.770	9.35
4.960	15.770	8.39
4.970	15.800	6.39
4.990	15.800	4.71
5.030	15.810	1.21
5.040	15.810	.47
5.060	15.810	.19
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.01
5.000	15.740	6.71
4.940	15.660	.94
5.140	15.650	.00
5.095	15.660	31.61
5.070	15.675	6.58
5.060	15.680	11.15
5.050	15.680	12.90
5.040	15.680	22.58
5.020	15.685	21.94
5.000	15.680	3.89
4.970	15.670	3.39
4.980	15.510	.00
5.020	15.510	.02
5.050	15.510	.00
5.070	15.510	.00
5.090	15.510	.00
5.150	15.510	.00
5.100	15.380	.01

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 4A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1310-1325
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 4B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1325-1340
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.880	15.750	.12
4.900	15.760	.60
4.930	15.750	2.70
4.940	15.770	4.17
4.960	15.770	4.77
4.970	15.800	5.42
4.990	15.800	4.39
5.030	15.810	1.45
5.040	15.810	.63
5.060	15.810	.20
5.085	15.810	.11
5.110	15.800	.01
5.000	15.740	9.68
4.950	15.660	.10
4.970	15.670	.09
5.000	15.680	1.88
5.040	15.680	32.58
5.070	15.675	11.61
5.095	15.660	322.58
5.115	15.660	4.61
5.140	15.650	.02
5.050	15.510	.15

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.880	15.750	.07
4.900	15.760	.55
4.930	15.750	2.83
4.940	15.770	4.71
4.960	15.770	5.48
4.970	15.800	5.87
4.990	15.800	4.32
5.030	15.810	1.30
5.040	15.810	.68
5.060	15.810	.15
5.085	15.810	.12
5.110	15.800	.01
5.000	15.740	10.65
4.950	15.660	.03
4.970	15.670	.05
5.000	15.680	1.95
5.040	15.680	36.45
5.070	15.675	11.23
5.095	15.660	322.58
5.115	15.660	5.32
5.140	15.650	.01
5.050	15.510	.13

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 5A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1615-1630
 ANT. OBS. : 30
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 5B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1630-1645
 ANT. OBS. : 30
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.950	15.660	3.59
4.970	15.670	4.75
5.000	15.680	6.77
5.020	15.685	12.65
5.040	15.685	13.55
5.050	15.680	18.71
5.070	15.675	12.58
5.095	15.660	22.58
5.115	15.660	.05
5.140	15.650	.00
4.980	15.510	21.61
5.020	15.525	58.06
5.035	15.525	12.58
5.040	15.525	.63
5.050	15.525	.19
5.065	15.525	.00
5.090	15.525	.00
4.880	15.750	1.52
4.900	15.760	2.56
4.930	15.750	3.77
4.940	15.770	4.19
4.960	15.770	4.77
4.970	15.800	5.03
4.990	15.800	5.23
5.030	15.810	3.94
5.060	15.810	.85
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00
5.050	15.760	3.90
5.000	15.750	6.32

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.950	15.660	2.25
4.970	15.670	3.57
5.000	15.680	5.10
5.020	15.685	5.87
5.040	15.685	13.87
5.050	15.680	19.35
5.070	15.675	16.13
5.095	15.660	90.32
5.115	15.660	1.63
5.140	15.650	.00
4.980	15.510	22.58
5.020	15.525	43.23
5.035	15.525	6.52
5.040	15.525	.66
5.050	15.525	.05
5.065	15.525	.00
5.090	15.525	.00
4.880	15.750	.25
4.900	15.760	1.17
4.930	15.750	2.85
4.940	15.770	3.34
4.960	15.770	3.57
4.970	15.800	3.56
4.990	15.800	4.70
5.030	15.810	4.92
5.060	15.810	2.12
5.110	15.800	.10
5.150	15.790	.00
5.050	15.760	5.17
5.000	15.750	5.32

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 6A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1720-1735
 ANT.OBS. : 12
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 6B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1735-1750
 ANT.OBS. : 12
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6 UG/M3
X	Y	
4.950	15.660	.00
5.000	15.680	.98
5.040	15.680	3.79
5.070	15.675	3.36
4.880	15.750	.04
4.930	15.750	.21
4.960	15.770	.67
4.990	15.800	1.83
5.040	15.810	1.99
5.085	15.810	1.74
5.000	15.750	1.74
5.050	15.760	2.52

KOORDINATER		SF6 UG/M3
X	Y	
4.950	15.660	.02
5.000	15.680	1.12
5.040	15.680	2.86
5.070	15.675	.52
4.880	15.750	.03
4.930	15.750	.54
4.960	15.770	1.01
4.990	15.800	2.10
5.040	15.810	1.55
5.085	15.810	.43
5.000	15.750	3.25
5.050	15.760	2.19

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 7A
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1015-1030
 ANT. OBS. : 21
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 7B
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1030-1045
 ANT. OBS. : 21
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
5.140	15.650	2.21
4.970	15.450	9.03
4.970	15.470	9.74
4.970	15.510	12.65
4.985	15.530	13.55
4.970	15.550	6.77
4.970	15.570	3.37
4.970	15.610	2.29
4.970	15.650	2.26
4.970	15.670	2.08
4.970	15.710	1.85
4.950	15.410	5.29
4.950	15.440	6.26
4.950	15.465	6.19
4.950	15.490	6.65
4.950	15.510	7.03
4.950	15.550	6.58
4.950	15.575	4.07
4.950	15.610	2.84
4.950	15.650	2.30
4.950	15.680	2.01

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
5.140	15.650	2.65
4.970	15.450	4.14
4.970	15.470	6.00
4.970	15.510	12.90
4.985	15.530	26.13
4.970	15.550	18.06
4.970	15.570	4.63
4.970	15.610	2.75
4.970	15.650	2.47
4.970	15.670	2.08
4.970	15.710	1.94
4.950	15.410	3.24
4.950	15.440	3.85
4.950	15.465	4.85
4.950	15.490	6.00
4.950	15.510	7.61
4.950	15.550	12.58
4.950	15.575	5.71
4.950	15.610	3.34
4.950	15.650	2.43
4.950	15.680	2.06

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 8A
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1550-1605
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 8B
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1605-1620
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.140	15.650	.03
5.115	15.660	2.27
5.095	15.660	29.03
5.070	15.760	30.97
5.020	15.685	17.42
4.970	15.670	7.48
5.000	15.740	10.97
5.050	15.760	7.42
4.970	15.450	.00
4.880	15.750	.75
4.900	15.760	3.21
4.930	15.750	4.45
4.940	15.770	4.87
4.960	15.770	5.23
4.970	15.800	5.58
4.990	15.800	7.16
5.030	15.810	5.16
5.040	15.810	3.48
5.060	15.810	1.83
5.085	15.810	.83
5.110	15.800	.03
5.150	15.790	.00

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.140	15.650	.02
5.115	15.660	.33
5.095	15.660	21.29
5.070	15.760	29.03
5.020	15.685	19.35
4.970	15.670	6.65
5.000	15.740	10.84
5.050	15.760	7.42
4.970	15.450	.00
4.880	15.750	.34
4.900	15.760	2.55
4.930	15.750	4.14
4.940	15.770	4.32
4.960	15.770	4.54
4.970	15.800	5.13
4.990	15.800	6.19
5.030	15.810	4.92
5.040	15.810	3.06
5.060	15.810	1.68
5.085	15.810	.81
5.110	15.800	.05
5.150	15.790	.00

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 9A
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1745-1800
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 9B
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1800-1815
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.970	15.470	.08
4.970	15.670	3.82
5.020	15.685	10.97
5.070	15.675	29.68
5.095	15.660	83.87
5.140	15.650	.09
5.000	15.740	3.94
5.050	15.750	7.61
4.880	15.750	.06
4.900	15.760	.17
4.930	15.750	1.11
4.940	15.770	1.65
4.970	15.800	1.68
5.030	15.810	4.50
5.060	15.810	5.55
5.085	15.810	4.43
5.110	15.800	1.78
5.150	15.790	.32

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.970	15.470	.07
4.970	15.670	2.13
5.020	15.685	4.50
5.070	15.675	30.32
5.095	15.660	83.87
5.140	15.650	.10
5.000	15.740	1.70
5.050	15.750	5.87
4.880	15.750	.08
4.900	15.760	.06
4.930	15.750	.19
4.940	15.770	.29
4.970	15.800	.65
5.030	15.810	2.42
5.060	15.810	5.84
5.085	15.810	5.52
5.110	15.800	4.43
5.150	15.790	.17

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 10A
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1820-1835
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 10B
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1835-1850
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.970	15.470	.04
4.970	15.670	2.84
5.020	15.685	5.26
5.070	15.675	34.19
5.095	15.660	67.74
5.140	15.650	.18
5.000	15.740	2.14
5.050	15.750	5.35
4.880	15.750	.05
4.900	15.760	.07
4.930	15.750	.29
4.940	15.770	.88
4.970	15.800	1.15
5.030	15.810	2.72
5.060	15.810	4.78
5.085	15.810	4.52
5.110	15.800	2.66
5.150	15.790	.31

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.970	15.470	.03
4.970	15.670	2.12
5.020	15.685	3.52
5.070	15.675	27.42
5.095	15.660	120.00
5.140	15.650	.51
5.000	15.740	1.63
5.050	15.750	4.04
4.880	15.750	.04
4.900	15.760	.05
4.930	15.750	.14
4.940	15.770	.35
4.970	15.800	.71
5.030	15.810	1.53
5.060	15.810	3.94
5.085	15.810	3.97
5.110	15.800	3.64
5.150	15.790	.37

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 11A
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1045-1100
 ANT.OBS. : 21
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 11B
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1100-1115
 ANT.OBS. : 21
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.970	15.450	.09
4.950	15.660	6.19
5.000	15.680	10.00
5.050	15.680	8.52
5.070	15.675	9.35
5.115	15.660	.01
5.000	15.750	3.37
5.050	15.760	.01
4.860	15.740	4.12
4.880	15.750	3.91
4.900	15.760	4.08
4.930	15.750	3.61
4.940	15.770	2.65
4.960	15.770	2.34
4.970	15.800	1.06
4.990	15.800	.06
5.030	15.810	.01
5.040	15.810	.01
5.060	15.810	.02
5.085	15.810	.05
5.110	15.800	.02

KOORDINATER		SF6
X	Y	UG/M3
4.970	15.450	.02
4.950	15.660	6.26
5.000	15.680	9.10
5.050	15.680	8.39
5.070	15.675	9.16
5.115	15.660	.02
5.000	15.750	2.95
5.050	15.760	.03
4.860	15.740	3.87
4.880	15.750	4.00
4.900	15.760	4.01
4.930	15.750	3.27
4.940	15.770	2.36
4.960	15.770	2.18
4.970	15.800	1.32
4.990	15.800	.15
5.030	15.810	.02
5.040	15.810	.03
5.060	15.810	.03
5.085	15.810	.02
5.110	15.800	.01

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 12A
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1235-1250
 ANT. OBS. : 18
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

STED : SF6 RAFNES VCM
 TEST NR. : 12B
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1250-1305
 ANT. OBS. : 18
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		SF6 UG/M3
X	Y	
5.150	15.510	.01
4.880	15.670	4.92
4.890	15.690	3.19
4.880	15.730	1.69
4.900	15.760	1.23
4.930	15.750	.94
4.940	15.770	.47
4.960	15.770	.05
4.990	15.800	.01
5.060	15.810	.03
5.110	15.800	.01
4.970	15.550	6.26
4.970	15.610	9.35
4.970	15.650	9.35
5.000	15.680	6.52
5.020	15.685	2.70
5.070	15.675	3.97
5.115	15.660	.02

KOORDINATER		SF6 UG/M3
X	Y	
5.150	15.510	.02
4.880	15.670	3.04
4.890	15.690	1.71
4.880	15.730	1.04
4.900	15.760	.65
4.930	15.750	.23
4.940	15.770	1.79
4.960	15.770	.03
4.990	15.800	.04
5.060	15.810	.03
5.110	15.800	.03
4.970	15.550	8.45
4.970	15.610	8.52
4.970	15.650	8.39
5.000	15.680	4.80
5.020	15.685	2.15
5.070	15.675	3.88
5.115	15.660	.02

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 2A
 DATO : 89-06-19
 TIDSPKT. : 1745-1800
 ANT. OBS. : 17
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 2B
 DATO : 89-06-19
 TIDSPKT. : 1800-1815
 ANT. OBS. : 17
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
5.100	15.370	.00
5.000	15.680	4.37
5.040	15.680	1.27
5.070	15.675	.63
5.115	15.660	.00
4.900	15.760	.32
4.930	15.750	3.10
4.960	15.770	1.96
4.990	15.800	3.39
5.030	15.810	1.39
5.040	15.810	1.27
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.65
5.150	15.790	.00
5.000	15.870	.00
5.100	15.870	.95
5.000	15.740	3.99

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
5.100	15.370	.00
5.000	15.680	4.30
5.040	15.680	1.90
5.070	15.675	2.53
5.115	15.660	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	2.13
4.960	15.770	3.14
4.990	15.800	4.05
5.030	15.810	1.92
5.040	15.810	.70
5.060	15.810	.95
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00
5.000	15.870	.00
5.100	15.870	1.96
5.000	15.740	3.10

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 3A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1105-1120
 ANT.OBS. : 30
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 3B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1120-1135
 ANT.OBS. : 30
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.880	15.750	4.66
4.900	15.760	1.82
4.930	15.750	.54
4.940	15.770	.85
4.960	15.770	1.20
4.970	15.800	.00
4.990	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00
5.000	15.740	.00
4.940	15.660	6.58
5.140	15.650	.00
5.095	15.660	.00
5.070	15.675	.00
5.060	15.680	.00
5.050	15.680	.00
5.040	15.680	.00
5.020	15.685	.00
5.000	15.680	7.28
4.970	15.670	7.57
4.980	15.510	16.25
5.020	15.510	1.33
5.050	15.510	.89
5.070	15.510	1.20
5.090	15.510	.00
5.150	15.510	.00
5.100	15.380	.00

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.880	15.750	6.82
4.900	15.760	3.27
4.930	15.750	.54
4.940	15.770	.95
4.960	15.770	.63
4.970	15.800	.00
4.990	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.47
5.150	15.790	.00
5.000	15.740	.00
4.940	15.660	6.14
5.140	15.650	.00
5.095	15.660	.00
5.070	15.675	.00
5.060	15.680	.00
5.050	15.680	.00
5.040	15.680	.00
5.020	15.685	.00
5.000	15.680	7.85
4.970	15.670	5.92
4.980	15.510	14.96
5.020	15.510	1.20
5.050	15.510	.38
5.070	15.510	.00
5.090	15.510	.00
5.150	15.510	.00
5.100	15.380	.00

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 4A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1310-1325
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 4B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1325-1340
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.880	15.750	1.38
4.900	15.760	5.06
4.930	15.750	7.13
4.940	15.770	7.45
4.960	15.770	5.48
4.970	15.800	1.52
4.990	15.800	.70
5.030	15.810	.00
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.46
5.085	15.810	.00
5.110	15.800	.60
5.000	15.740	.41
4.950	15.660	1.18
4.970	15.670	2.74
5.000	15.680	3.13
5.040	15.680	.00
5.070	15.675	.00
5.095	15.660	.00
5.115	15.660	.00
5.140	15.650	.00
5.050	15.510	.00

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	1.90
4.930	15.750	6.26
4.940	15.770	7.11
4.960	15.770	3.90
4.970	15.800	.79
4.990	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.085	15.810	.00
5.110	15.800	.00
5.000	15.740	.48
4.950	15.660	1.11
4.970	15.670	2.65
5.000	15.680	1.98
5.040	15.680	.00
5.070	15.675	.00
5.095	15.660	.00
5.115	15.660	.34
5.140	15.650	.00
5.050	15.510	.00

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 5A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1615-1630
 ANT.OBS. : 30
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 5B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1630-1645
 ANT.OBS. : 30
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.950	15.660	.00
4.970	15.670	.00
5.000	15.680	3.36
5.020	15.685	1.91
5.040	15.685	.57
5.050	15.680	.00
5.070	15.675	.00
5.095	15.660	.00
5.115	15.660	.00
5.140	15.650	.00
4.980	15.510	.00
5.020	15.525	.00
5.035	15.525	.00
5.040	15.525	.00
5.050	15.525	.00
5.065	15.525	.00
5.090	15.525	.00
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.74
4.930	15.750	3.23
4.940	15.770	3.27
4.960	15.770	3.38
4.970	15.800	2.82
4.990	15.800	1.00
5.030	15.810	.53
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00
5.050	15.760	.00
5.000	15.750	3.13

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.950	15.660	.00
4.970	15.670	.36
5.000	15.680	1.65
5.020	15.685	3.80
5.040	15.685	2.78
5.050	15.680	.00
5.070	15.675	.00
5.095	15.660	.00
5.115	15.660	.00
5.140	15.650	.00
4.980	15.510	.00
5.020	15.525	.00
5.035	15.525	.00
5.040	15.525	.00
5.050	15.525	.00
5.065	15.525	.00
5.090	15.525	.00
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	1.87
4.960	15.770	2.39
4.970	15.800	1.35
4.990	15.800	2.58
5.030	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00
5.050	15.760	.00
5.000	15.750	1.61

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 6A
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1720-1735
 ANT. OBS. : 12
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 6B
 DATO : 89-06-20
 TIDSPKT. : 1735-1750
 ANT. OBS. : 12
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.950	15.660	.00
5.000	15.680	3.54
5.040	15.680	5.16
5.070	15.675	1.91
4.880	15.750	.38
4.930	15.750	1.37
4.960	15.770	3.40
4.990	15.800	4.28
5.040	15.810	1.77
5.085	15.810	.00
5.000	15.750	5.96
5.050	15.760	3.54

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.950	15.660	.00
5.000	15.680	3.38
5.040	15.680	2.65
5.070	15.675	.00
4.880	15.750	.00
4.930	15.750	1.32
4.960	15.770	2.46
4.990	15.800	3.56
5.040	15.810	2.22
5.085	15.810	.00
5.000	15.750	6.13
5.050	15.760	.00

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 8A
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1550-1605
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 8B
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1605-1620
 ANT.OBS. : 22
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.140	15.650	.00
5.115	15.660	.00
5.095	15.660	.00
5.070	15.760	.00
5.020	15.685	4.14
4.970	15.670	.00
5.000	15.740	2.13
5.050	15.760	2.30
4.970	15.450	.00
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.960	15.770	.00
4.970	15.800	.00
4.990	15.800	1.92
5.030	15.810	2.49
5.040	15.810	.43
5.060	15.810	.00
5.085	15.810	.00
5.110	15.800	.00
5.150	15.790	.00

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.140	15.650	.00
5.115	15.660	.00
5.095	15.660	.00
5.070	15.760	.00
5.020	15.685	1.58
4.970	15.670	.00
5.000	15.740	2.52
5.050	15.760	1.70
4.970	15.450	.00
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.960	15.770	.00
4.970	15.800	1.53
4.990	15.800	3.01
5.030	15.810	2.85
5.040	15.810	3.14
5.060	15.810	2.66
5.085	15.810	1.27
5.110	15.800	.57
5.150	15.790	.00

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 9A
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1745-1800
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 9B
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1800-1815
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.970	15.470	.00
4.970	15.670	.00
5.020	15.685	.54
5.070	15.675	6.81
5.095	15.660	4.38
5.140	15.650	1.68
5.000	15.740	.00
5.050	15.750	.47
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.970	15.800	.00
5.030	15.810	.51
5.060	15.810	4.02
5.085	15.810	6.27
5.110	15.800	4.29
5.150	15.790	1.23

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.970	15.470	.00
4.970	15.670	.00
5.020	15.685	.00
5.070	15.675	3.44
5.095	15.660	3.26
5.140	15.650	1.74
5.000	15.740	.00
5.050	15.750	.61
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.970	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.060	15.810	1.24
5.085	15.810	1.37
5.110	15.800	4.23
5.150	15.790	1.10

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 10A
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1820-1835
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 10B
 DATO : 89-06-21
 TIDSPKT. : 1835-1850
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.970	15.470	.00
4.970	15.670	.00
5.020	15.685	.00
5.070	15.675	5.97
5.095	15.660	3.18
5.140	15.650	1.24
5.000	15.740	.00
5.050	15.750	1.10
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.970	15.800	.00
5.030	15.810	.24
5.060	15.810	2.16
5.085	15.810	4.22
5.110	15.800	4.92
5.150	15.790	1.58

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.970	15.470	.00
4.970	15.670	.00
5.020	15.685	.00
5.070	15.675	4.25
5.095	15.660	2.65
5.140	15.650	3.18
5.000	15.740	.00
5.050	15.750	.42
4.880	15.750	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.970	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.060	15.810	1.75
5.085	15.810	1.35
5.110	15.800	2.59
5.150	15.790	1.82

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 11A
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1045-1100
 ANT. OBS. : 21
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 11B
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1100-1115
 ANT. OBS. : 21
 MIN. MAKS X : 4.750 5.250
 MIN. MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.970	15.450	.00
4.950	15.660	2.56
5.000	15.680	.00
5.050	15.680	.00
5.070	15.675	.00
5.115	15.660	.00
5.000	15.750	.00
5.050	15.760	.00
4.860	15.740	2.13
4.880	15.750	.53
4.900	15.760	.37
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.960	15.770	.00
4.970	15.800	.00
4.990	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.085	15.810	.00
5.110	15.800	.00

KOORDINATER		CBRF3 UG/M3
X	Y	
4.970	15.450	.00
4.950	15.660	1.17
5.000	15.680	.00
5.050	15.680	.00
5.070	15.675	.00
5.115	15.660	.00
5.000	15.750	.38
5.050	15.760	.00
4.860	15.740	2.65
4.880	15.750	.77
4.900	15.760	.95
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.960	15.770	.00
4.970	15.800	.00
4.990	15.800	.00
5.030	15.810	.00
5.040	15.810	.00
5.060	15.810	.00
5.085	15.810	.00
5.110	15.800	.00

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 12A
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1235-1250
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

STED : CBRF3 RAFNES VCM
 TEST NR. : 12B
 DATO : 89-06-22
 TIDSPKT. : 1250-1305
 ANT.OBS. : 18
 MIN.MAKS X : 4.750 5.250
 MIN.MAKS Y : 15.250 16.000

KOORDINATER		CBRF3
X	Y	UG/M3
5.150	15.510	.00
4.880	15.670	4.02
4.890	15.690	.35
4.880	15.730	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.960	15.770	.00
4.990	15.800	.00
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.00
4.970	15.550	.00
4.970	15.610	.92
4.970	15.650	1.33
5.000	15.680	.57
5.020	15.685	.00
5.070	15.675	.00
5.115	15.660	.00

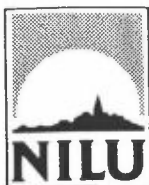
KOORDINATER		CBRF3
X	Y	UG/M3
5.150	15.510	.00
4.880	15.670	.47
4.890	15.690	.00
4.880	15.730	.00
4.900	15.760	.00
4.930	15.750	.00
4.940	15.770	.00
4.960	15.770	.00
4.990	15.800	.00
5.060	15.810	.00
5.110	15.800	.00
4.970	15.550	.00
4.970	15.610	3.54
4.970	15.650	.38
5.000	15.680	.00
5.020	15.685	.00
5.070	15.675	.00
5.115	15.660	.00

VEDLEGG C

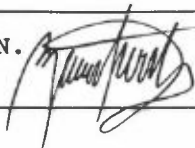
Normaliserte maksimale konsentrasjoner og
integrerte konsentrasjoner for utvalgte forsøk

Tabell C1: Normaliserte maksimalkonsentrasjoner, og integrerte normaliserte konsentrasjoner for to traverser.
 Travers 1: Kontrollrumsgaten, Travers 2: Nordre gate
 Maksimalkonsentrasjon (C_N) er gitt i $m^{-2} \times 10^{-6}$
 Integrert normalisert konsentrasjon (INT) er gitt i:
 $m^{-1} \times 10^{-3}$.

Forsøk	Utslipp (g/s)		Vind- hastighet m/s	Travers 1				Travers 2			
	CBrF ₃	SF ₆		SF ₆		CBrF ₃		SF ₆		CBrF ₃	
				C _N	INT	C _N	INT	C _N	INT	C _N	INT
2A	0,104	0,153	5,6	1654	130,3	237	8,1	479	38,8	183	20,6
2B	0,104	0,153	7,4	2027	154,1	306	17,4	503	53,7	291	30,2
3A	0,104	0,153	5,6	970	57,8	409	28,8	366	31,4	253	7,7
3B	0,104	0,153	6,3	931	62,6	472	29,6	387	34,7	412	11,6
4A	0,104	0,061	6,8	3634	220,7	203	12,9	602	57,5	489	36,9
4B	0,104	0,061	7,2	4308	247,9	180	10,7	696	64,3	491	27,1
5A	0,104	0,123	6,3	958	77,3	206	8,1	266	37,9	206	18,7
5B	0,104	0,123	7,0	1104	84,8	256	11,5	279	38,8	175	12,2
6A	0,104	0,061	6,3	392	23,7	315	22,6	207	25,6	260	27,7
6B	0,104	0,061	6,7	319	17,4	219	16,0	231	26,0	231	26,0
8A	0,104	0,092	3,9	1314	125,5	154	15,5	305	38,9	75	4,7
8B	0,104	0,092	3,7	1166	110,3	57	5,6	249	32,9	110	12,3
9A	0,104	0,092	3,5	1129	98,5	229	17,0	209	26,6	212	15,7
9B	0,104	0,092	4,2	1383	105,0	137	12,6	265	28,3	170	9,6
10A	0,104	0,061	3,5	1962	148,0	202	12,1	275	32,1	165	12,8
10B	0,104	0,061	2,8	1258	94,1	116	8,8	184	21,2	70	5,7



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 64/90	ISBN-82-425-0193-9	
DATO SEPTEMBER 1990	ANSV. SIGN. 	ANT. SIDER 79	PRIS NOK 120,-
TITTEL Sporstoffundersøkelse på Norsk Hydros VCM-fabrikk, Rafnes		PROSJEKTLEDER Dag Tønnesen	
		NILU PROSJEKT NR. O-90057	
FORFATTER(E) D.A. Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Norsk Hydro Rafnes 3965 HERRE			
3 STIKKORD (a maks. 20 anslag) Sporstofforsøk Utslippsestimat Hydrokarboner			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Sporstofforsøk for å kvantifisere lekkasjer av vinylkloridmonomer og etylendiklorid er gjennomført ved Norsk Hydro's VCM-fabrikk på Rafnes. VCM-utslippet var ca. 3 kg/h. EDC-utslippet var ca. 4,5 kg/h. Målinger for egenkontroll av utslipp bør eventuelt gjennomføres under sørøstlige vindforhold med målinger langs og i forlengelse av Nordregate, VCM.			

TITLE A tracer gas investigation at Norsk Hydro's Vinyl Chloride factory at Rafnes
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C