

NILU  
TEKNISK NOTAT NR 10/78  
REFERANSE: 22477  
DATO: MARS 1979

UNDERSØKELSER AV SPREDNINGSFORHOLDENE I  
HØYANGER VED HJELP AV SPORSTOFF

AV

B. SIVERTSEN OG B.K. LAMB

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 INNLEDNING .....	5
2 FORSØKSOPPLEGGET, INSTRUMENTERING .....	7
2.1 SF <sub>6</sub> -utslipp .....	7
2.2 Prøvetaking .....	10
2.3 Analysering .....	10
2.4 Meteorologiske målinger .....	11
3 METEOROLOGISKE FORHOLD UNDER FORSØKENE .....	11
4 BESKRIVELSE AV SPREDNINGSFORSØKENE .....	16
4.1 Forsøk 1, 23.5.78, kl 1251-1351 .....	16
4.2 Forsøk 2, 23.5.78, kl 1630-1710 .....	19
4.3 Forsøk 3, 24.5.78, kl 1250-1330 .....	19
4.4 Forsøk 4, 24.5.78, kl 1600-1645 .....	22
4.5 Forsøk 5, 25.5.78, kl 0915-1003 .....	22
4.6 Forsøk 6, 25.5.78, kl 1330-1418 .....	27
4.7 Forsøk 7, 25.5.78, kl 1815-1901 .....	31
4.8 Forsøk 8, 26.5.78, kl 1000-1047 .....	31
4.9 Forsøk 9, 14.6.78, kl 0915-0953 .....	37
4.10 Forsøk 10, 14.6.78, kl 1300-1345 .....	37
4.11 Forsøk 11, 15.6.78, kl 0527-0630 .....	41
4.12 Forsøk 12, 15.6.78, kl 1115-1200 .....	43
5 BEREGNING AV FLUOR OG SO <sub>2</sub> -KONSENTRASJONER FRA OBSERVERTE KONSENTRASJONER AV SF <sub>6</sub> .....	45
6 REFERANSER .....	53
VEDLEGG A .....	55
VEDLEGG B .....	61

UNDERSØKELSER AV SPREDNINGSFORHOLDENE  
VED HJELP AV SPORSTOFF

1 INNLEDNING

Modernisering og økning i produksjonen ved Årdal og Sunndal Verk's (ÅSV) aluminiumsverk i Høyanger, vil føre til endringer i utslippene av luftforurensninger. For å vurdere virkningene på luftkvaliteten av disse endringene, har det vært behov for en relativt grundig kartlegging av spredningsforholdene i området.

Som vist på kartene i figur 1, ligger aluminiumsverket ved bunnen av Høyangerfjorden, en sidearm til Sognefjorden. Dalsdalen fortsetter i forlengelsen av Høyangerfjorden nord-østover fra verket. De meteorologiske forholdene i området er dominert av sterk kanalisering av vinden langs dalen/fjorden. Vindforholdene er også pålagret en karakteristisk døgnlig variasjon av vindretningen, forårsaket av fjell/dal-vind og land/sjøbris. Dette er særlig utpreget i sommerhalvåret. Det kompliserte terrenget og de spesielle meteorologiske forholdene fører ofte til svært kompliserte transport- og spredningsforhold. Anvendelse av sporstoffteknikk, ved bruk av svovelheksafluorid ( $\text{SF}_6$ ) og gasskromatografi, representerer en direkte metode til kartlegging av konsentrasjonsfordelingene i området i gitte situasjoner. Disse kan i sin tur anvendes til å forenkle og verifisere luftkvalitetsberegningene.

Hensikten med denne undersøkelsen har derfor vært å gjennomføre sporstoff-forsøk for å beskrive transporten og spredningen av luftforurensninger fra aluminiumverket både under typiske værforhold og i særlig ugunstige situasjoner. Noen eksperimenter har i tillegg hatt til hensikt å studere virkningen av endringer i utslippsforholdene (skorsteinsutslipp).



Denne rapporten presenterer resultatene fra 12 forsøk gjennomført i mai og juni 1978. De meteorologiske forholdene og konsentrasjonsfordelinger av SF<sub>6</sub> er presentert for hvert forsøk. Dessuten er konsentrasjonen av fluor og svoveldioksyd estimert under noen av forsøkene ved hjelp av en "utslipps-proporsjonalitets-modell".

Resultat fra sporstoff-forsøk for å undersøke tilbakestrømning av forurensninger i turbulenssonen bak bygningene er tidligere presentert av Lamb og Skogvold (1). En oppsummering av spredningsforsøk og spredningsberegninger i Høyanger er presentert av Grønskei et al. (2), basert på meteorologiske målinger over ett år, sporstoff-forsøkene presentert i denne rapporten og i ref.1, samt teoretiske modellberegninger.

## 2 FORSØKSOPPLEGGET, INSTRUMENTERING

Åtte forsøk med målinger av SF<sub>6</sub> og meteorologiske variable ble gjennomført i Høyanger i perioden 23-26 mai 1978, og fire forsøk ble gjennomført i tiden 14-15 juni 1978. Utslipp av luftforurensninger fra den eksisterende hall C ble simulert ved å slippe SF<sub>6</sub> fra 3 punkter langs taket på hallen. Utslipp av forurensninger fra skorsteiner ble simulert ved å slippe SF<sub>6</sub> fra et punkt 10 m eller 40 m over en 30 m høy aluminiumoksyd silo. To forsøk ble gjennomført i mai for å undersøke utbredelsen av luktende stoffer fra slug-fabrikken. SF<sub>6</sub> ble i disse forsøkene sluppet ved pipa på taket av denne fabrikken.

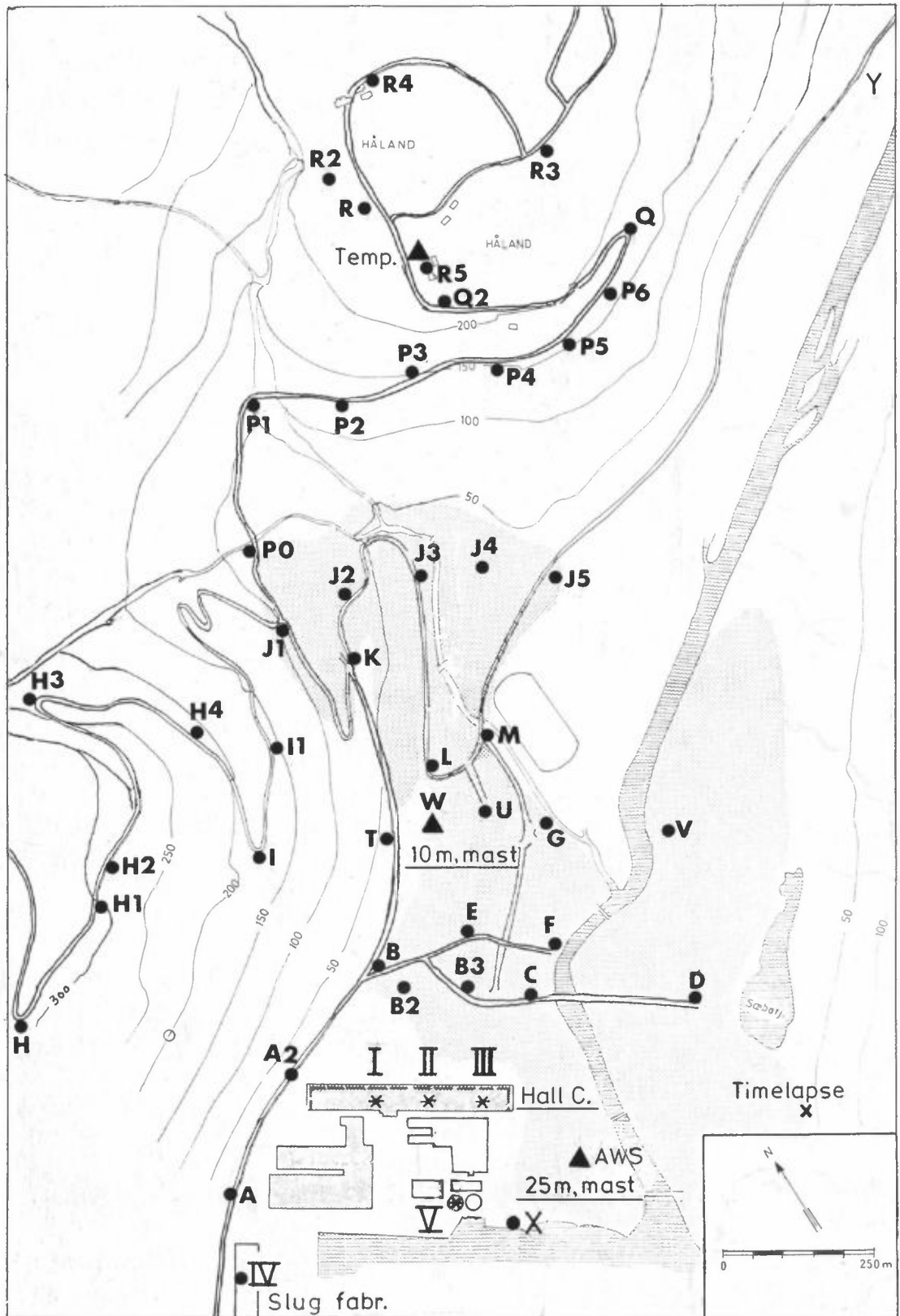
### 2.1 SF<sub>6</sub>-utslipp

I alle forsøkene ble SF<sub>6</sub> sluppet ut kontinuerlig fra hvert utslippspunkt. Utslippsmengden pr. tidsenhet ble holdt konstant ved hjelp av et kalibrert gass-flowmeter. Fra hall C ble SF<sub>6</sub> sluppet ut midt oppe på lanternineveggen. Utslippstider, lokalisering, høyde og utslippsmengde for hvert forsøk er oppsummert i tabell 1. Utslippsmengdene antas å være gitt med en nøyaktighet på ± 5%.

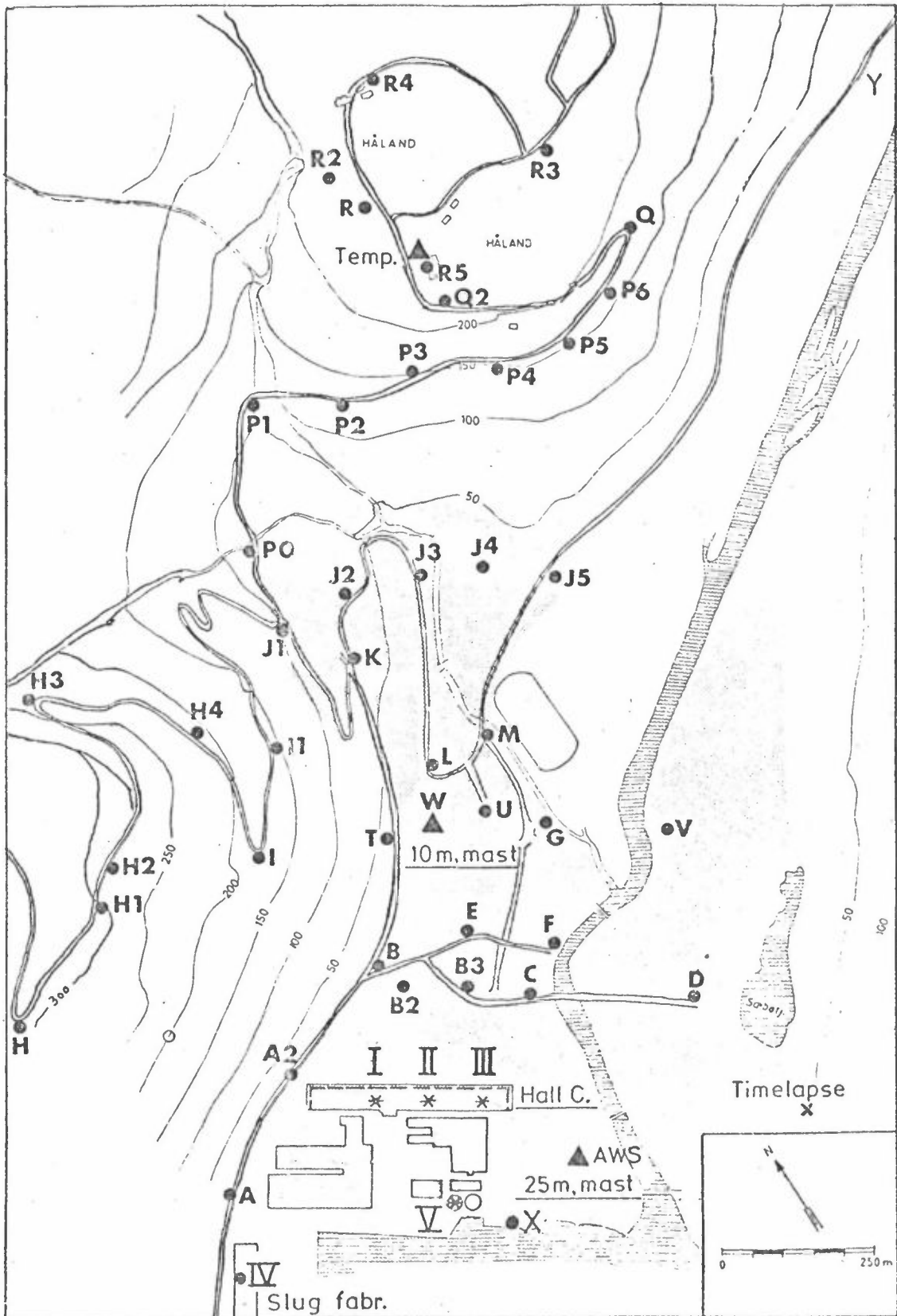
Tabell 1: Utslippsdata, SF<sub>6</sub>.

Forsøk nr.	DATO	TIDSPKT.	LOKALISERING	HØYDE (m)	UTSLIPPSMENGDE	
					(kgSF <sub>6</sub> /h)	(g SF <sub>6</sub> /s)
1	23.5.78	1251-1331	Hall C tak, lanternine punkt I-III *)	25	1.824	.507
2	23.5.78	1630-1710	Slug fabrikk tak, punkt IV		0.232	.0645
3	24.5.78	1250-1330	Slug fabrikk tak, punkt IV		0.214	.0543
4	24.5.78	1600-1645	Hall C taklanternine punkt I-III	19	2.376	0.660
5	25.5.78	0915-1003	Hall C, tak, lanternine punkt I-III	19	2.364	0.657
6	25.5.78	1330-1418	Hall C, tak, lanternine punkt I-III	19	3.430	0.967
7	25.5.78	1850-1901	Hall C, tak, lanternine punkt I-III	19	2.421	0.673
8	26.5.78	1000-1047	Hall C, tak, lanternine punkt I-III	19	2.376	0.660
9	14.6.78	0915-0953	Hall C, tak, lanternine punkt I-III	19	3.681	1.023
10	14.6.78	1300-1345	Tak al. oksyd- silo, punkt V	40	1.694	0.471
11	15.6.78	0527-0630	Hall C, tak lanternine punkt I-III	25	2.420	0.672
12	15.6.78	1115-1200	Tak al. oksyd- silo, punkt V	70	1.687	0.469

\*) utslippspunktene er vist i figur 2.



Slug fabr.



Figur 2: Forsøksområdet rundt aluminiumverket i Høyanger.  
- Faste prøvetakingspunkter: A-R5 (se også fig. 1)  
- Utslippspunkter: I - V.  
- Meteorologiske stasjoner :



Fra hall C ble SF<sub>6</sub> sluppet samtidig over en periode på ca 45 min i figur 2. Under forsøkene 2 og 3 ble SF<sub>6</sub> sluppet fra taket på slug-fabrikken angitt ved punkt IV i figur 2. I forsøk 10 og 12 ble SF<sub>6</sub> sluppet fra et punkt over en av aluminiumsoksydsiloene, punkt V i figur 2. En ballong ble anvendt til å løfte en plastslange til ca 40 m over siloen. Den totale mengde SF<sub>6</sub> sluppet under alle disse forsøkene var 18.3 kg.

## 2.2 Prøvetaking

Plastsprøyter (20 cm<sup>3</sup>) ble anvendt for å samle øyeblikksprøver og 15-min-midlete prøver i luften på forskjellige punkter i Høyanger. Faste prøvetakingspunkter for 15-min-prøvene er vist i figur 2. Dessuten ble det tatt øyeblikksprøver fra biler som kjørte langs de oppmerkete veiene i figur 2, fra punkter rett nord for hall C og ved punkt W hvert 5. min gjennom et forsøk. Det ble totalt samlet 1391 prøver i løpet av de 12 forsøkene som ble gjennomført.

## 2.3 Analysering

Alle prøvene ble analysert for SF<sub>6</sub> i løpet av noen få timer etter hvert forsøk, ved hjelp av to portable "electron capture" gass kromatografer. Disse instrumentene er sammen med det øvrige sporstoff-utstyret beskrevet av Lamb og Sivertsen (3). Gasskromatografene ble kalibrert umiddelbart foran de første 8 forsøkene, og igjen før de 4 siste forsøkene. Nøyaktigheten i bestemmelsen av SF<sub>6</sub>-konsentrasjonen er estimert fra forskjellen i resultatene av de to kalibreringene og fra resultater av prøver analysert på begge gasskromatografene i løpet av forsøkene. Disse data indikerer at usikkerheten i bestemmelsen av SF<sub>6</sub>-konsentrasjonene er mindre enn 16%.

#### 2.4 Meteorologiske målinger

Tre meteorologiske stasjoner har vært i kontinuerlig drift i Høyanger gjennom et helt år (4). Data fra en automatisk vær-stasjon med vind- og temperaturfølere langs en 25 m mast i parken, fra en vindregistrerende stasjon ved barnehagen og fra en temperaturskriver ved Håland har vært anvendt til å evaluere de meteorologiske forholdene under spredningsforsøkene. Timevise data fra disse stasjonene er gjengitt i vedlegg A. Plasseringen av disse stasjonene er gitt i figur 2.

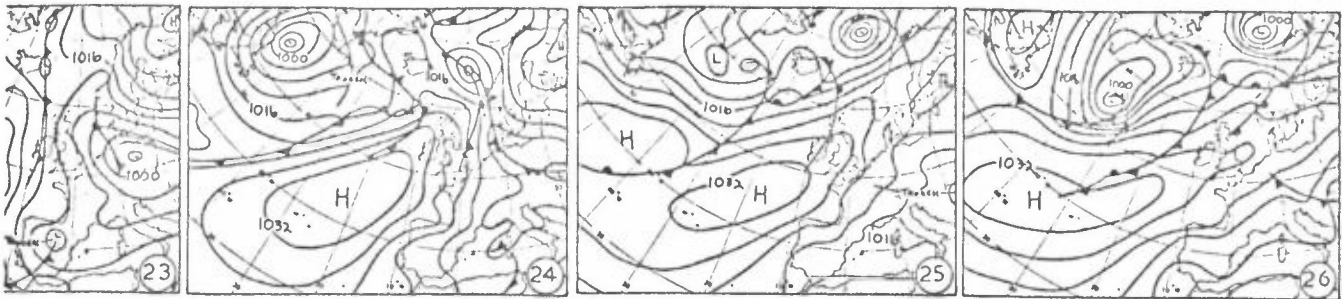
Under forsøkene ble det dessuten anvendt pilotballonger og radiosonder på forskjellige punkter i Høyanger for å måle vind- og temperaturvariasjonen med høyden over bakken. De fleste av disse vertikalprofilene ble observert fra vindstasjonen ved barnehagen (stasjon W, figur 2).

For å overvåke røyktransport, røykspredning og skydrift kontinuerlig, ble det anvendt timelapse filming. Et filmkamera tok 4 still-bilder pr. min gjennom hele døgnet mot fabrikkområdet. Hele døgnets variasjon i vind- og spredningsforhold kan vises ved hjelp av en vanlig filmprosjektor på 5.5 min. Dette gir en god kvalitativ tilleggsinformasjon om forholdene under forsøkene.

### 3 METEOROLOGISKE FORHOLD UNDER FORSØKENE

Forsøkene ble gjennomført over to forsøksperioder: 23.-26.5.78 og 13.-15.6.78.

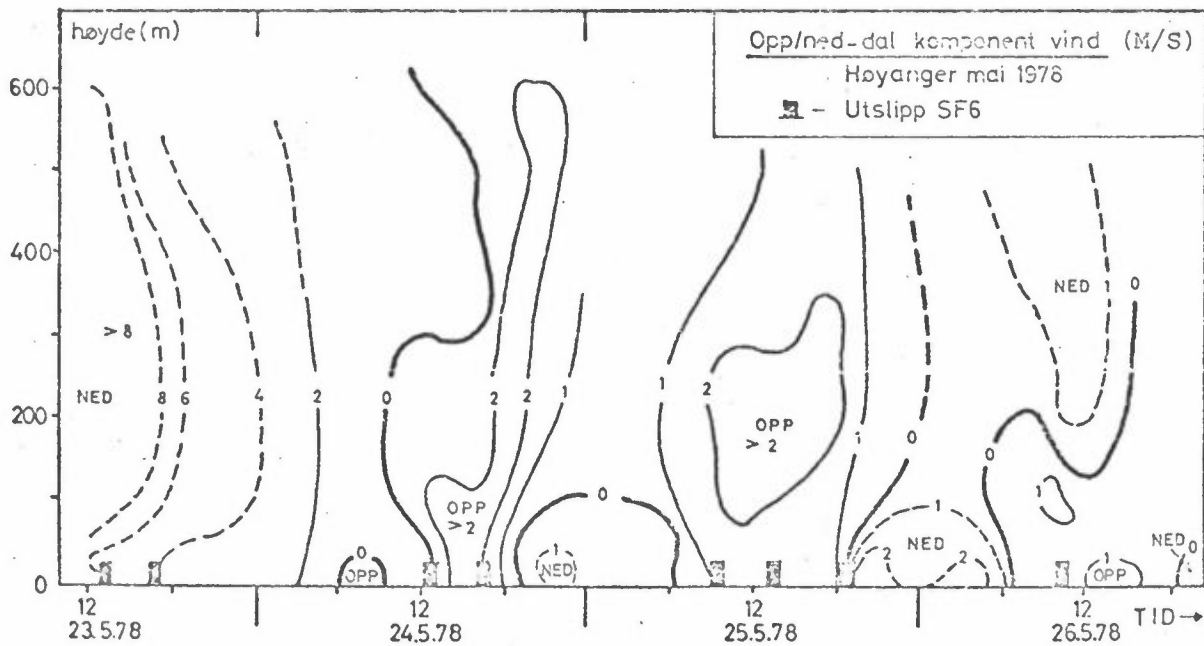
De to første dagene av den første perioden var dominert av et lavtrykk med sentrum sør for Norge som resulterte i øst- og sørøstlig vind over hele Sør-Norge (se figur 3).



Figur 3: Værkart for perioden 23.-26.5.78.

Den 25.5 spaknet vinden fra øst, og utpå dagen blåste det innover dalen i Høyanger.

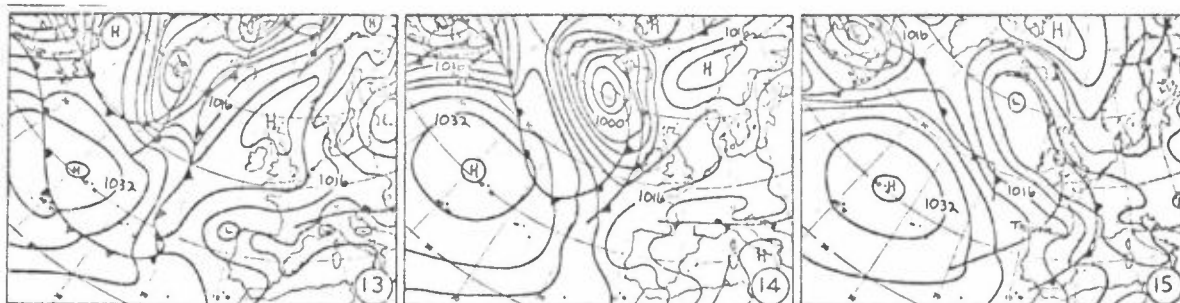
Komponenten av vind opp og ned dalen i Høyanger er vist i figur 4.



Figur 4: Komponenten av vind opp og ned dalen i Høyanger gitt som funksjon av høyden over bakken for perioden 23.5.-26.5.78.

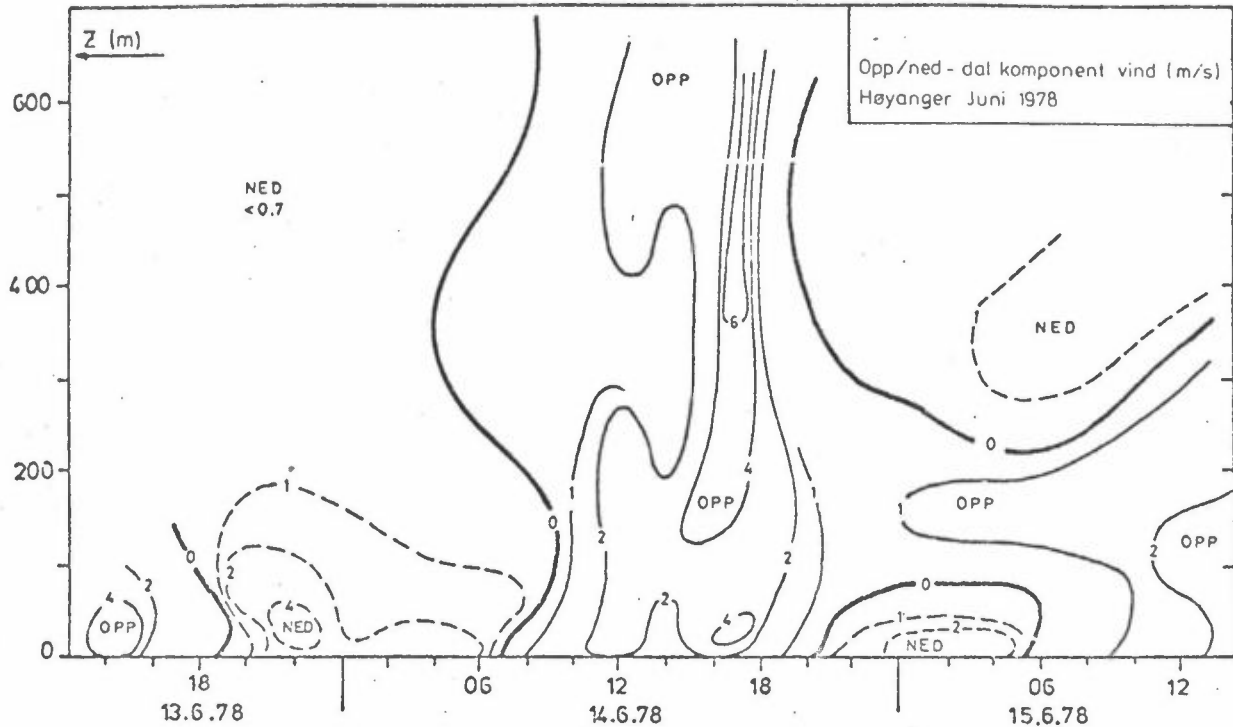
Figur 4 viser tydelig den sterke komponenten av vind ned dalen i første del av måleperioden. Den siste dagen i denne perioden spakner vinden. Vi befinner oss i varmsektoren mellom en varmfront og en kaldfront, og får fra morgenen av fuktig, stille vær med tåkeskyer over Høyanger. Situasjonen ble av lokalbefolkningen betegnet som en typisk "dødvær-situasjon".

I den andre måleperioden er værsituasjonen dominert av et høytrykk i Norskehavet som vist i figur 5.



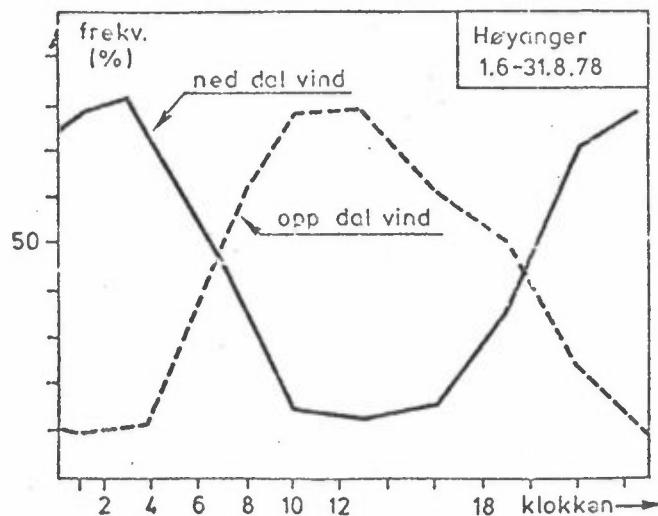
Figur 5: Værkart for perioden 13.-15.6.78.

Det trykkdrevne vindfeltet, og vindretningen over fjellene rundt Høyanger var hovedsakelig fra nord og nordøst i perioden. Det var skyfritt og pent sommervær i mesteparten av perioden. Langs kysten ble det derfor observert døgnvariasjoner i vindforholdene typiske for land/sjøbris-situasjoner, der vindretningene ble observert å ha en pålandskomponent om dagen og komponent fra land om natten. Også i Høyanger var vinden lokalt dominert av fralandsvind (utover dalen og fjorden) om natten og pålandsvind (sjøbris) om dagen. Dette kommer tydelig fram i figur 6, som viser komponenten av vind opp og ned dalen i Høyanger gjennom måleperioden 13.6.-15.6.78. Figuren viser at de sterkeste døgnvariasjonene av vinden skjer i et sjikt fra bakken og opp til 100-200 m. Landbrisen (ned dalen) om natten finner sted i et grunnere sjikt enn sjøbrisen (opp dalen) om dagen. Den døgnvariasjonen av vind som er vist i figur 6 er



Figur 6: Komponenten av vind opp og ned dalen i Høyanger gitt som funksjon av høyden over bakken for perioden 13.6.-15.6.78.

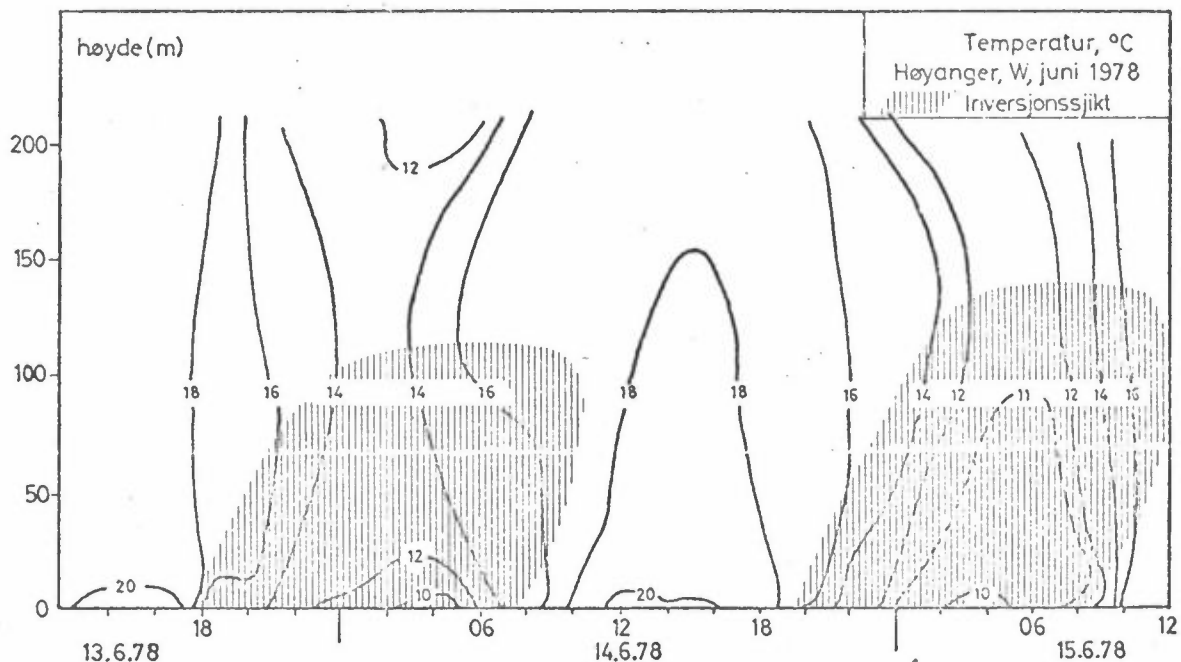
meget karakteristisk for vindforholdene i Høyanger om sommeren. Dette er illustrert i figur 7, som viser at i 90% av tilfellene blåser det nedover dalen om natten, og oppover dalen om dagen.



Figur 7: Frekvensen av vind opp og ned dalen som funksjon av tid på døgnet. (Data: 25 m parken .78).

Ser en på temperaturvariasjonene med høyden over bakken ser en i klarværperioden en oppbygging av bunninversjoner om natta. Dette var mer utpreget i juni-forsøkene enn under forsøkene i mai.

Figur 8 viser temperaturfordelingen med høyden som funksjon av tiden i perioden 13.6.-15.6.78. Figuren er representativ for temperaturfordelingen over målepunkt W, ca 400 m nord for fabrikk (figur 2).



Figur 8: Temperaturen som funksjon av høyden over bakken ved stasjon W, gitt i perioden 13.6.78 kl 12 - 15.6.78 kl 12.

Figuren viser oppbygging av bakkeinversjoner om natten. Disse inversjonene når opp i 120-150 m over bakken midt på natten, og brytes opp fra ca kl 07 om morgenen. Situasjonen om morgenen er forøvrig meget komplisert i Høyangerdalen. Et karakteristisk trekk ved temperaturfordelingene er sterke gradienter fra skygge til solside om morgenen. Det ble én morgen (ca kl 06) målt opptil 5 grader forskjell langs bakken fra østsiden av dalen ( $\approx 12^{\circ}\text{C}$ ) til vestsiden av dalen ( $\approx 17^{\circ}\text{C}$ ). Temperaturprofilene er vist i større detalj i vedlegg B.

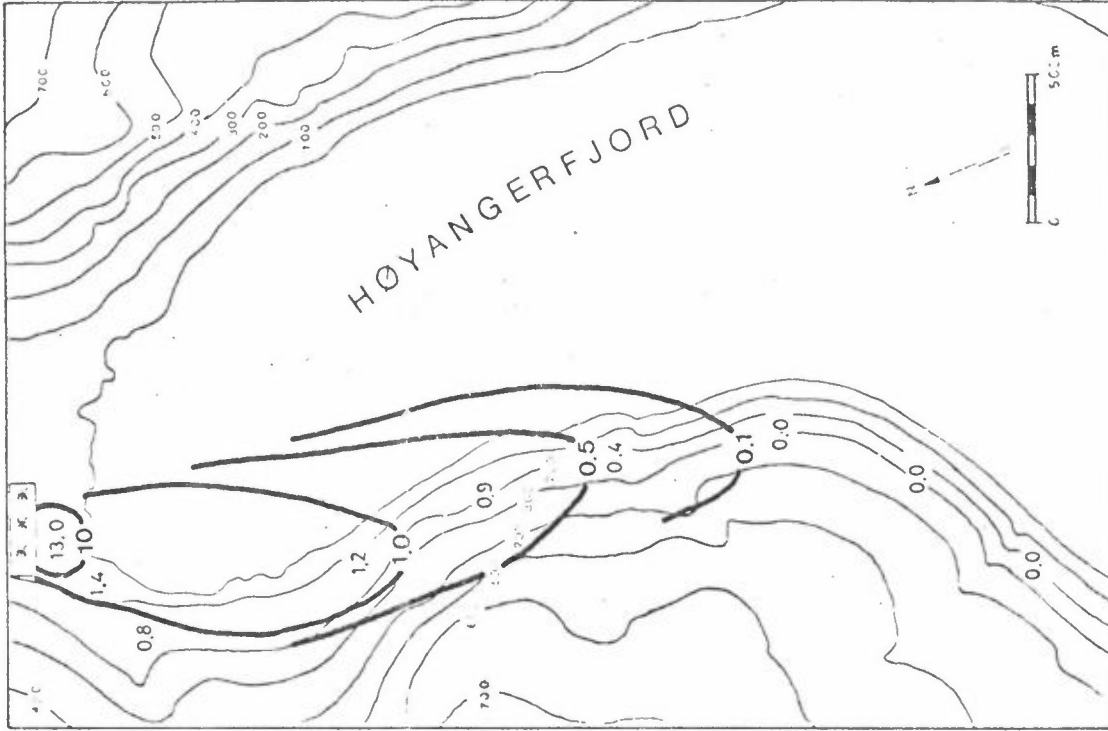
#### 4 BESKRIVELSE AV SPREDNINGSFORSØKENE

I det følgende er hvert enkelt av de 12 spredningsforsøkene som ble gjennomført i Høyanger sommeren 1978, beskrevet. Beskrivelsene inneholder meteorologiske data samt resultater av konsentrasjonsmålinger av SF<sub>6</sub>. Temperatur- og vindprofiler som det refereres til i teksten er gjengitt i vedlegg B. De meteorologiske forholdene er også beskrevet i kapittel 3. Utslippsmengdene finnes i tabell 1.

##### 4.1 Forsøk 1, 23.5.78, kl 1251-1351

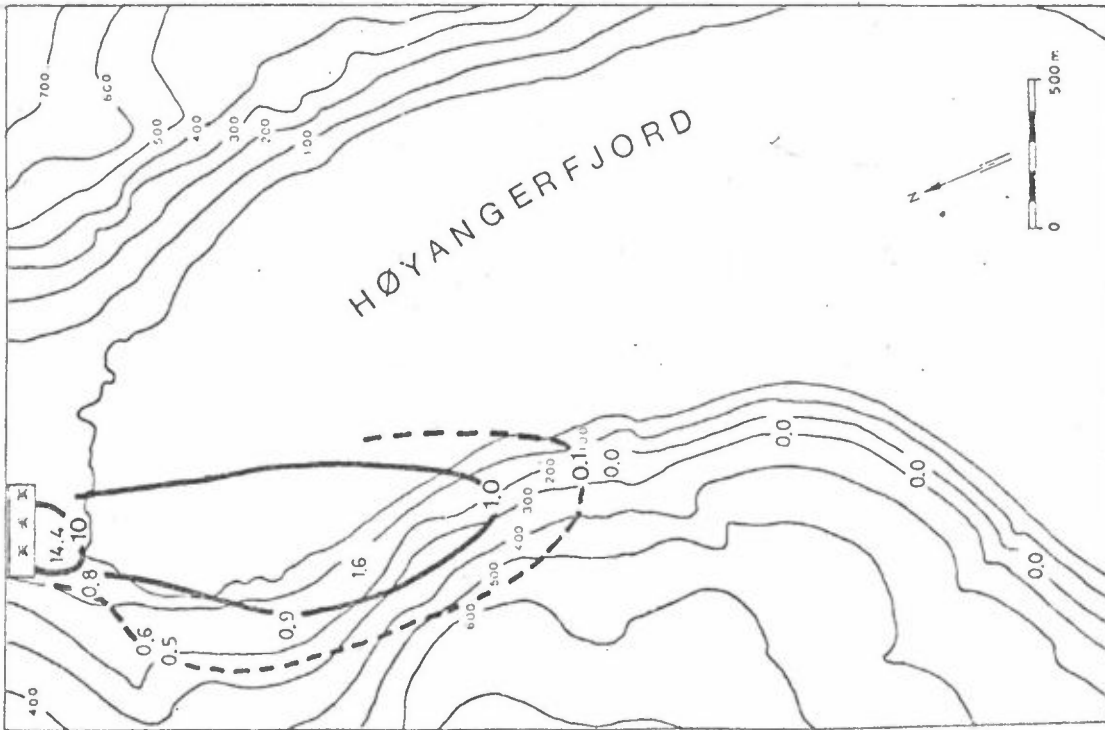
Det første forsøket ble gjennomført i sterk vind nedover dalen og ut langs fjorden. Vindstyrken varierte rundt 7 m/s, og temperatursjiktingen var nær nøytral. SF<sub>6</sub> ble sluppet fra tre punkter på hall C. Konsentrasjonen ble målt ved hjelp av 15 min-prøvetakere plassert langs riksveien på vestsiden av fjorden helt ut til Nordeide ca 7 km fra utslippet. Det ble også tatt øyeblikksprøver fra bil og fra en båt på fjorden. Målte konsentrasjoner er vist i figur 9 og 10. Konsentrasjonsfordelingen målt som øyeblikksverdier med båt ca 600 m sør for utslippene, viser tre maksima og antyder tre adskilte gass-skyer. Konsentrasjonene målt 2 km borte og langs riksveien viser ikke tre adskilte gass-skyer. Den største belastningen som resultat av utslipp fra hall C, under denne situasjonen med sterk vind utover fjorden, forekom på vestsiden av fjorden. Sporstoff ble ikke funnet langs østsiden av fjorden. De høyeste 15-min midlele SF<sub>6</sub>-konsentrasjonene langs akse av gass-skyen, var 14.4 µg/m<sup>3</sup> 150 m fra utslippet, 1.0 µg/m<sup>3</sup> ca 1500 m fra utslippet. Utenfor det punkt der fjorden bøyer av mot vest, ca 3 km fra utslippene, var SF<sub>6</sub>-konsentrasjonene lavere enn deteksjonsgrensen.

TEST 1 DATE 23/ 5/78 TIME 1330-1345



CONCENTRATION IN (UG/M<sup>3</sup>)

TEST 1 DATE 23/ 5/78 TIME 1315-1330

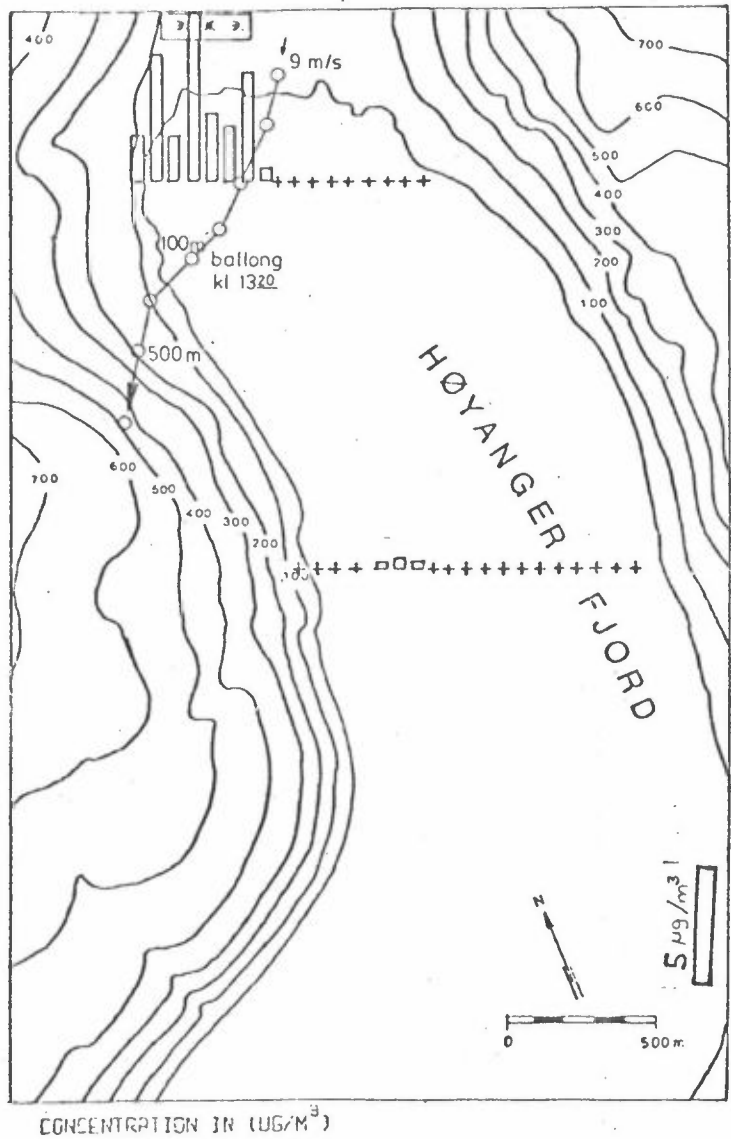


CONCENTRATION IN (UG/M<sup>3</sup>)

Figur 9: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) midtlet over 15 min. for forsøk nr. 1, 23.5.78. (\* angir utslippspunkt).



TEST 1 DATE 23/ 5/78 TIME 1303-1321



Figur 10: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) samlet fra kl 1303 - kl 1321 den 23.5.78.

#### 4.2 Forsøk 2, 23.5.78, kl 1630-1710

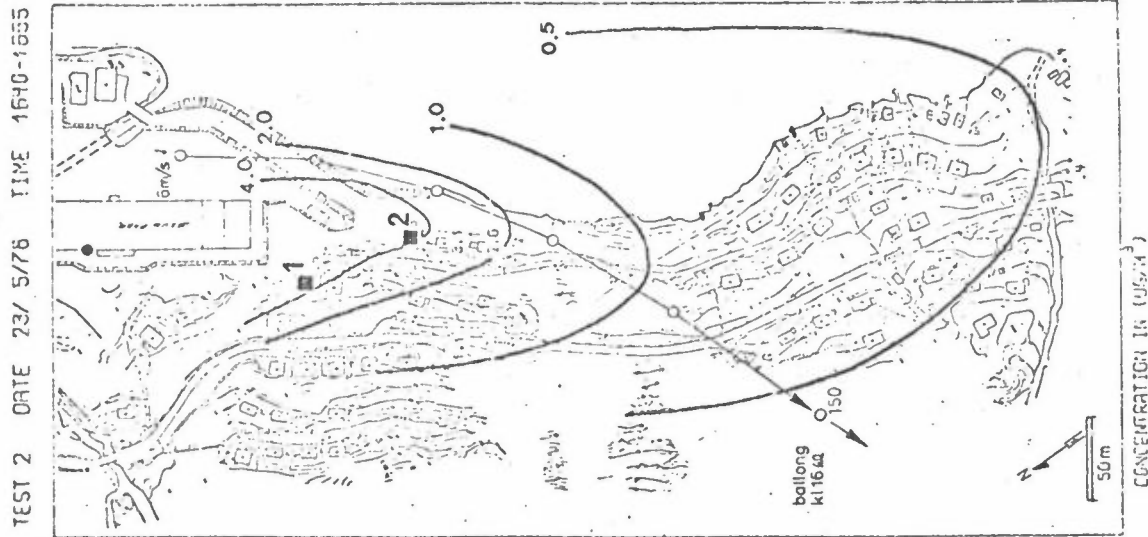
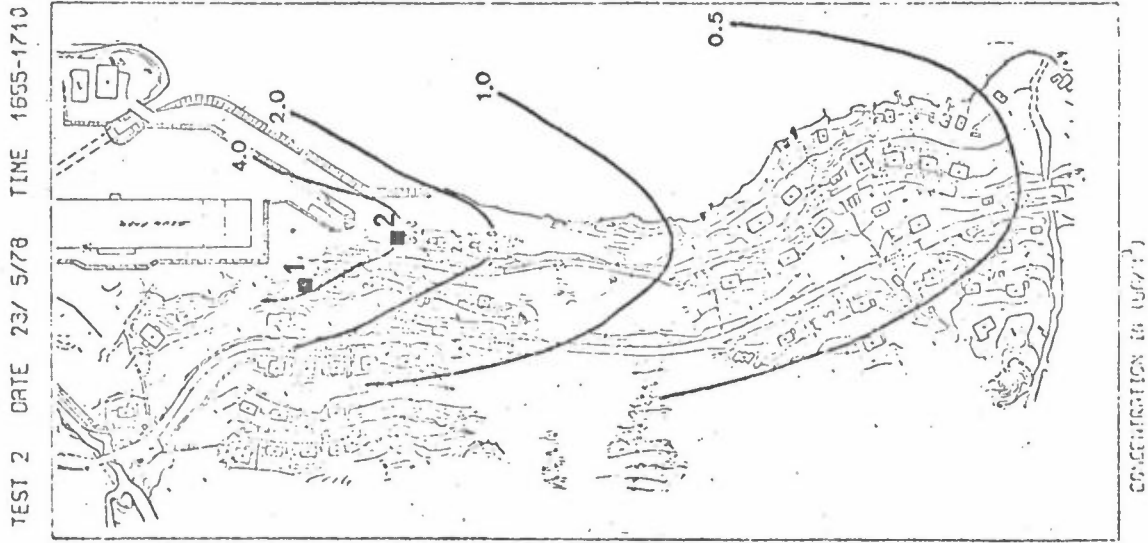
ÅSV har mottatt klager på luktplage som resultat av utslipp fra slug-fabrikken ved Høyanger verk. Klagene skriver seg vesentlig fra hus 1 og 2 vist i figur 11. Under forsøk 2 ble SF<sub>6</sub> sluppet ut ved skorsteinen på slug-fabrikken, ca 2 m over taket. Det blåste fra nordøst 5-7 m/s.

Resultater av konsentrasjonsmålinger på 10 punkter sørvest for fabrikken er vist i figur 11. De høyeste konsentrasjonene under disse forholdene opptrer i områdene rundt hus 1 og 2. Konsentrasjonene faller raskt vestover mot riksveien og mot husene ca 300 m sørvest for slug-fabrikken. Den høyeste konsentrasjonen av SF<sub>6</sub> observert under dette forsøket var 4.9 µg/m<sup>3</sup> ved hus 2.

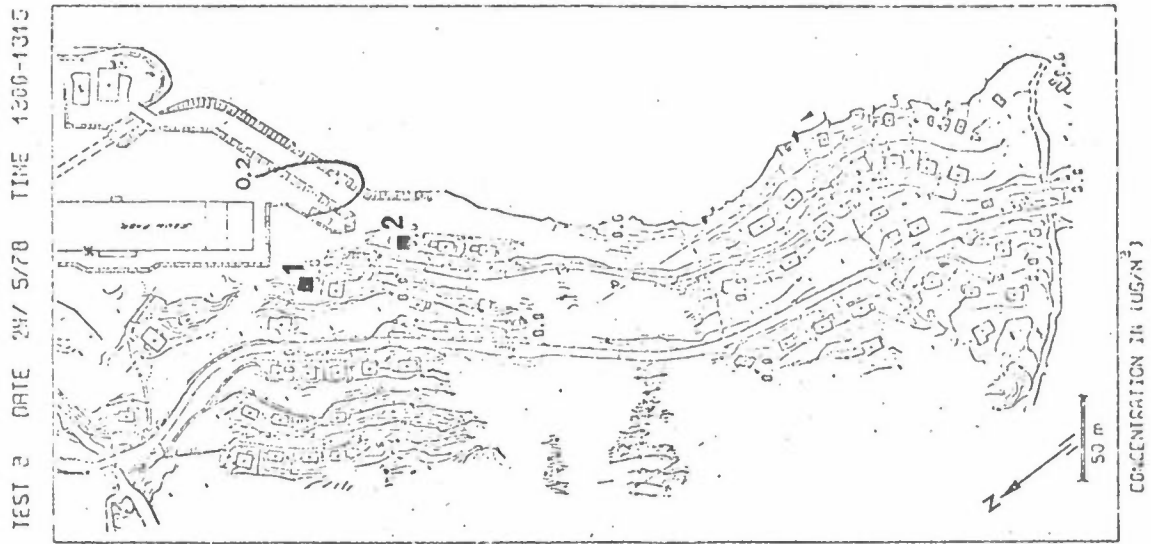
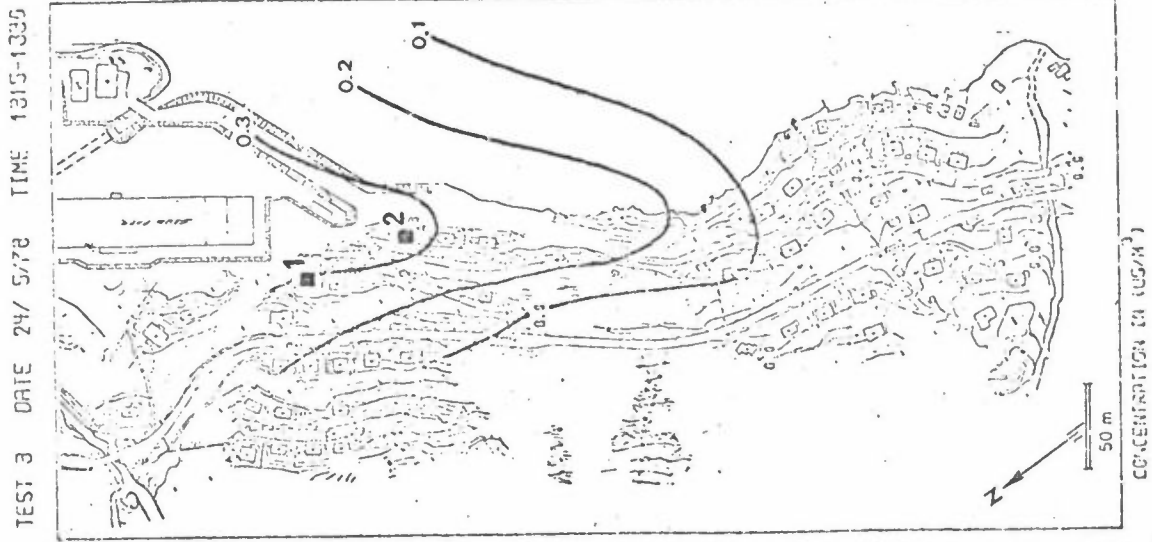
#### 4.3 Forsøk 3, 24.5.78, kl 1250-1330

Forsøk nr. 3 gikk også ut på å studere virkningen av utslipp fra slug-fabrikken. Under dette forsøket spaknet imidlertid vinden til nesten vind-stille. Det trakk tidvis både utover fjorden og innover dalen under forsøket, slik at konsentrasjonene kan være vanskelig å tolke. SF<sub>6</sub> ble igjen sluppet ved pipa på taket av slug-fabrikken.

SF<sub>6</sub>-konsentrasjoner av betydning ble bare målt sørvest for fabrikken mellom kl 1315 og 1330, som vist i figur 12. De høyeste konsentrasjonene var 0.3 µg/m<sup>3</sup> ved hus 1 og 2. Konsentrasjonene var mindre enn tiendeparten av de registrert i forsøk 2. Dette skyldes den lave vindstyrken som i sin tur resulterer i et betydelig løft av de varme avgassene fra fabrikken hvori SF<sub>6</sub> ble sluppet. De største lukte-problemene vil derfor sannsynligvis forekomme når vindstyrken overskrider en viss verdi. Maksimumsbelastningen lå i begge forsøkene rundt hus 1 og 2.



Figur 11: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) midlet over 15 min som resultat av utslipp fra pipe på slug-fabrikken (\*), forsøk nr. 2, 23.5.78.



Figur 12: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (ug/m<sup>3</sup>) midtlet over 15 min som resultat av utslipp fra pipe på slug-fabrikken (\*), forsøk nr 3, 24.5.78.

#### 4.4 Forsøk 4, 24.5.78, kl 1600-1645

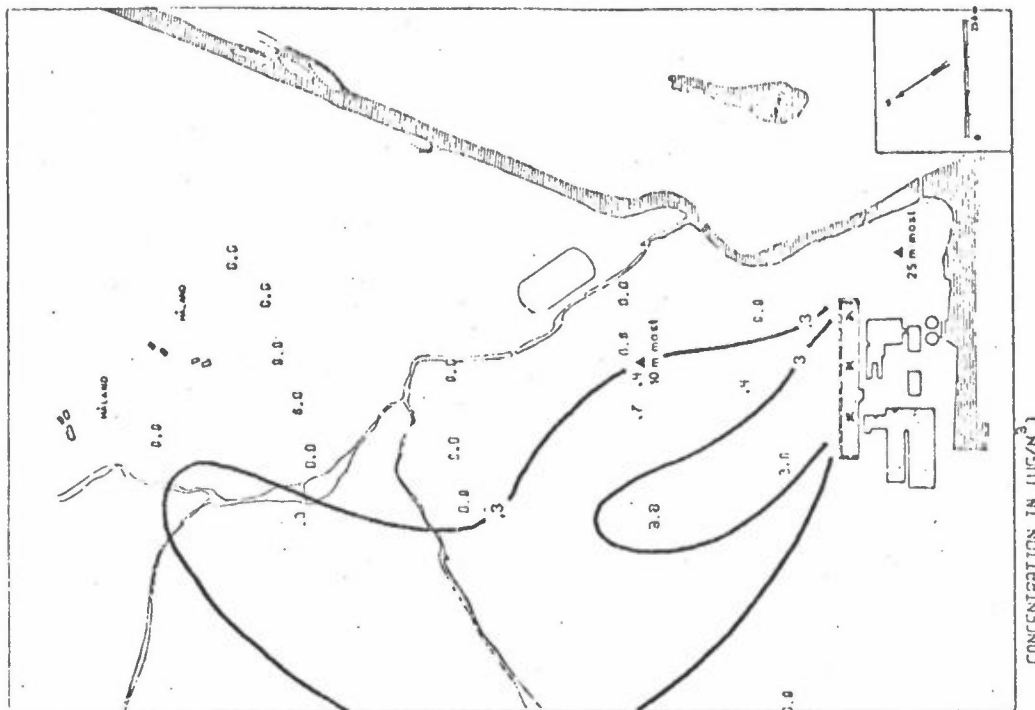
Forsøk 4 ble gjennomført under nær nøytral temperatursjiktning og med 2-3 m/s vind fra sørsørøst og sør. SF<sub>6</sub> ble sluppet fra taket på hall C. Resultatene av 15-min midlete konsentrasjonsmålinger er vist i figur 13. Øyeblikkskonsentrasjoner tatt fra bil er vist i figur 14. Figurene viser at gass-skyen i første del av forsøket trakk rett opp fjellsiden mot nordnordvest. Mellom kl 1615 og 1630 ble det målt høye konsentrasjoner så langt vest som ved punkt H (se figur 2). Mellom kl 1630 og 1645 trakk skyen mer innover dalen mot Håland. Ved dette tidspunktet ble det ikke målt SF<sub>6</sub> ved H, mens det oppe ved P1 ble målt 0.3 µg SF<sub>6</sub>/m<sup>3</sup>. Den høyeste middelkonsentrasjonen, 5.1 µg/m<sup>3</sup> og den høyeste øyeblikkskonsentrasjonen 5.4 µg/m<sup>3</sup> ble begge målt ca 200 m nord for hall C. Det ble ikke registrert SF<sub>6</sub> midt i dalen eller på Håland under dette forsøket.

#### 4.5 Forsøk 5, 25.5.78, kl 0915-1003

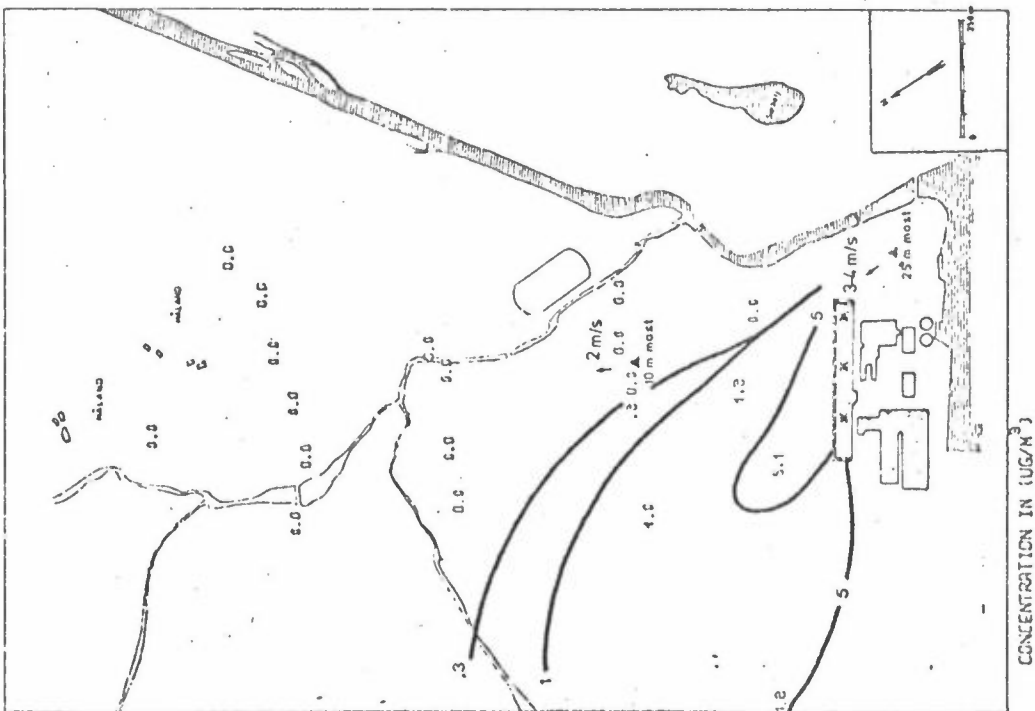
En natteinversjon hadde bygd seg opp til ca 100 m over bakken natt til den 25.5.78. Ved radiosonde-oppstigning kl 0915 var denne inversjonen i ferd med å brytes opp i de laveste 30 m. En ustabil temperatursjiktning fra bakken ble derfor begrenset av en inversjon i ca 30 m høyde. En slik situasjon gir vanligvis høye konsentrasjoner av forurensninger langs bakken. Det var svak vind ( $\approx$  1 m/s) fra sør. Ved 25 m-masten i parken trakk det fra litt vest for sør mens vinden ved 10 m-masta (barnehagen) hadde en komponent mot vest (vind fra sørsørøst). Dette skyldes sannsynligvis soloppvarming av dalens vestsida og en oppadstrømmende varmluftstrøm langs denne fjellsiden. Denne situasjonen er også beskrevet i senere forsøk.

Sporstoff-skyen ble under hele forsøket registrert på vestsida av dalen, som vist i figur 15 og 16. Skyen følger varmluftstrømmen opp fjellsiden til et visst nivå, og følger dalen videre innover mot Håland. Data fra begge 15-min prøvene viser at de

TEST 4 DATE 24/ 5/78 TIME 1630-1645

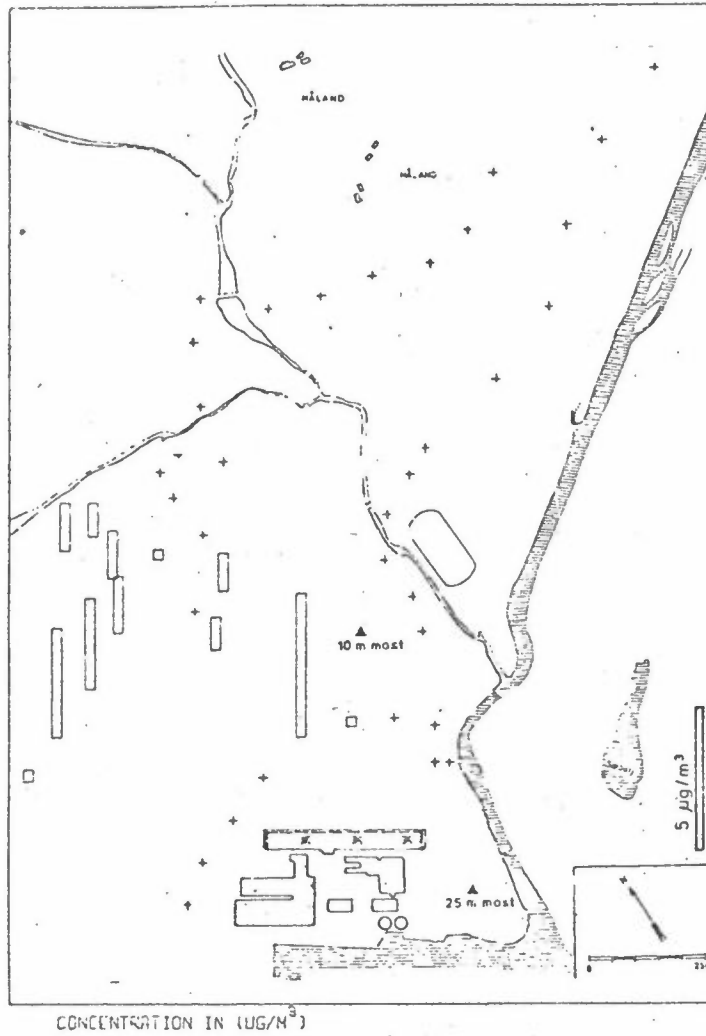


TEST 4 DATE 24/ 5/78 TIME 1615-1630



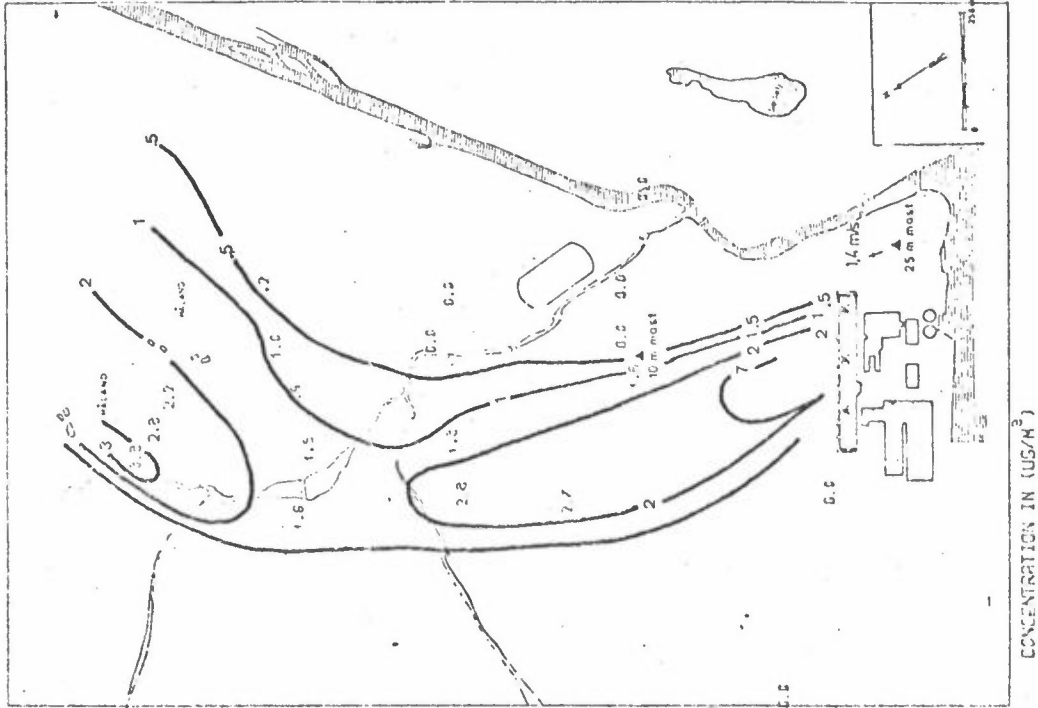
Figur 13: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) midlet over 15 min ved utslipp fra hall C, forsøk 4, 24.5.78 kl 1600-1645.

TEST 4 DATE 24/ 5/78 TIME 1615-1647

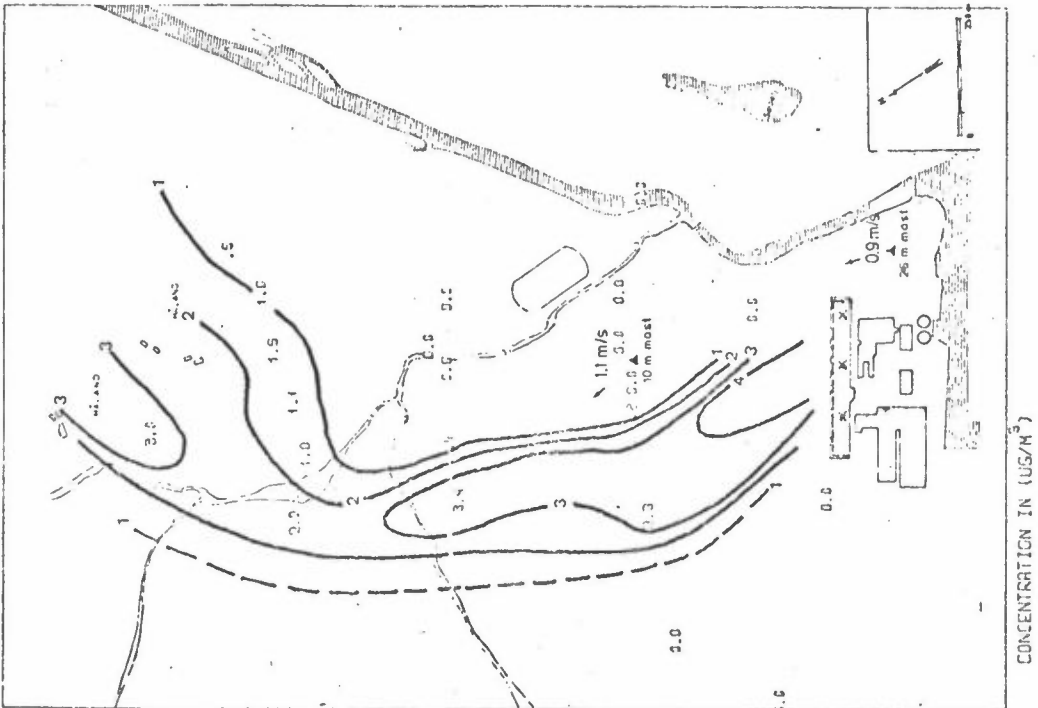


Figur 14: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) målt fra bil mellom kl 1615 og 1647 den 24.5.78.

TEST 5 DATE 25/ 5/72 TIME 0945-1000



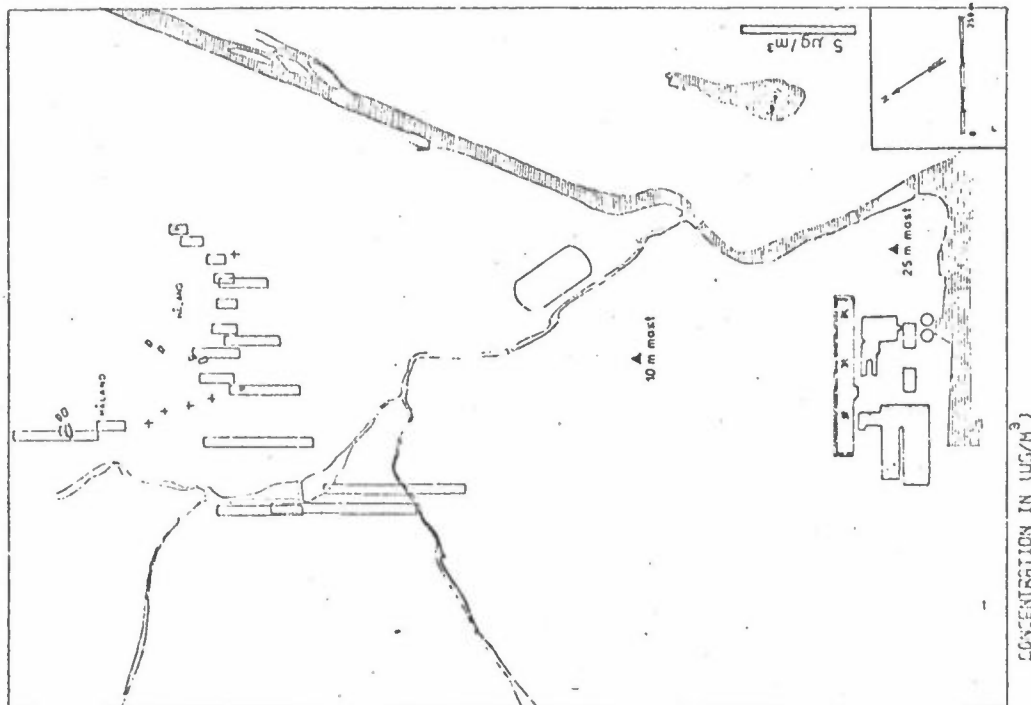
TEST 5 DATE 25/ 5/72 TIME 0930-0945



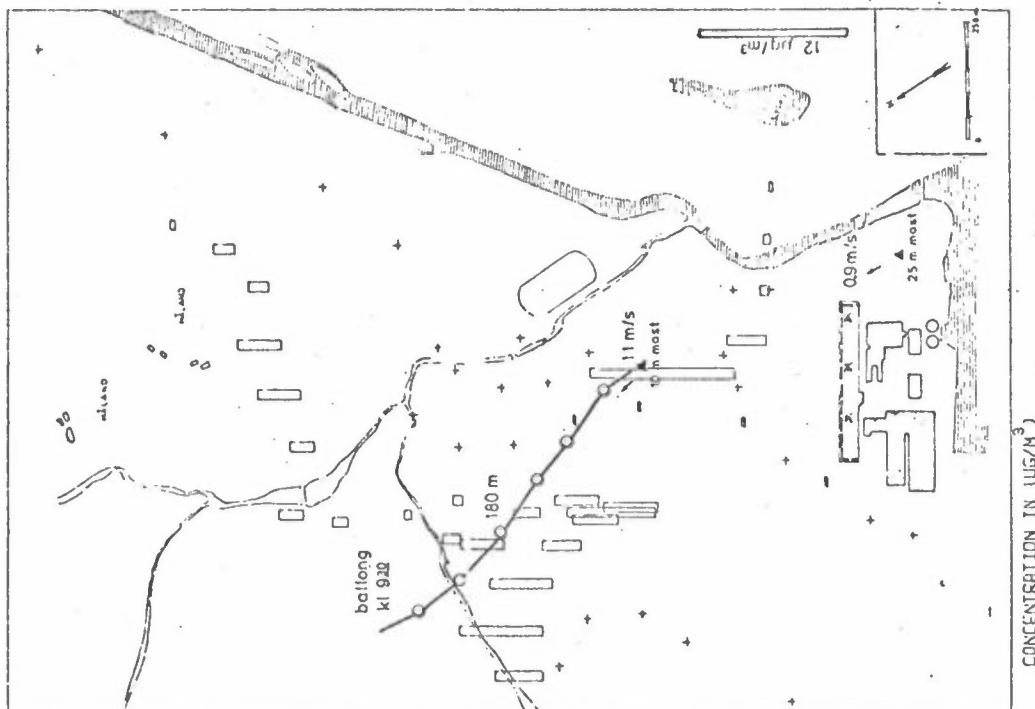
Figur 15: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) midlet over 15 min ved utslipp fra hall C, forsøk 5, 25.5.78 kl. 0930-1000.



TEST 5 DATE 25/ 5/78 TIME 0954-1002



TEST 5 DATE 25/ 5/78 TIME 0932-1004



Figur 16: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) målt fra bil mellom kl. 0932 og 1004 den 25.5.78.

høyeste konsentrasjonene forekom innenfor 2-300 m fra hall C, med et sekundært maksimum ved Håland. Den høyeste middelkonsentrasjonen,  $7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt 200 m nord for hall C, mens konsentrasjonen på Håland, 1.5 km fra hall C var  $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

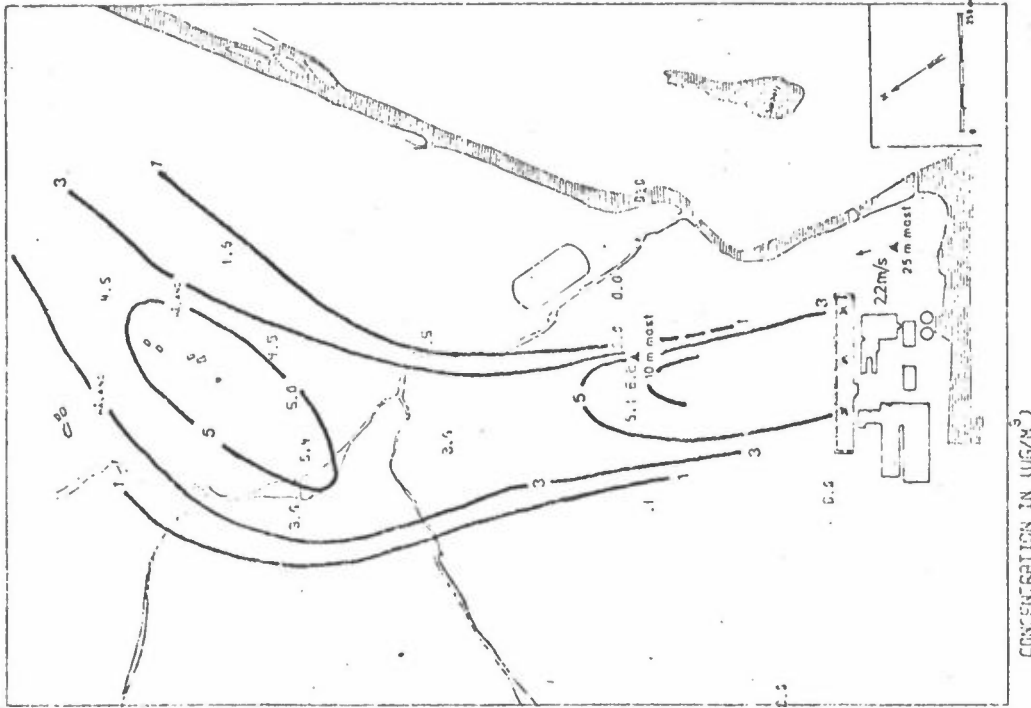
Øyeblikkskonsentrasjoner vist i figur 16 ble målt til  $12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nær hall C og  $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nedenfor Håland. Mellom kl 0945 og 1000 ble det oppe i dalen ovenfor Dale, ca 3 km fra utslippene målt  $\text{SF}_6$ -konsentrasjoner på 0.6 og  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ved kraftstasjonen (målestasjon 01 i figur 1) ble det ikke funnet  $\text{SF}_6$ .

#### 4.6 Forsøk 6, 25.5.78, kl 1330-1418

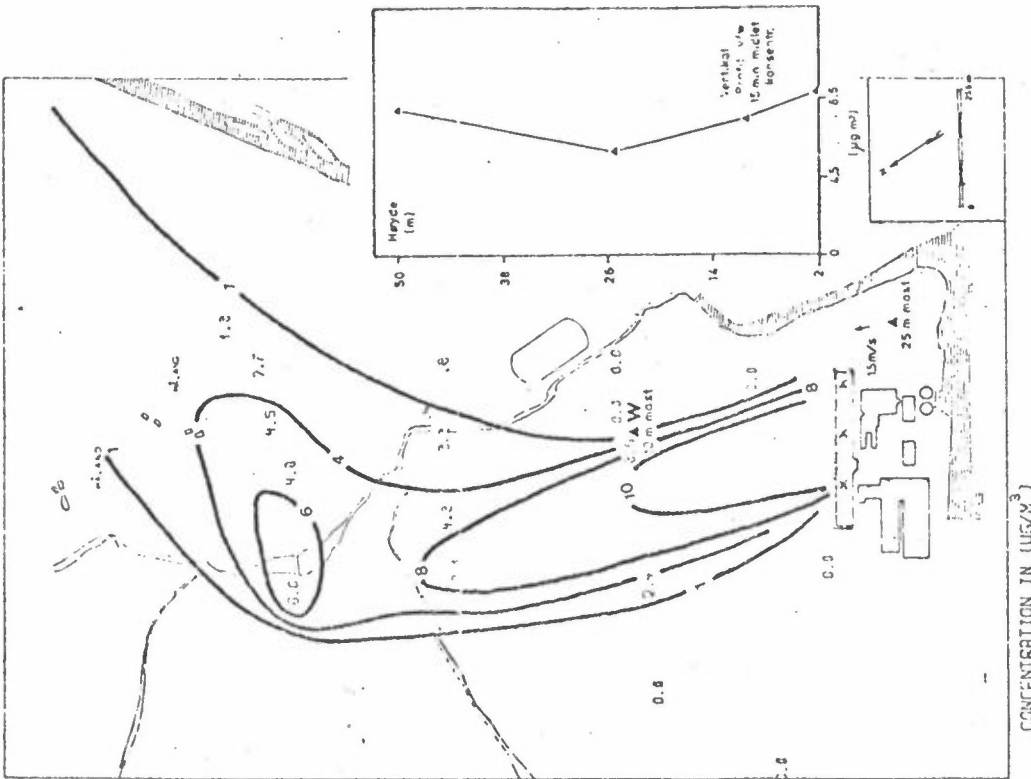
Forsøk nr. 6 ble gjennomført tidlig på ettermiddagen da temperaturgradienten fra øst- til vestsiden av dalen, og dermed effekten av soloppvarmingen i vestsiden, var mindre utpreget enn om morgenen. Det var nær nøytral temperatursjikting oppe i dalen, mens det i et 20 m tykt bunnsjikt ved brygga (stasjon x) var stabil sjikting p.g.a. den lavere temperaturen i sjøen. Vindstyrken var 1-2 m/s fra sør og sørsørvest, innover dalen.

Middelkonsentrasjoner av  $\text{SF}_6$  er vist i figur 17.  $\text{SF}_6$ -skyen ligger i dette forsøket ikke så høyt oppe i vestsiden av dalen som under forsøk 4 og 5. Konsentrasjoner på over  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt innenfor ca 400 m fra hall C. En ser også at konsentrasjonene langs skyens akse avtar relativt lansomt med avstanden fra fabrikken. Nedenfor Håland, ca 1 km fra utslippet ble det målt  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Øyeblikkskonsentrasjonene i figur 18 viser et liknende mønster. Her ligger de høyeste konsentrasjonene på fra  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på 400 m avstand til  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  1.5 km fra fabrikken, på Håland. Innfelt på figur 18 er øyeblikkskonsentrasjoner av  $\text{SF}_6$  tatt hvert 5. min ved stasjon W. Disse dataene illustrerer den store variasjon i konsentrasjoner som finner sted, når målepunktet ligger i kanten av skyen, og skyen noen ganger passerer over målestedet og i neste minutt passerer vest for målepunktet.

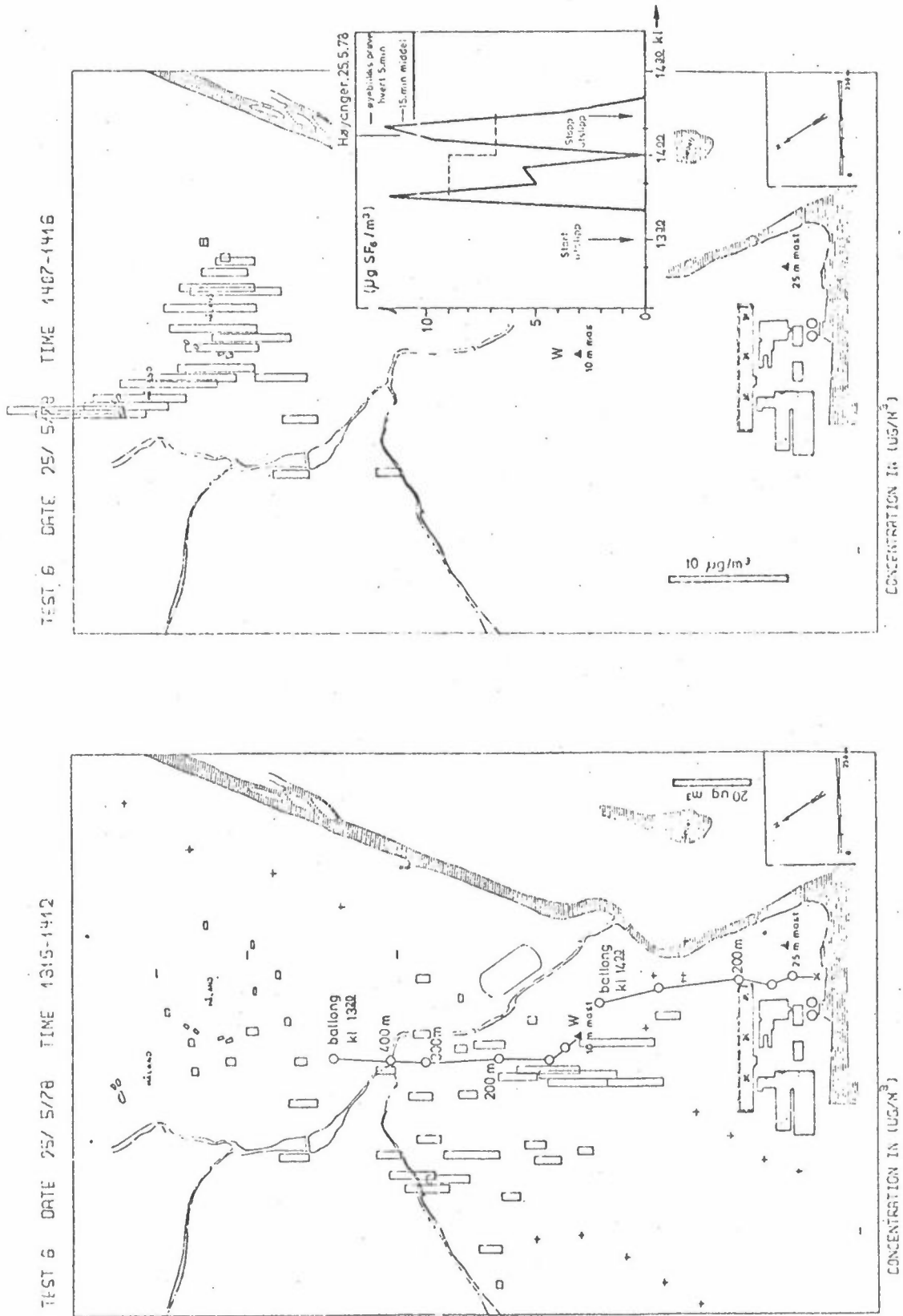
TEST 6 DATE 25/ 5/78 TIME 1400-1415



TEST 6 DATE 25/ 5/78 TIME 1345-1400



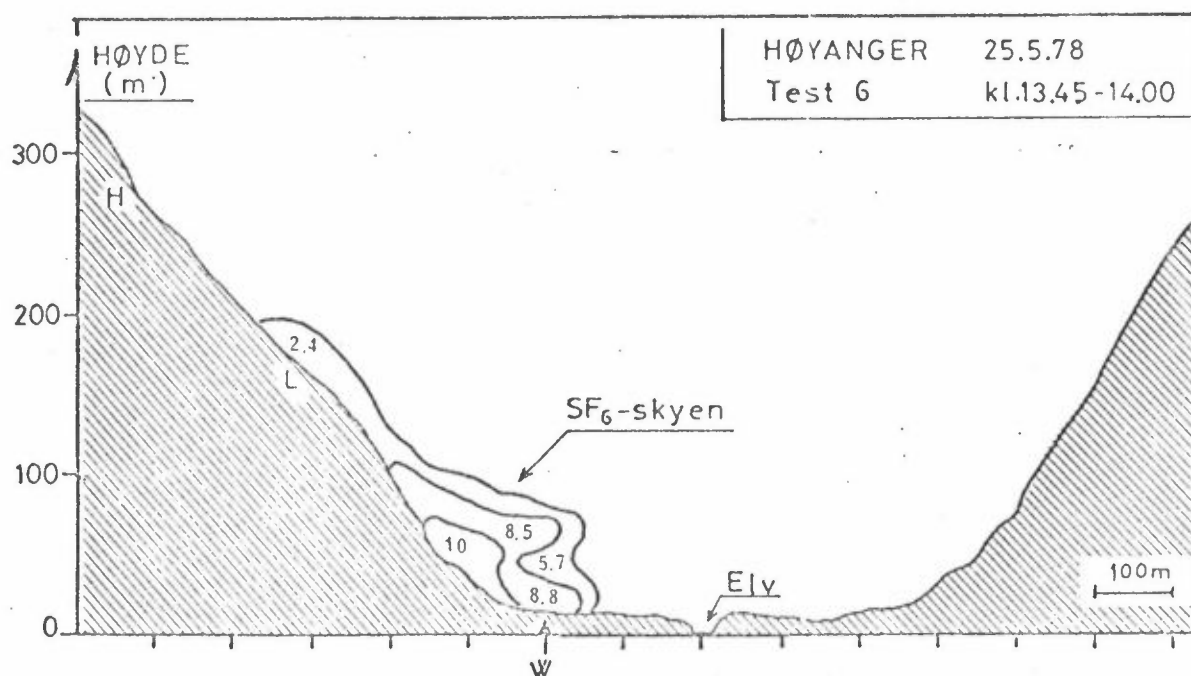
Figur 17: Konsentrasjoner av  $\text{SF}_6$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) midlet over 15 min. ved utslipp fra hall C, forsøk 6, 25.5.78 kl. 1345-1415. Innfelt er vist vertikalprofil av  $\text{SF}_6$ -konsentrasjon (15 min-middel) ved stasjon W.



Figur 18: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) målt mellom kl. 1315 og 1416. Innfelt er forløpet av øyeblikkskonsentrasjoner tatt hvert 5. min. ved stasjon H.

Et vertikalprofil av 15 min midlele SF<sub>6</sub>-konsentrasjoner målt ved W er vist innfelt i figur 17, som viser at konsentrasjonen 50 m over bakken er like høy som den målt ved bakken. I området mellom er konsentrasjonen noe lavere. Dette kan tyde på at skyen består av to deler, den ene med maksimum langs bakken som et resultat av diffuse utslipp og nedslag bak bygningene, den andre som resultat av en sky som løftes noe p.g.a. varmeoverskuddet i utslippet over lanterminen.

Vertikalprofillet samt middelkonsentrasjoner samlet langs bakken er anvendt til å konstruere et vertikalt tverrsnitt av skyen gjennom punkt W som vist i figur 19.



Figur 19: Vertikalt tverrsnitt gjennom målepunkt W av SF<sub>6</sub>-skyen den 25.5.78 kl. 1345-1400.

Figuren viser hvordan skyen strekker seg ca 200 m opp i vestsiden av dalen. En kan også se at det på disse avstandene fra fabrikken ikke er målt SF<sub>6</sub> på østsiden av dalen i denne situasjonen.

#### 4.7 Forsøk 7, 25.5.78 kl. 1815-1901

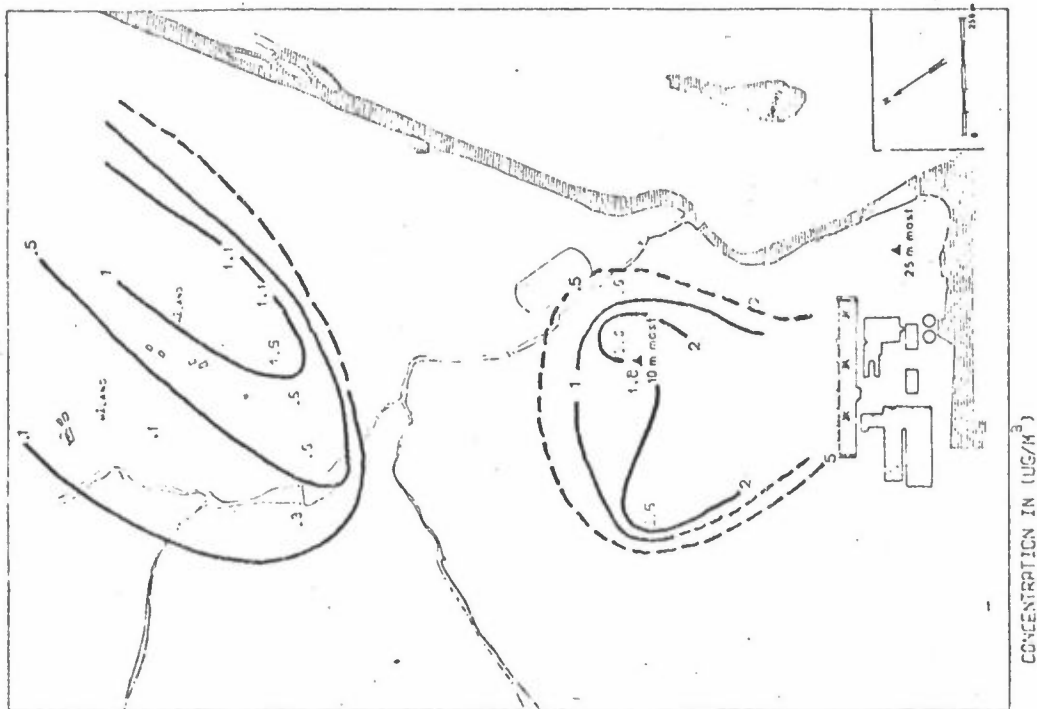
En inversjon bygde seg opp i de laveste 50 m over målepunkt W fra om ettermiddagen den 25.5.78 (se profil vedlegg B). Vindretningen var meget variabel omkring sør og vindstyrken var svak og mindre enn 1 m/s. Mot slutten av forsøket var vinden ved bakken i ferd med å snu til fralandsvind. Resultatene i figur 20 viser at konsentrasjonene i det forsøket var lavere enn de målt i tidligere forsøk. Høyeste konsentrasjon målt like nord for hall C var  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mellom kl. 1830 og 1845,  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mellom kl. 1845 og 1900. Ved Håland var de høyeste målte konsentrasjonene henholdsvis 1.8 og  $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Et vertikalprofil av midlere  $\text{SF}_6$ -konsentrasjoner målt ved stasjon W er innfelt i figur 20, og viser at skyens akse og dermed de høyeste konsentrasjonene, lå omtrent 40 m over bakken her. Konsentrasjonen i dette nivået var  $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.8 Forsøk 8, 26.5.78 kl. 1000-1047

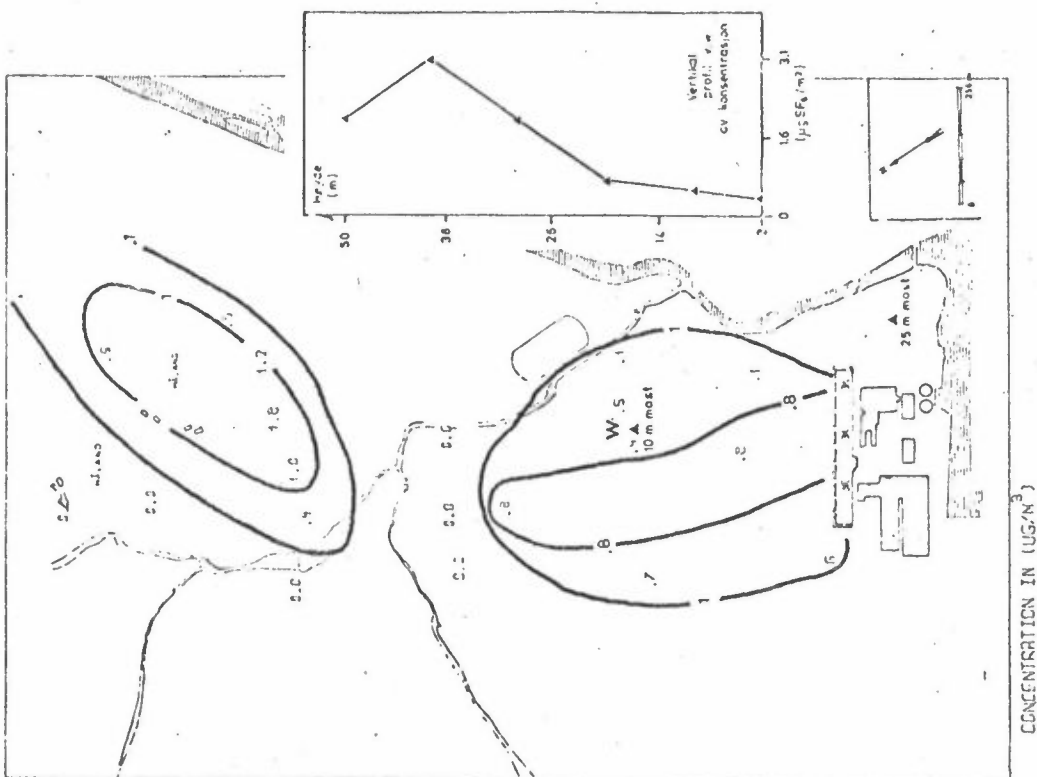
Forsøk 8 ble gjennomført under forhold som av lokalbefolkningen ble karakterisert som en "død-vær-situasjon". Det var nesten vindstille (0.4-1 m/s) med tåkedis og lave tåkeskyer i fjell-sidene. Temperatursjiktingen var nær nøytral til lett stabil med antydninger til tynne stabile sjikt ca. 100 m over bakken. I de laveste 100-140 m var det et svakt drag innover dalen, over dette sjiktet var det en returstrøm ( $\approx 1$  m/s) utover dalen. Dette kommer også klart fram på timelapsefilmen som ble tatt opp under forsøket.

$\text{SF}_6$  ble sluppet fra taket på hall C mellom kl. 1000 og 1047. Som resultatene i figur 21 og 22 viser ble det målt lave konsentrasjoner langs bakken. Den høyeste middelkonsentrasjonen var  $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ved Håland ble det ikke funnet  $\text{SF}_6$  før etter kl. 1030. Også øyeblikksprøvene viser at konsentrasjonene ved Håland var mindre enn  $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  før kl. 1044. Et vertikalprofil av middelkonsentrasjoner ved W antyder at maksimumskonsentrasjonen her lå ca 50 m over bakken. Den ble da målt til kun  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

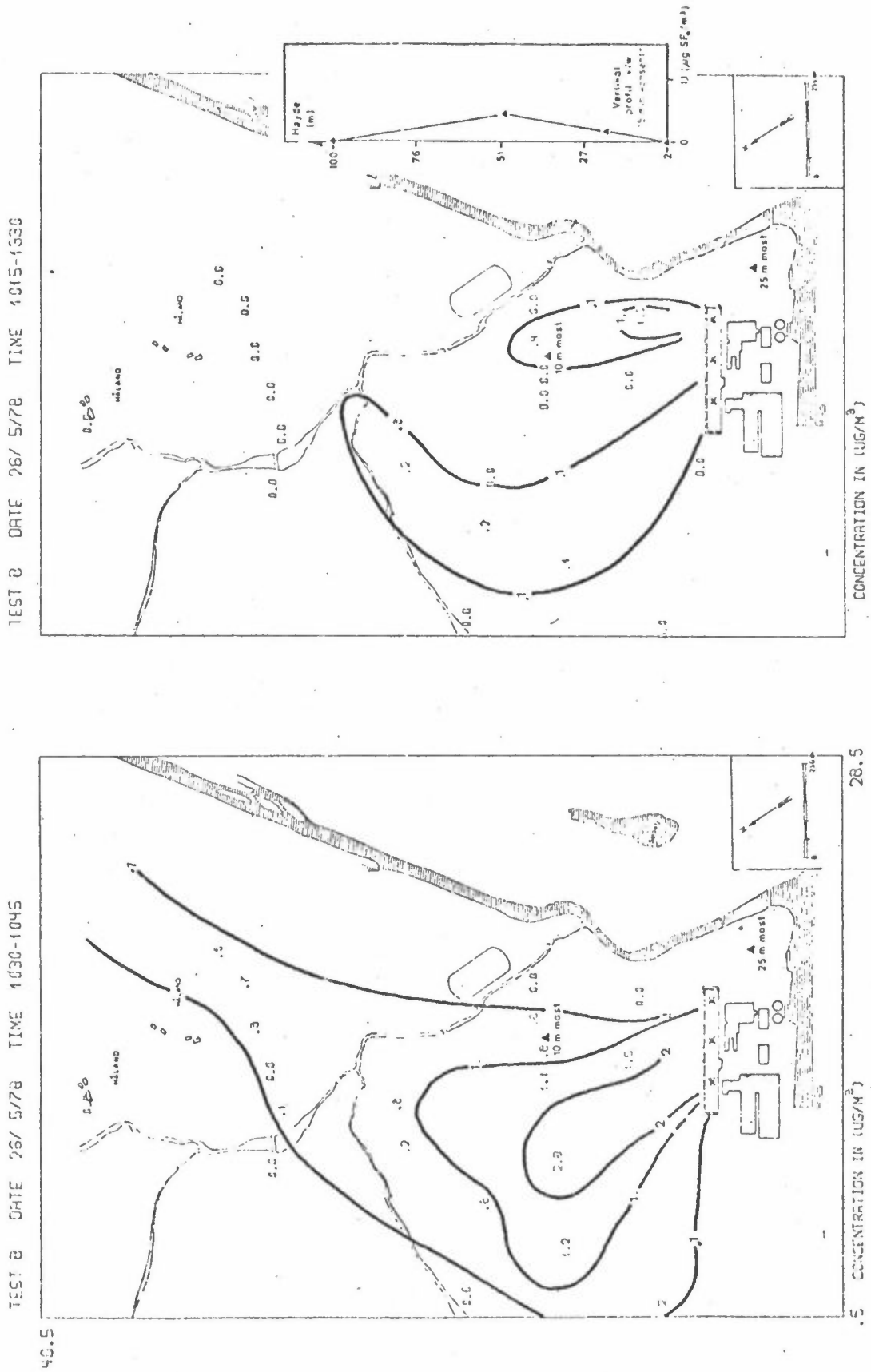
TEST 7 DATE 25/ 5/78 TIME 1845-1900



TEST 7 DATE 25/ 5/78 TIME 1830-1845



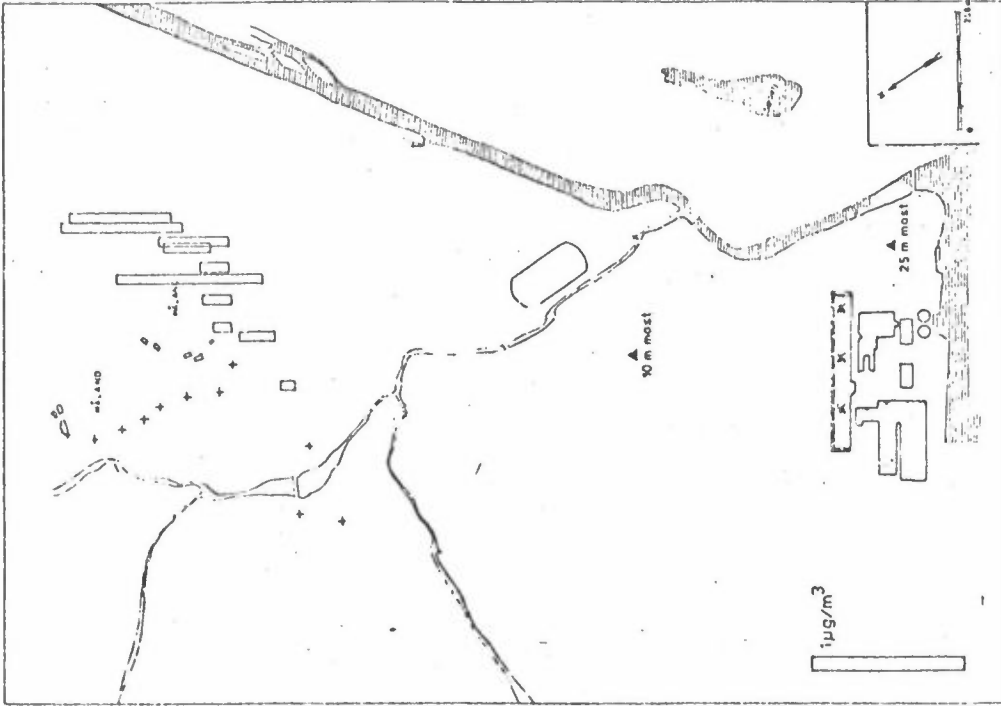
Figur 20: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) midtlet over 15 min ved utslipp fra hall C, forsøk 7, 26.5.78 kl. 1830-1900. Innfelt er vist vertikalprofil av SF<sub>6</sub>-konsentrasjon ved stasjon W.



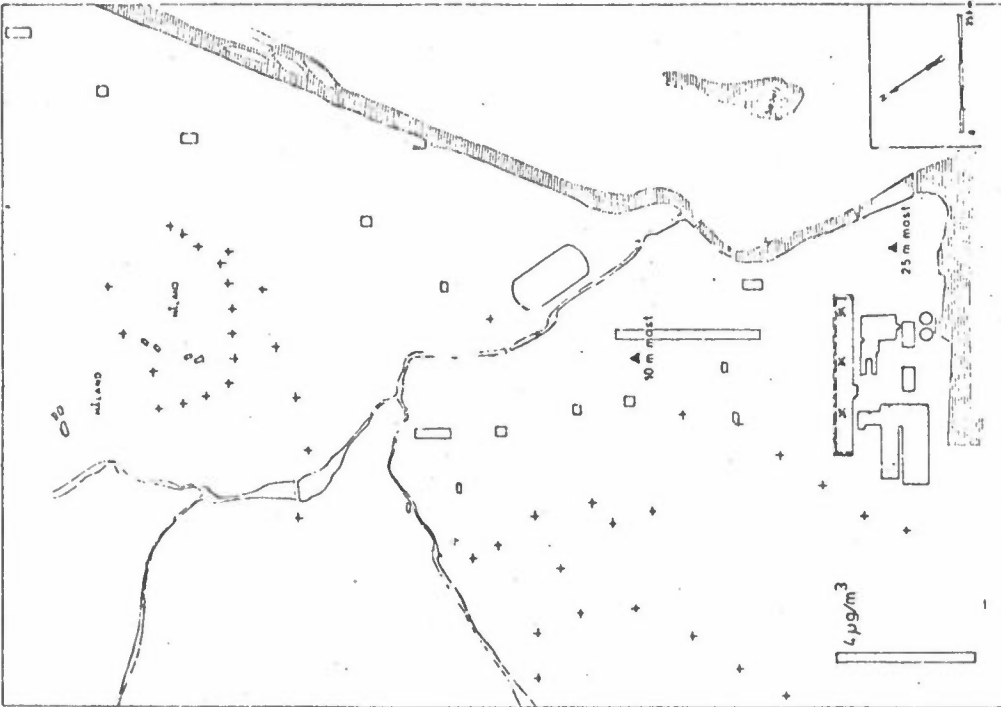
Figur 21: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) midlet over 15 min. ved utslipp fra hall C, forsøk 8, 26.5.78 kl. 1015-1045. Imfelt er vist vertikalprofil av SF<sub>6</sub>-konsentrasjon ved stasjon W.



TEST 8 DATE 26/ 5/78 TIME 1037-1044

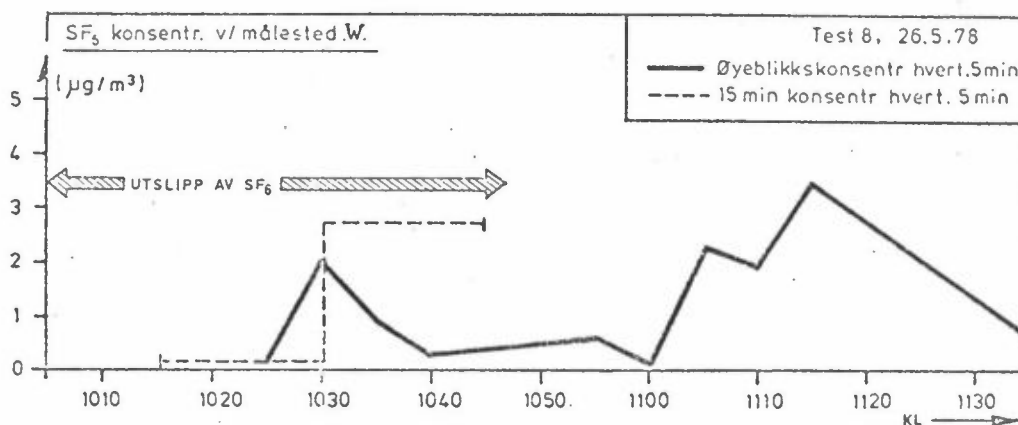


TEST 8 DATE 26/ 5/78 TIME 1046-1046



Figur 22: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (ug/m<sup>3</sup>) målt mellom kl. 1016 og 1046 den 26.5.78 (forsøk 8).

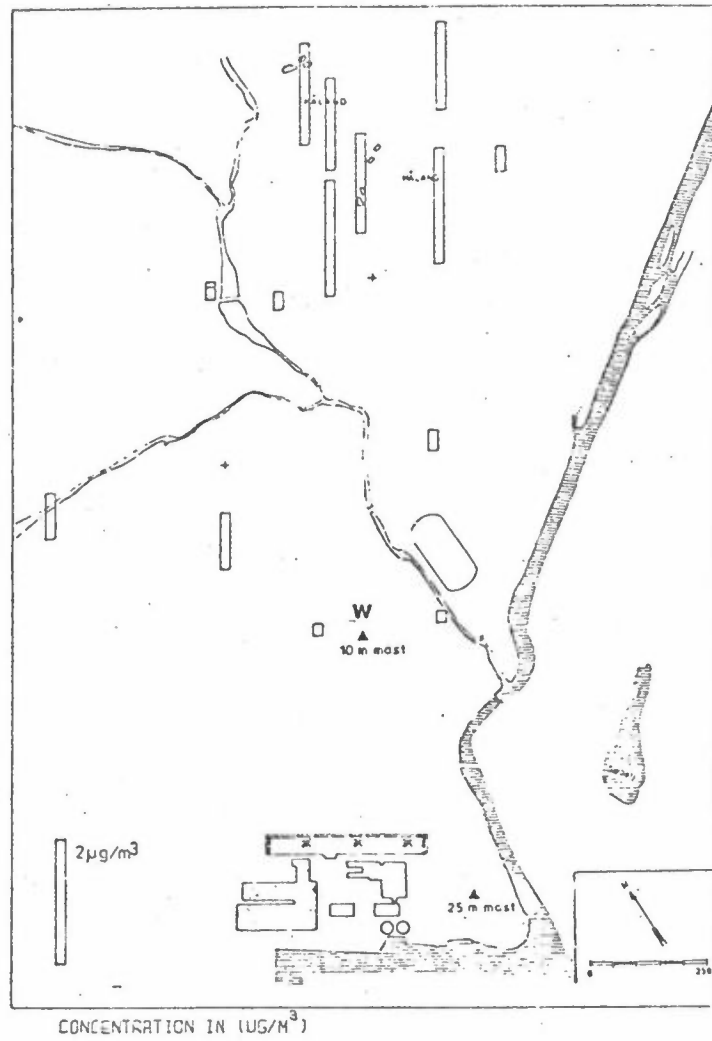
Av øyeblikkskonsentrasjoner tatt hvert 5.min. ved målested W, og vist i figur 23, framgår det at de høyeste konsentrasjonene her forekom en god tid etter at utslippene var stoppet kl. 1047.



Figur 23: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> tatt hvert 5.min. ved målested W i perioden kl. 1025-1135 den 26.5.78.

Den høyeste konsentrasjonen ved W ble målt kl. 1115 til 3.5 µg/m<sup>3</sup>. Prøvene fra konsentrasjonsmålingene ble analysert umiddelbart etter kl. 1045. Da det ble funnet svært lave konsentrasjoner og vindforholdene var skiftende med svak vind ble det samlet ytterligere øyeblikksprøver mellom kl. 1201 og 1247. Resultatene fra disse prøvene er vist i figur 24. Nå lå konsentrasjonene langs veien opp mot Håland på omkring 2 µg/m<sup>3</sup>. Det synes som om sporstoffet i den svake vinden er blitt bragt opp i høyere lag. En del kan ha vært bragt utover fjoden i driften utover i høyden, for så å bli transportert innover i bunnen igjen senere. I allefall ble det funnet SF<sub>6</sub> over hele dalen mer enn 2 timer etter utslippet. Helt opp til kraftstasjonen ved den nordøstlige enden av Høyanger-dalen, ble det målt konsentrasjoner på fra 1.2 til 2.2 µg/m<sup>3</sup>. For kontinuerlige utslipp over flere timer, vil en slik situasjon kunne føre til oppbygging av høye konsentrasjoner i hele dalen.

TEST 8 DATE 26/ 5/78 TIME 1201-1247



Figur 24: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) målt mellom kl. 1201 og 1247 den 26.5.78 (forsøk 8).

#### 4.9 Forsøk 9, 14.6.78 kl. 0915-0953

Soloppvarming hadde ført til oppbrudd av en nattinversjon. Det ustabile bunnsjiktet nådde opp til ca 70 m kl. 0920. De meteorologiske forholdene lignet på de under forsøk 5. Den sterke soloppvarmingen i vestsiden av dalen (se figur B10 i vedlegg B) trekker forurensningene fra fabrikken opp langs den bratte vestsiden. Vinden ble observert til rundt 1 m/s varierende fra omkring sør.

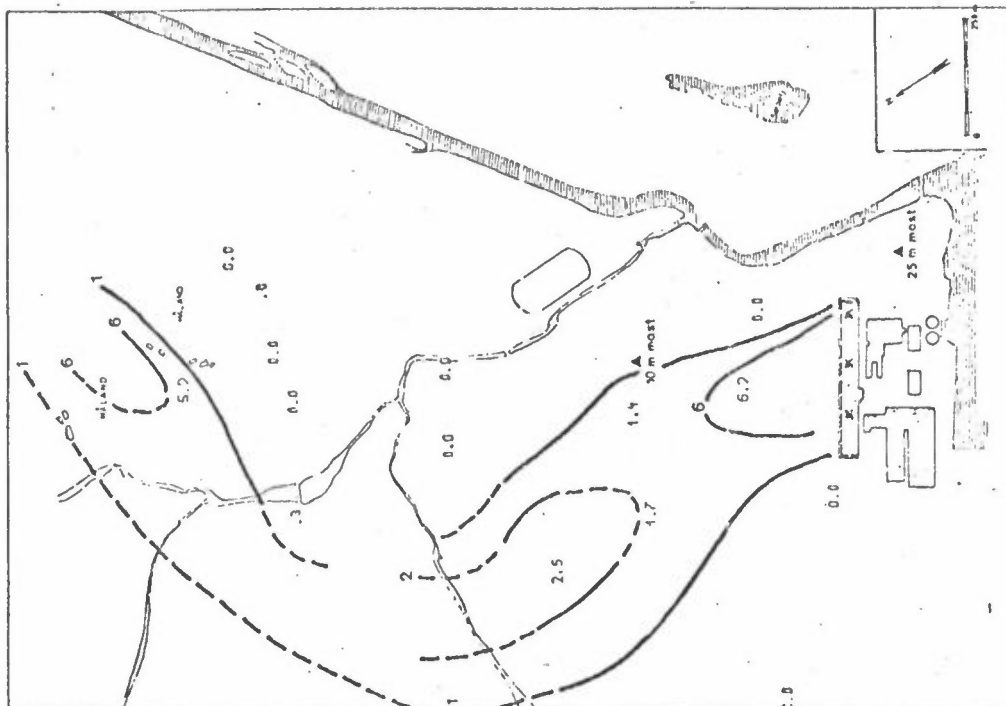
Konsentrasjonsfordelingen av SF<sub>6</sub> presentert i figur 25, viser nær det samme mønster som under forsøk 5. Skyen trekker kanskje enda noe høyere opp i fjellsiden, før den dreier av nesten 90° til høyre og følger dalen innover. De høyeste middelkonsentrasjonene rett nord for hall C var 27 µg/m<sup>3</sup>, på Håland 9.7 µg/m<sup>3</sup>. Et vertikalt konsentrasjonsprofil målt ved B2 160 m nord for hall C, innfelt i figur 25, viser at skyaksen lå mer enn 30 m over bakken. Et vertikalprofil av SF<sub>6</sub> ble samtidig målt ved W, men her ble det ikke funnet SF<sub>6</sub> i noen nivåer. Overfor Dale, ca 3 km nordøst for utslippene ble det mellom kl. 0930 og 1015 målt 15 min-midlete SF<sub>6</sub>-konsentrasjoner på 1.3, 1.9 og 0.8 µg/m<sup>3</sup>.

#### 4.10 Forsøk 10, 14.6.78 kl. 1300 - 1345

Utslippet av SF<sub>6</sub> under forsøk 10 tok sikte på simulere utslipp fra ca 40 m høy skorstein ved siloene. En slange ble løftet til ca 10 m over toppen av siloen. Vindstyrken under forsøket varierte mellom 2 og 4 m/s fra sør-sørvest.

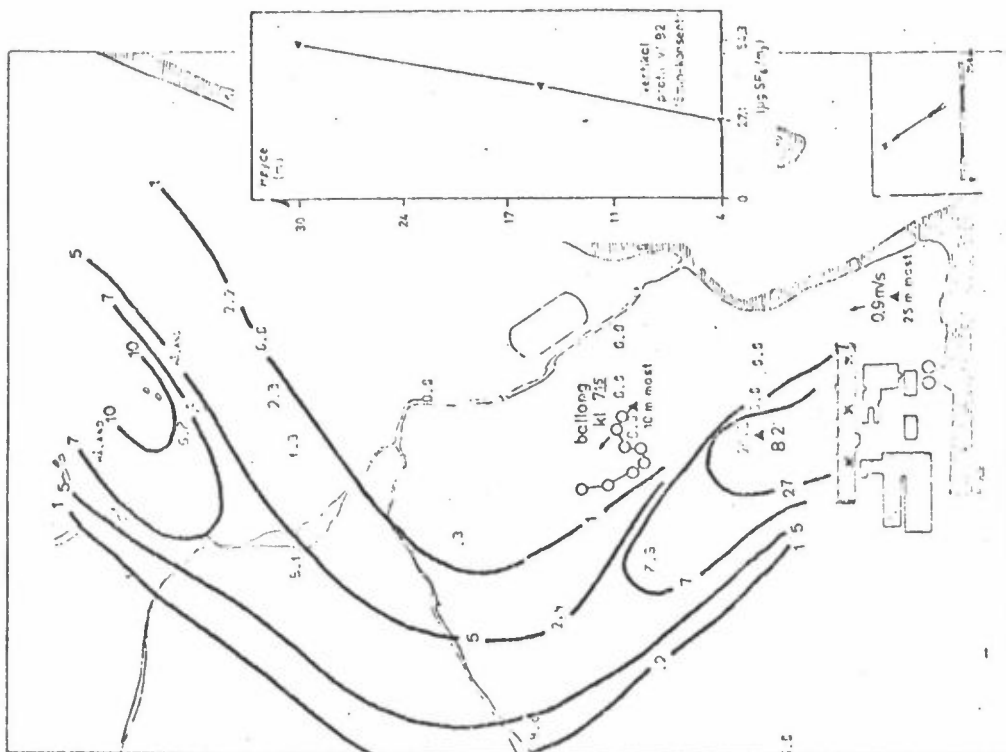
Middelkonsentrasjonene presentert i figur 26 viser at sporstoff-skyen de første 15 min. transporteres rett innover dalen fra punktutslippet. De neste 15 min. dreier vinden til mer sørlig, og skyen dras opp mot vestsiden av dalen igjen, og over mot Håland. Dataene viser også at et 40 m høyt utslipp på siloene ikke er tilstrekkelig høyt til å komme fri av turbulensområdet rundt bygningene på fabrikkområdet. Særlig under den sterkere vinden mellom kl. 1315 og 1330 har vi hatt nedslag

TEST 9 DATE 14/ 6/78 TIME 0945-1000



CONCENTRATION IN (UG/M<sup>3</sup>)

TEST 9 DATE 14/ 6/78 TIME 0930-0945

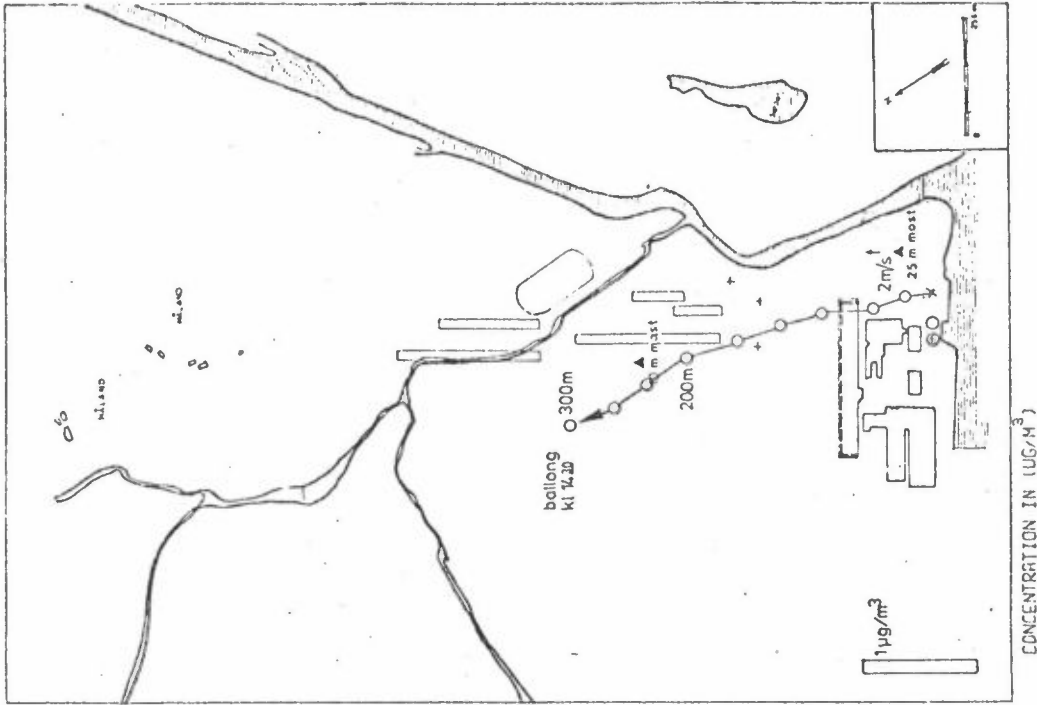


CONCENTRATION IN (UG/M<sup>3</sup>)

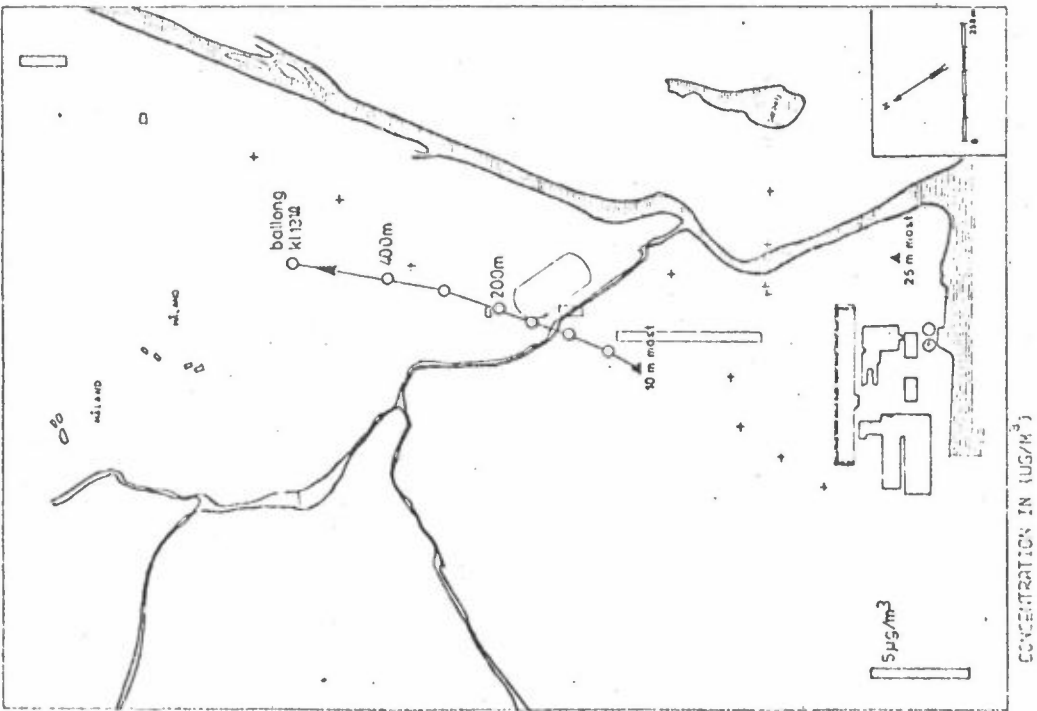
Figur 25: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (ug/m<sup>3</sup>) midlet over 15 min. ved utslipp fra hall C, forsøk 9, 14.6.78 kl. 0930-0945.



TEST 10 DATE 14/ 6/78 TIME 1323-1335



TEST 10 DATE 14/ 6/78 TIME 1315-1330



Figur 27: Øyeblikkskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) målt mellom kl. 1315 og 1335 den 14.6.78. Forsøk 10, utslipp fra 40 m ved silo.

bak hall C. Konsentrasjonene 20 m nord for denne hallen var mellom 23 og 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ved stasjon W, ca 500 m nordøst for utslippet ble midlere  $\text{SF}_6$ -konsentrasjon målt 2, 10 og 30 m over bakken. Disse målingene tyder på at røykaksen lå minst 30 m over bakken. Konsentrasjonene var her henholdsvis 2.6, 2.8 og 3.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Øyeblikkskonsentrasjoner av  $\text{SF}_6$  målt fra fabrikk og oppover dalen viser i figur 27 at konsentrasjoner av størrelsesorden 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble funnet på avstander fra 300 m til 5 km fra utslippet. Dette kan tyde på at spredningen av sporstoff transportert langs dalbunnen begrenses av den trange dalen og de bratte fjellssidene.

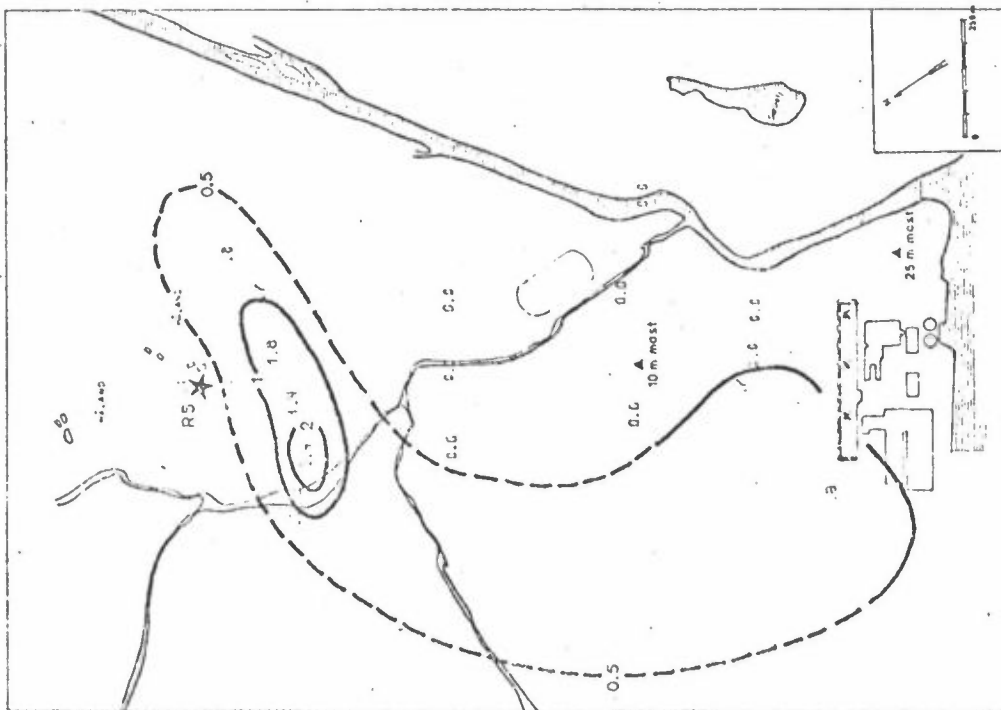
#### 4.11 Forsøk 11, 15-16.6.78 kl. 0527-0630

Hensikten med dette forsøket var å undersøke transporten og spredningen av sporstoff som slipper ut i landbrisen om natten eller tidlig på morgenen og som senere returnerer med sjøbrisen.  $\text{SF}_6$  ble sluppet fra tre punkter på hall C mellom kl. 0527 og 0630, mens vinden blåste utover fjorden (hastighet: 1-2 m/s). En temperaturinversjon lå igjen opp til ca 100-150 m over bakken. Det ble observert tydelige sjikt av røyk i flere lag utover fjorden. Omkring kl. 0630 stilnet vinden og snudde. Utslippet ble stoppet og prøvetakerne nord for hall C startet.

Figur 28 viser middelkonsentrasjoner av  $\text{SF}_6$  i luften som kom tilbake over Høyanger langs vestsiden av fjorden og dalen. Den høyeste konsentrasjonen ble målt nedenfor Håland til 2.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er omtrent en tredjedel av de konsentrasjonene som ble målt når vinden blåste direkte fra fabrikk mot Håland.

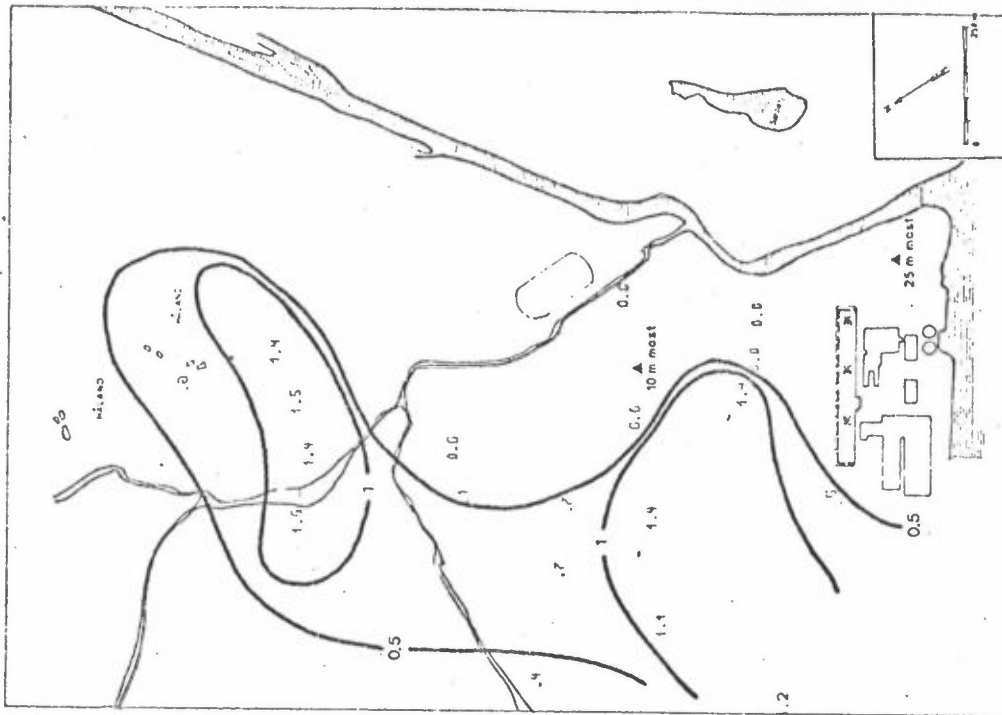


TEST 14 DATE 15/ 6/78 TIME 0700-0715



CONCENTRATION IN (UG/M<sup>3</sup>)

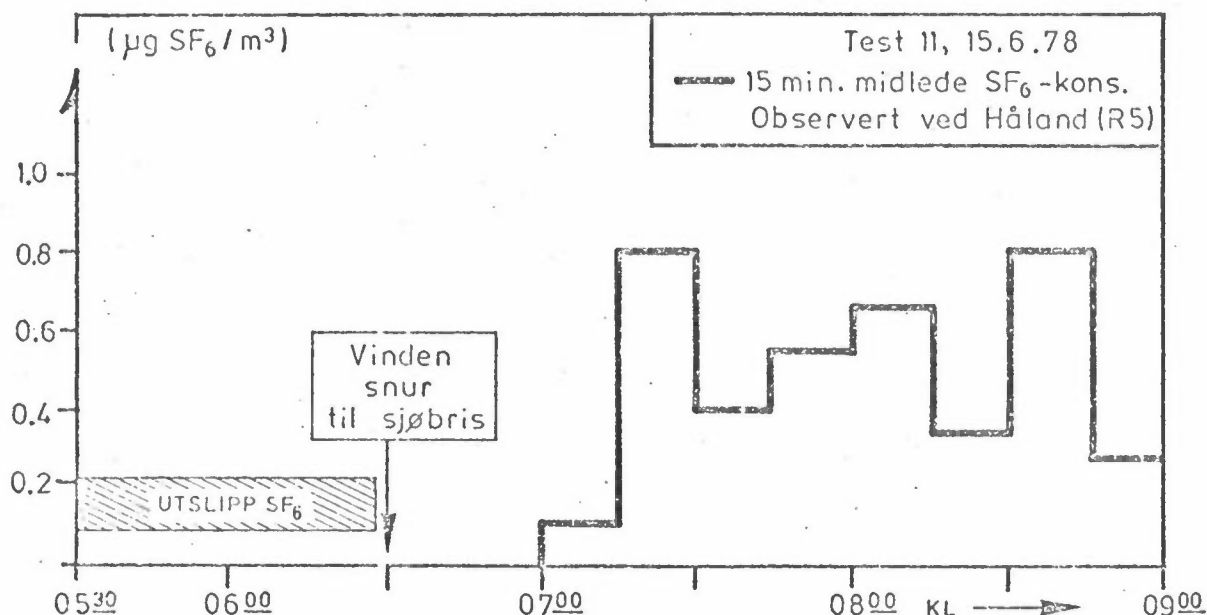
TEST 11 DATE 15/ 6/78 TIME 0715-0730



CONCENTRATION IN (UG/M<sup>3</sup>)

Figur 28: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (ug/m<sup>3</sup>) midlet over 15 min. ved utslipp fra hall C i en land/sjøbris-situasjon den 15.6.78 kl. 0700-0730.

Prøvetakere for 15-min midlele konsentrasjoner var i drift på Håland fra kl. 0700 til kl. 0900. Resultatene av disse er vist i figur 29.



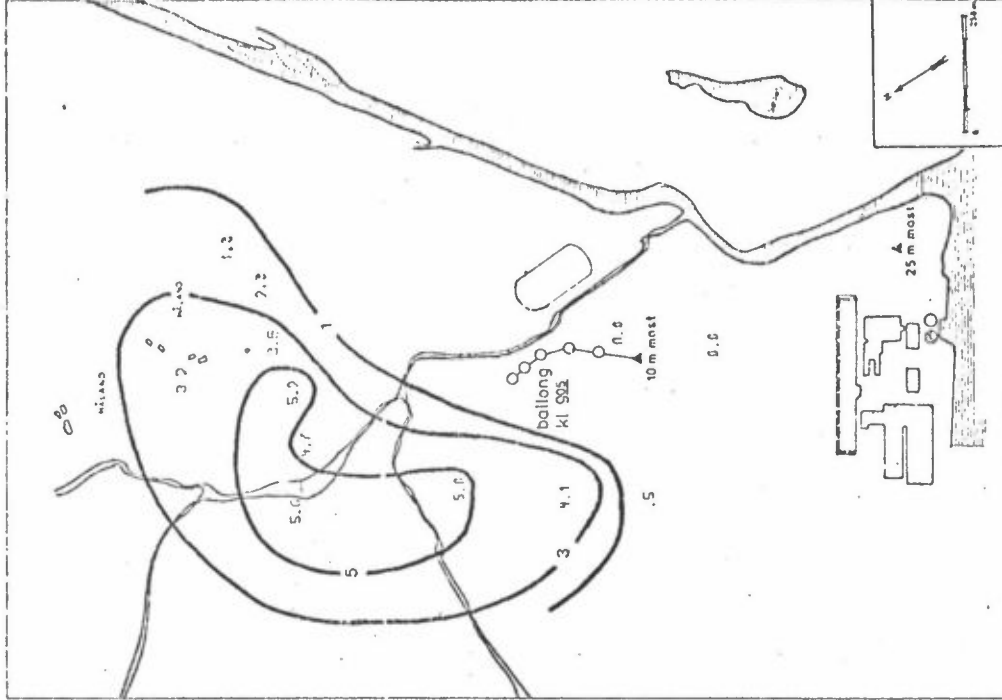
Figur 29: Konsentrasjonsforløpet med tiden fra kl. 0700 til 0900 på Håland den 15.6.78.

Den høyeste konsentrasjonen ved dette målepunktet (R5) var 0.8 µg/m<sup>3</sup> kl 0715-0730 og kl. 0830-0845. Forøvrig viser figur 29 at betydelige SF<sub>6</sub>-konsentrasjoner ble målt på Håland inntil 2½ time etter at SF<sub>6</sub>-utslippet var stoppet på hall C. Forurensninger som slipper ut i landbrisen tidlig på morgenen kan derfor ha betydelig innflytelse på maksimumskonsentrasjonene i Høyanger i minst 2-3 timer etter at vinden snur til sjøbris om morgenen.

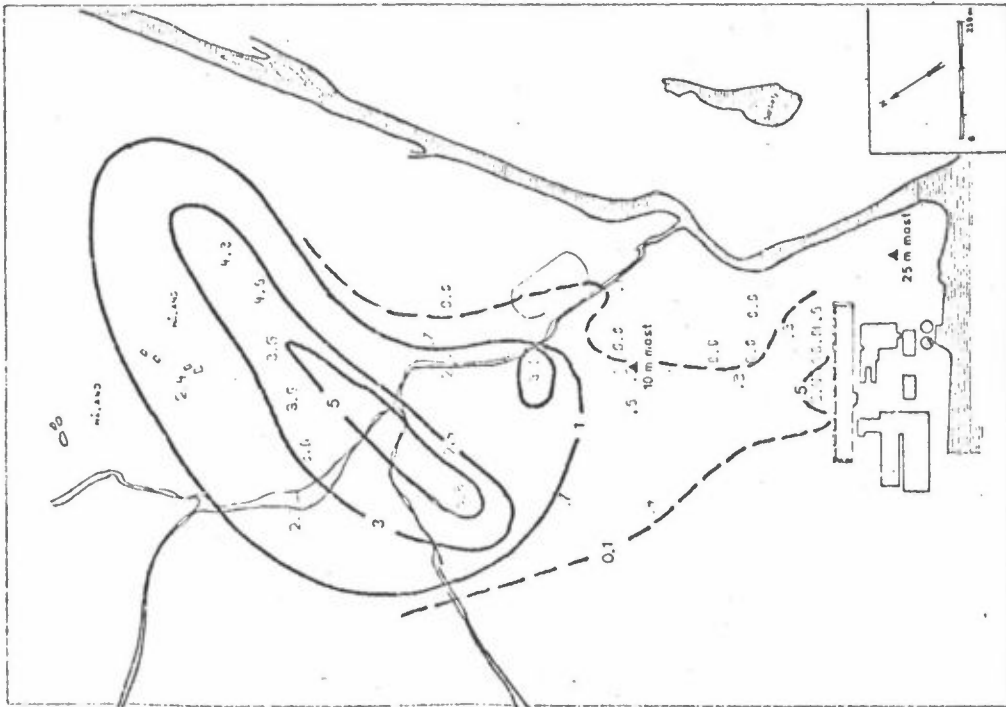
#### 4.12 Forsøk 12, 15.6.78 kl. 1115-1200

Under forsøk 12 ble SF<sub>6</sub> sluppet ved siloen fra en slange løftet 70 m over bakken med ballong. Hensikten var å simulere utslipp fra en skorstein med større effektiv utslippshøyde enn i forsøk 10. Forsøket ble gjennomført i 2-4 m/s vind fra sør og sør-sørvest under nær nøytrale forhold.

TEST 12 DATE 15/ 6/78 TIME 1145-1200



TEST 12 DATE 15/ 6/78 TIME 1130-1145



Figur 30: Konsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (µg/m<sup>3</sup>) midtlet over 15 min. ved utslipp fra 70 m ved silo. Forsøk 12, 15.6.78 kl. 1130-1200.

Middelkonsentrasjoner over 15 min presentert i figur 30 viser at økningen av utslippshøyden til 70 m virkelig reduserer maksimumkonsentrasjonene i nærsonen bak fabrikkområdet. En har ikke unngått at en del av utslippene slår ned bak hall C, men det generelle bilde viser at maksimum-konsentrasjonene nå forekommer opp mot Håland. I nærsonen er maksimumkonsentrasjonen redusert fra  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (i forsøk nr. 10) til  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for et 70 m høyt utslipp. På større avstander synes konsentrasjonene fra 70 m-utslippet å være større enn for utslipp fra 40 m. Konsentrasjonene opp mot Håland i forsøk 12 var omkring  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 5 BEREGNING AV FLUOR- OG SO<sub>2</sub>-KONSENTRASJONER FRA OBSERVERTE KONSENTRASJONER AV SF<sub>6</sub>

Hvis en antar at utslippet av SF<sub>6</sub> har samme fordeling som utslippene av luftforurensningene, kan de målte SF<sub>6</sub>-konsentrasjonene brukes til å estimere konsentrasjoner av forurensninger. I en slik proporsjonalitetsmodell for utslipp er konsentrasjonen av den søkte forurensningskomponent, C<sub>p</sub>, gitt ved:

$$C_p = C_{\text{SF}_6} \cdot (Q_p/Q_{\text{SF}_6})$$

hvor C<sub>SF<sub>6</sub></sub> er målt SF<sub>6</sub>-konsentrasjon, Q<sub>p</sub> og Q<sub>SF<sub>6</sub></sub> er totalt utslipp pr. tidsenhet av henholdsvis forurensning og SF<sub>6</sub>. Denne omregningen forutsetter at forurensningene spres på samme måte som SF<sub>6</sub>, og at de ikke utsettes for kjemiske reaksjoner eller avsettes på bakken under transporten. Transporttidene over den skala som er undersøkt i Høyanger, er så små at beregnede konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> bare vil være ubetydelig overestimert. Når det gjelder total fluor vil estimatene bl.a. være avhengig av luftfuktighet. Også avsetning av partikulært fluor på bakken kan føre til at fluorkonsentrasjonene overestimeres på store avstander.

I planene for ombygging av fabrikkene i Høyanger foreligger det hele fem forskjellige utslippsalternativer. Disse er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Total fluor (F) og SO<sub>2</sub>-utslipp ved forskjellige alternativer.

Alternativ	Aluminium produksjon t/h	F total			SO <sub>2</sub>		
		haller kg/h	piper kg/h	totalt kg/h	haller kg/h	piper kg/h	totalt kg/h
1975-76	3.2	9.2	1.7*	10.9	8	32*	40
1	8.8	2.8	1.6	4.4	21	28	49
2	8.8	4.2	2.0	6.2	26	28	54
3	8.8	6.3	2.4	8.7	30	28	58
4	6.6	8.9	1.6	10.5	26	30	56
5	6.6	2.4	3.1	5.5	15	32	47

\* Idag slippes rengassen ut gjennom røykkanalen i fjellsiden ca 200 m over fjorden.

Utslippsmengdene av F og SO<sub>2</sub> gitt i tabell 2 kan kombineres med utslippene av SF<sub>6</sub> gitt i tabell 1, til å gi forholdstall mellom målte SF<sub>6</sub>-konsentrasjoner og konsentrasjoner av F eller SO<sub>2</sub> for de forskjellige alternativene. Disse forholdstallene er gitt i tabell 3.

Tabell 3: Forholdstall for utslipp av total fluor (E<sub>F</sub>) og SO<sub>2</sub> (E<sub>SO<sub>2</sub></sub>)\*

Forsøk	Q <sub>SF<sub>6</sub></sub> kg/h	E <sub>F</sub> F-total, Alternativer						E <sub>SO<sub>2</sub></sub> SO <sub>2</sub> , Alternativer					
		1975-76	1	2	3	4	5	1975-76	1	2	3	4	5
1	1.82	5.1	1.5	2.3	3.5	4.9	1.3	4.4	11.5	14.8	16.5	15.9	8.2
4	2.38	3.9	1.2	1.8	2.7	3.8	1.0	3.4	8.8	11.3	12.6	12.2	6.3
5	2.36	3.9	1.2	1.8	2.7	3.8	1.0	3.4	8.9	11.4	12.7	12.3	6.4
6	3.43	2.7	0.8	0.8	1.9	2.6	0.7	2.3	6.1	7.9	8.7	8.5	4.4
7	2.42	3.8	1.2	1.7	2.6	3.7	1.0	3.3	8.7	11.2	12.4	12.4	6.2
8	2.38	3.9	1.2	1.8	2.7	3.8	1.0	3.4	8.8	11.3	12.6	12.2	6.3
9	3.68	2.5	0.8	1.1	1.7	2.4	0.7	2.2	5.7	7.3	8.2	7.9	4.1
10	1.69	1.0	0.9	1.2	1.4	0.9	1.8	18.9	16.6	16.6	16.6	17.6	13.9
11	2.42	3.8	1.2	1.7	2.6	3.7	1.0	3.3	8.7	11.2	12.4	12.0	6.2
12	1.69	1.0	0.9	1.2	1.4	0.9	1.8	18.9	16.6	16.6	16.6	17.8	13.9

\*) E<sub>F</sub> = Q<sub>F</sub> hall / Q<sub>SF<sub>6</sub></sub> and E<sub>SO<sub>2</sub></sub> = Q<sub>SO<sub>2</sub></sub> hall / Q<sub>SF<sub>6</sub></sub> for forsøk 1, 4-9, 11.  
E<sub>F</sub> = Q<sub>F</sub> pipe / Q<sub>SF<sub>6</sub></sub> and E<sub>SO<sub>2</sub></sub> = Q<sub>SO<sub>2</sub></sub> pipe / Q<sub>SF<sub>6</sub></sub> for forsøk 10 og 12.

For å estimere konsentrasjonen av F eller SO<sub>2</sub> som resultat av utslipp fra hallen eller fra skorsteinen (avhengig av hvor SF<sub>6</sub> ble sluppet fra) kan en nå bare multiplisere de observerte SF<sub>6</sub>-konsentrasjonene med forholdstallene i tabell 3. F.eks. ble den høyeste SF<sub>6</sub>-konsentrasjonen i forsøk 6 med utslipp fra hall C observert til 10 µg SF<sub>6</sub>/m<sup>3</sup>. Den SO<sub>2</sub> konsentrasjonen som ville ha blitt målt ved dette målepunkt over samme midlingstid som resultat av utslipp fra hallen ville for utslippsalternativ 4 her vært 8.5 ganger større dvs. 85 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

Resultatene av slike beregninger er oppsummert i tabell 4 og 5 for henholdsvis den høyeste konsentrasjonen observert i hele området og den høyeste konsentrasjonen målt ved Håland. Tabellene presenterer maksimale 15-minutts-midlete konsentrasjoner. Maksimumskonsentrasjonene ble som regel observert i nærområdet bak hall C. For forsøkene nr. 4-9 angir fluor og SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene bare resultat av hallutslippene. I forsøkene 10 og 12 er de angitte konsentrasjonene bare resultat av forurensninger sluppet fra skorsteiner, og forsøk 11 viser bidraget fra utslipp i landbrisen om morgenen og returnert med sjøbrisen en time eller to senere.

Tabell 4: Estimat av maksimale konsentrasjoner av total fluor (C<sub>F</sub>(max))- og SO<sub>2</sub> (C<sub>SO<sub>2</sub></sub>(max)) fra observerte maksimumskonsentrasjoner av SF<sub>6</sub> (C<sub>SF<sub>6</sub></sub>(max)).

Forsøk nr.	Utslipp	C <sub>SF<sub>6</sub></sub> (max) µg/m <sup>3</sup>	C <sub>F</sub> (max) (µg/m <sup>3</sup> )					C <sub>SO<sub>2</sub></sub> (max) (µg/m <sup>3</sup> )						
			Utslippsalternativer av fluor					Utslippsalternativer av SO <sub>2</sub>						
			1975-76	1	2	3	4	5	1975-76	1	2	3	4	5
1	Hall C	14.4	73	22	33	50	71	19	63	166	213	238	229	118
4	Hall C	5.1	20	6	9	14	19	5	17	45	59	64	62	32
5	Hall C	7.6	30	9	14	21	29	8	26	68	87	97	93	49
6	Hall C	10.0	27	8	8	19	26	7	23	61	79	87	85	44
7	Hall C	2.0	8	2	3	5	8	2	7	19	22	25	24	12
8	Hall C	2.8	11	3	5	8	11	3	10	25	32	35	34	13
9	Hall C	27.3	68	22	30	46	66	19	60	156	199	224	216	112
10	40 m skorst.	31.4	-	28	38	44	28	57	-	521	521	521	559	593
11	I landbrisen	2.4	9	3	4	6	9	2	8	21	27	30	29	15
12	70 m skorst.	5.9	-	5	7	8	5	11	-	98	98	93	105	112

Tabell 5: Estimert av maksimale konsentrasjoner av total fluor ( $C_p(max)$ ) og  $SO_2(C_{SO_2}(max))$  ved Håland.

Forsøk nr.	Utslipp	$C_{SF_6}(max)$ $\mu g/m^3$	$C_F(max)$ ( $\mu g/m^3$ )					$C_{SO_2}(max)$ ( $\mu g/m^3$ )						
			Utslippsalternativer av fluor					Utslippsalternativer av $SO_2$						
			1975-76	1	2	3	4	5	1975-76	1	2	3	4	5
4	Hall C	0.3	1	0.4	0.5	0.8	1.1	0.3	1.0	3	3	4	4	2
5	Hall C	3.3	13	4	6	9	13	3	11	29	38	42	41	21
6	Hall C	7.0	19	6	6	13	18	5	16	43	55	61	60	31
7	Hall C	1.9	7	2	3	5	7	2	6	17	21	24	23	12
8	Hall C	0.7	3	1	1	2	3	1	2	6	8	9	9	4
9	Hall C	9.7	24	8	11	16	23	7	21	55	71	80	77	40
10	40 m skorst.	1.1	-	1	1	2	1	2	-	18	18	18	20	21
11	I land- bris	2.4	9	3	4	6	9	2	8	21	27	30	29	15
12	70 m skorst.	5.2	-	5	6	7	5	9	-	86	86	86	93	98

De høyeste estimerte fluorkonsentrasjonene nær hallen og på Håland var henholdsvis 66 og 23  $\mu g F/m^3$ . Begge forekom ved utslippsalternativ 4 under forsøk nr. 9. De høyeste F-konsentrasjonene som resultat av utslipp fra en skorstein er estimert for utslippsalternativ 5. Bak hallen er F-konsentrasjonen da 57  $\mu g F/m^3$ , på Håland 9  $\mu g F/m^3$ .

De høyeste  $SO_2$ -konsentrasjonene forårsaket av hallutslippet ble estimert nær hallen til 224  $\mu g SO_2/m^3$  og på Håland til 80  $\mu g SO_2/m^3$ . Disse konsentrasjonene forekom ved utslippsalternativ 3 under forsøk nr. 9. De høyeste  $SO_2$ -konsentrasjonene forårsaket av skorsteinsutslippet er estimert til maksimalt 543  $\mu g SO_2/m^3$  bak hallen og 98  $\mu g SO_2/m^3$  ved Håland. Den første for utslipp fra en 40 m høy skorstein (forsøk 10) den andre fra en 70 m høy skorstein (forsøk 12), begge for utslippsalternativ 5.

For å vurdere en spesiell situasjon som kan føre til høy forureningsbelastning i Høyanger, har en estimert konsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  og fluor i en land/sjøbris-situasjon, med utslipp både fra hall C og fra skorsteiner.

Konsentrasjonsbidragene som resultat av utslipp fra hallene, fra en skorstein og fra tilbakestrømning med sjøbrisen er summert i en situasjon med en svak landbris som snur til pålandsvind med styrke ca 2 m/s i én til to timer etter vinddreiningen. Situasjonen ligner på den som ble observert under spredningsforsøk i Høyanger om morgenen den 15.6.78. Forsøkene nr. 9-12 danner grunnlaget for beregningene av de summerte konsentrasjonene. Utslippsalternativ 4 er valgt i eksemplene presentert i figurene 31-33.

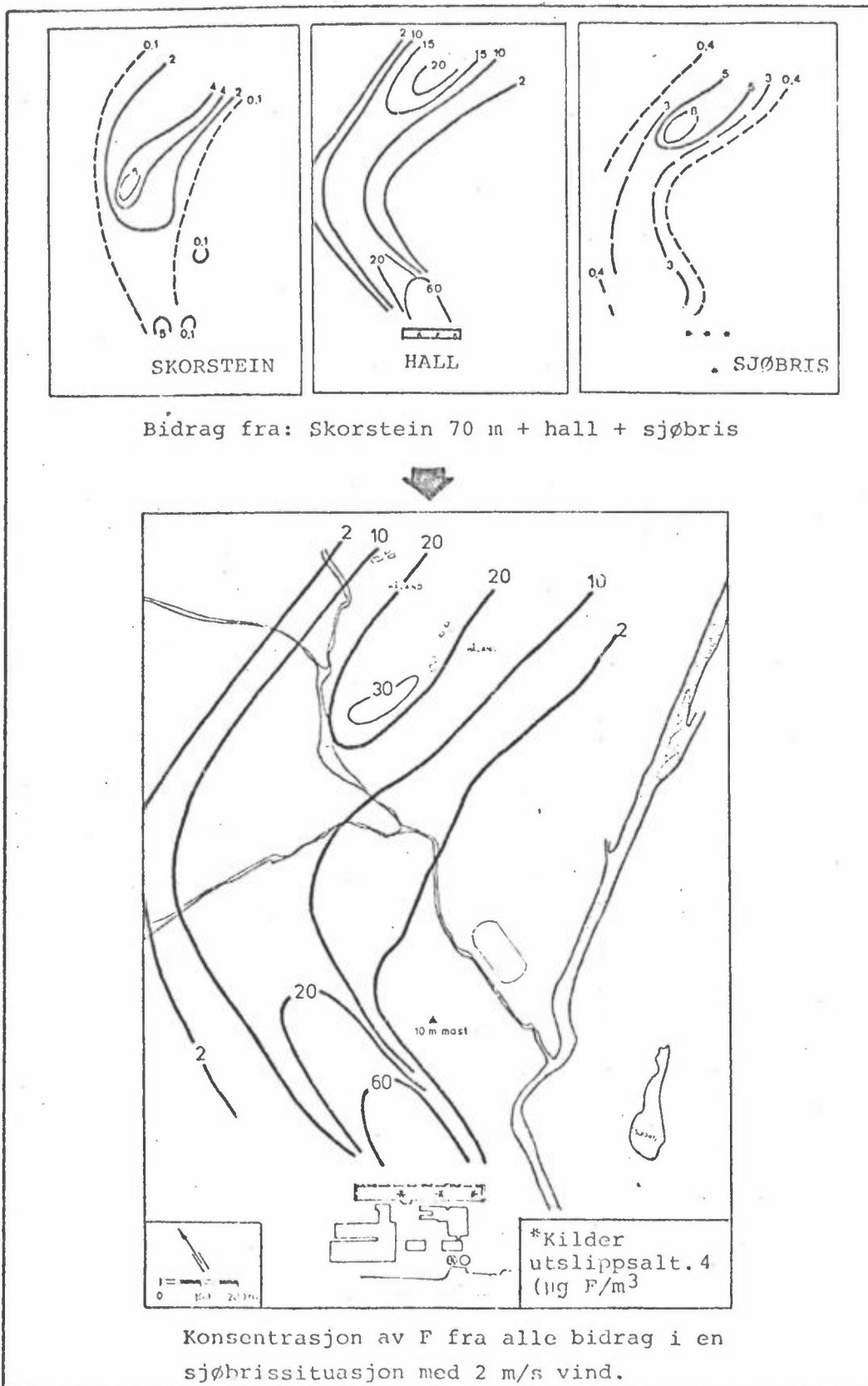
Situasjonen som er presentert viser at utslippene vil føre til to maksimumsområder både for fluor og  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner. Det ene ligger innenfor 300 m fra hall C, det andre ligger opp mot Håland. Konsentrasjonene er basert på 15-min.-midle konsentrasjoner av  $\text{SF}_6$ , men vil kunne sammenlignes med timesmiddelnormer ved å multiplisere tallene med  $\approx 0.85$ .

I figur 31 har en illustrert hvordan kombinasjonen av skorsteinsutslippet, hallutslippet og bidraget fra tilbakestrømning i sjøbrisen (se forsøk 11) tilsammen gir den totale konsentrasjonsfordelingen av fluor, når skorsteinsutslippet skjer fra en 70 m høy skorstein. I figur 32 har en vist fluorkonsentrasjonene i samme situasjon, når skorstein er 40 m høy.

Den største forskjellen ligger i nærsonen bak hall C, der 70 m pipen gir konsentrasjoner på  $\approx 60 \mu\text{g F/m}^3$ , mens 40 m pipen resulterer i F-konsentrasjoner på mer enn  $100 \mu\text{g F/m}^3$ . Ved Håland ligger konsentrasjonene på 25-30  $\mu\text{g F/m}^3$ .

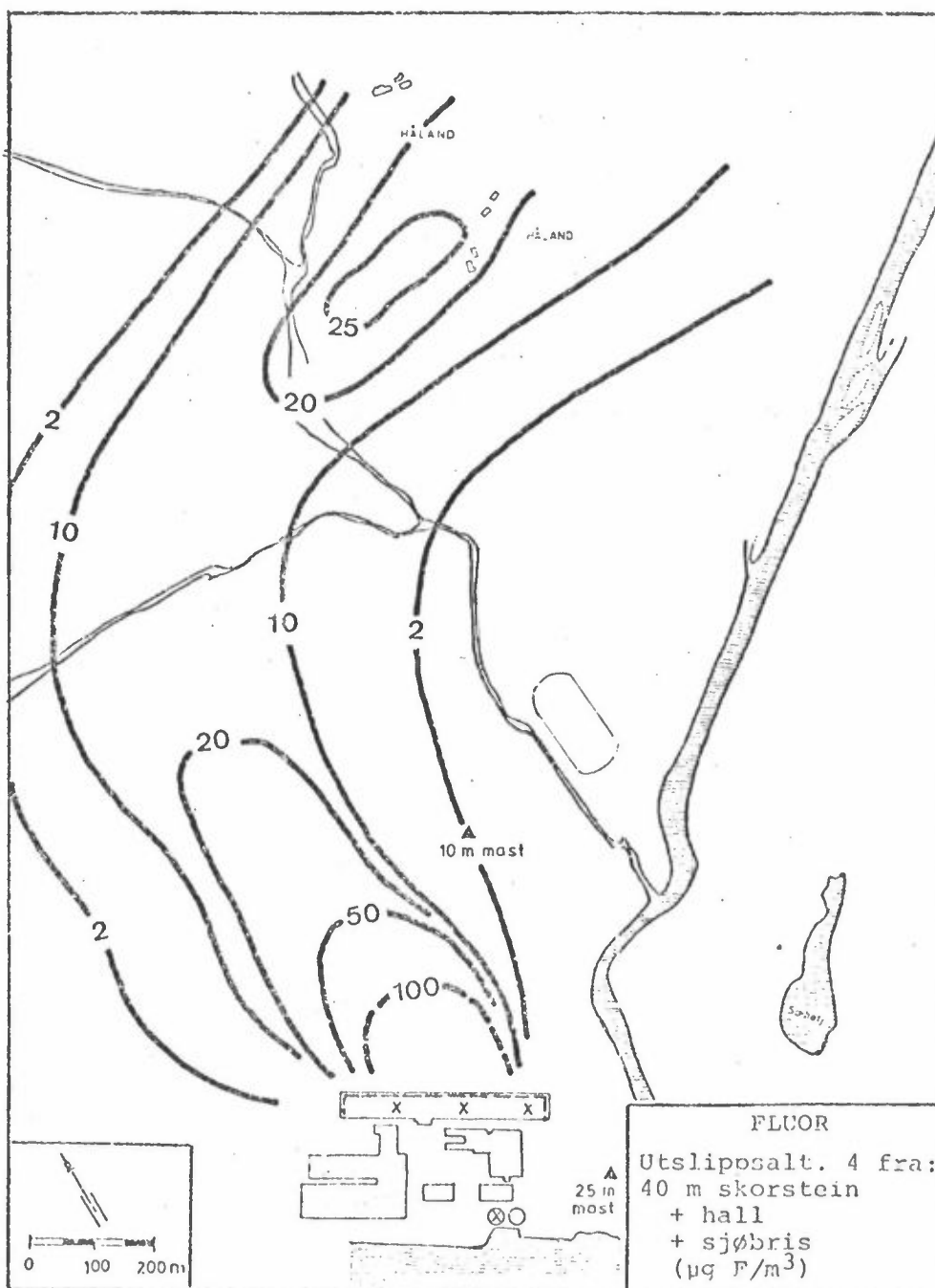
Tilsvarende konsentrasjoner for  $\text{SO}_2$  er vist i figur 33, hvor  $\text{SO}_2$ -utslippet fra skorsteinen er relativt større i forhold til hallutslippet. Derfor blir forskjellen i maksimalbelastningen bak



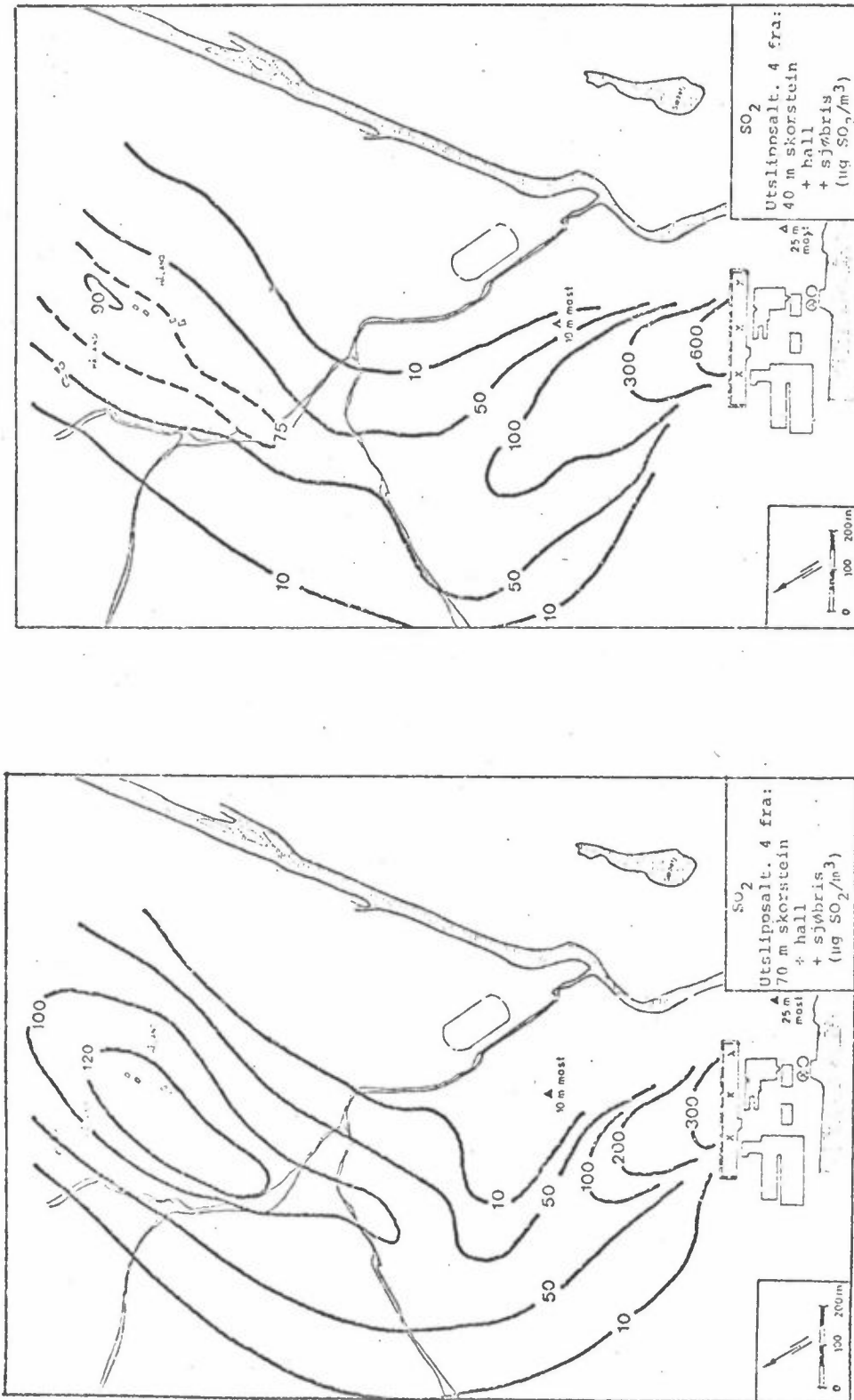


Figur 31: 15-min-midle konsentrasjoner av totalt fluor (F) som resultat av utslipp fra hallene og fra en 70 m høy skorstein i en land/sjøbris-situasjon. Utslippsalternativ 4.

hall C større. En 40 m høy skorstein er estimert å føre til 15-min-midlete  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner på  $\approx 600 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ , mens utslipp fra en 70 m høy skorstein fører til konsentrasjoner opp til  $300 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ .



Figur 32: 15-min-midlete konsentrasjoner av totalt fluor (F) som resultat av utslipp fra hallene og fra en 40 m høy skorstein i en land/sjøbris-situasjon. Utslippalternativ 4.



Figur 33: 15-min-midlele konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> som resultat av utslipp fra hallene og fra  
a) en 70 m høy skorstein  
b) en 40 m høy skorstein  
Land/sjøbruis-situasjon og utslippsalternativ 4.

6 REFERANSER

- (1) Lamb, B.  
Skogvold, O.F. A tracer investigation of the wake downwind of an aluminium smelter hall. Lillestrøm 1978. (NILU OR 26/78.)
- (2) Grønske, K.E.  
Lamb, B.  
Sivertsen, B. Luftforurensninger i Høyanger etter bygging av nytt aluminiumverk. Lillestrøm 1979. (NILU OR 4/79.)
- (3) Lamb, B.  
Sivertsen, B. Atmospheric dispersion experiments using the NILU automatic weather station and SF<sub>6</sub> tracer technique. Lillestrøm 1978. (NILU TN 12/78.)
- (4) Grønskei, K.E. Vind og stabilitetsforhold i Høyanger, oktober 1977 - oktober 1978. Lillestrøm 1979. (NILU TN 1/79.)

VEDLEGG A  
TIMEVISE OBSERVASJONER AV  
METEOROLOGISKE DATA FRA HØYANGER

T3 = temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) 3 m over bakken i parken (AWS)  
T10 = temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) 10 m over bakken i parken (AWS)  
 $\Delta T_{25-10}$  = temperaturforskjell mellom 25 og 10 m i  
parken (AWS)  
RH = relativ fuktighet 3 m over bakken (AWS)  
 $T_{\text{sjø}}$  = sjøtemperaturen målt ca 500 m SV for fabrikk  
FF<sub>25</sub> = vindstyrke (m/s) 25 m over bakken AWS  
DD<sub>25</sub> = vindretning (dekagrader) 25 m over bakken AWS  
FF<sub>BH</sub> = vindstyrke (m/s) 10 m over bakken ved stasjon W  
DD<sub>BH</sub> = vindretning (dekagrader) 10 m over bakken ved  
stasjon W.

			T3	T10	T230	$\Delta T_{25-10}$	RH	Tsjø	FF <sub>25</sub>	DD <sub>25</sub>	FF <sub>BH</sub>	DD <sub>BH</sub>	
22	5	78	1	12.7	13.9	14.2	1.4	.74	9.9	1.0	3	6	2
22	5	78	2	11.5	12.7	12.2	1.6	.81	9.9	.7	1004	5	3
22	5	78	3	11.6	12.5	12.0	1.4	.82	9.9	1.1	4	5	3
22	5	78	4	12.2	12.8	11.8	1.3	.81	9.9	1.7	4	8	3
22	5	78	5	12.2	12.7	11.0	1.2	.82	9.9	1.4	4	7	4
22	5	78	6	12.8	13.2	11.1	1.0	.82	9.9	1.5	4	7	4
22	5	78	7	13.6	14.1	12.6	.8	.82	9.9	.7	6	5	3
22	5	78	8	13.9	14.6	14.2	.9	.82	9.9	.8	19	.7	16
22	5	78	9	15.0	15.5	15.0	.6	.75	10.2	1.2	18	1.1	20
22	5	78	10	17.4	17.1	16.2	.1	.67	10.2	1.1	19	1.1	18
22	5	78	11	20.3	18.9	16.2	-.8	.58	10.5	1.8	18	3.1	4
22	5	78	12	21.3	20.6	17.2	-.7	.52	10.5	3.2	5	4.6	4
22	5	78	13	22.0	21.3	17.2	-.7	.49	10.8	4.2	4	4.8	3
22	5	78	14	22.1	21.4	18.1	-.7	.48	10.5	5.4	4	4.6	3
22	5	78	15	21.7	21.2	18.2	-.4	.48	10.5	5.1	4	5.1	3
22	5	78	16	22.1	21.8	17.9	-.5	.47	10.5	4.3	4	4.1	4
22	5	78	17	21.9	21.7	18.5	-.5	.47	10.5	4.6	3	3.8	3
22	5	78	18	20.8	20.7	18.2	-.2	.49	10.5	4.4	4	3.6	3
22	5	78	19	19.7	19.8	16.8	-.1	.53	10.2	4.5	2	4.0	4
22	5	78	20	18.3	18.3	15.7	-.0	.60	10.2	6.1	2	5.9	2
22	5	78	21	17.5	17.6	15.1	.1	.61	10.2	4.8	2	4.8	3
22	5	78	22	17.0	17.1	15.0	.1	.63	10.2	5.2	3	4.4	3
22	5	78	23	16.5	16.8	14.9	.2	.64	9.9	4.3	3	3.4	3
22	5	78	24	16.1	16.3	13.8	.2	.67	9.9	4.1	4	3.6	4
23	5	78	1	15.4	15.8	14.0	.3	.72	10.2	2.7	4	2.6	3
23	5	78	2	14.4	14.9	13.2	.5	.85	10.2	3.3	4	3.1	3
23	5	78	3	15.7	15.9	13.9	.2	.75	10.2	5.0	3	4.6	2
23	5	78	4	15.2	15.4	13.0	.2	.75	10.2	4.1	2	3.6	2
23	5	78	5	15.4	15.6	13.0	.2	.74	10.5	4.3	2	3.5	2
23	5	78	6	15.9	16.0	13.5	.1	.73	10.5	3.9	4	4.0	3
23	5	78	7	16.4	16.4	14.0	-.0	.72	10.5	3.3	4	3.4	4
23	5	78	8	17.1	17.1	14.3	-.1	.72	10.8	3.0	6	5.1	4
23	5	78	9	17.7	17.6	15.3	-.1	.69	10.8	5.7	5	6.0	4
23	5	78	10	19.4	18.8	15.6	-.5	.65	11.0	5.8	5	5.9	4
23	5	78	11	20.2	19.5	16.2	-.5	.63	11.3	6.7	4	5.9	4
23	5	78	12	19.4	19.2	16.7	-.2	.63	11.6	7.0	4	5.6	2
23	5	78	13	19.8	19.4	16.0	-.3	.62	11.6	7.3	4	5.2	3
23	5	78	14	19.3	19.1	16.1	-.1	.63	11.9	6.9	3	4.8	3
23	5	78	15	19.7	19.6	16.2	-.2	.61	11.9	5.5	2	4.6	2
23	5	78	16	19.7	19.6	16.3	-.1	.59	11.6	5.3	2	4.6	2
23	5	78	17	18.9	18.9	16.2	-.1	.63	11.6	3.9	2	4.1	3
23	5	78	18	17.4	17.5	15.2	.0	.69	11.6	4.5	2	3.9	2
23	5	78	19	16.0	16.2	14.1	.2	.78	11.3	3.3	1	2.9	2
23	5	78	20	14.5	14.8	13.1	.3	.90	11.3	3.8	2	3.2	2
23	5	78	21	12.6	13.3	12.8	.6	1.00	10.8	1.1	1018	1.2	2
23	5	78	22	11.9	12.4	11.9	.6	1.00	10.8	.9	1004	.9	4
23	5	78	23	12.2	12.6	11.9	.9	.99	10.8	1.5	3	1.2	2
23	5	78	24	13.0	13.5	11.6	.5	.84	10.8	4.1	2	4.1	2
24	5	78	1	12.7	13.0	11.8	.3	.83	11.0	3.9	3	4.4	2
24	5	78	2	12.8	13.1	11.5	.4	.81	11.0	3.9	2	3.1	3
24	5	78	3	12.1	12.6	11.6	.4	.87	11.0	3.0	2	4.8	2
24	5	78	4	11.8	12.3	11.1	.5	.90	11.0	2.6	4	1.9	2
24	5	78	5	11.5	12.2	11.3	.8	.94	11.6	1.7	1007	1.3	2
24	5	78	6	13.9	14.4	12.3	.5	.72	11.6	4.2	3	3.2	2
24	5	78	7	13.5	13.9	13.3	.3	.78	11.6	2.5	1	2.0	2
24	5	78	8	12.2	12.6	12.1	.2	.93	11.9	1.3	1026	2.1	2
24	5	78	9	10.9	11.3	10.6	.2	1.00	12.2	.9	1019	.9	20
24	5	78	10	11.1	11.4	9.4	.1	1.00	12.2	.9	1004	.7	4
24	5	78	11	11.2	11.3	9.4	.3	1.00	12.2	1.1	1013	1.2	20
24	5	78	12	11.6	11.9	10.1	.4	1.00	12.2	2.3	3	1.1	3
24	5	78	13	11.6	12.1	10.2	.5	.99	12.2	1.5	3	.9	2
24	5	78	14	10.5	10.7	10.1	.3	1.00	12.2	5.4	1018	2.3	22
24	5	78	15	9.1	9.2	8.1	.2	.97	12.2	6.1	17	2.9	24
24	5	78	16	8.3	8.3	6.4	.1	1.00	12.2	4.1	17	2.4	24
24	5	78	17	8.0	8.0	6.1	.1	1.00	11.9	2.8	16	1.6	23
24	5	78	18	7.9	8.0	5.7	.2	.97	11.9	2.5	16	1.7	22
24	5	78	19	8.2	8.4	5.3	.1	.92	11.9	1.3	15	.6	24
24	5	78	20	8.6	8.7	5.9	.1	.88	11.9	.7	1007	.9	2
24	5	78	21	7.8	8.1	6.2	.1	.89	11.9	.7	5	1.0	2
24	5	78	22	6.5	7.0	5.2	.4	.95	11.6	1.5	3	.3	2
24	5	78	23	6.1	6.6	5.1	.7	.87	11.6	2.0	2	.5	3
24	5	78	24	5.2	5.4	3.9	.6	.93	11.6	2.9	3	.5	3

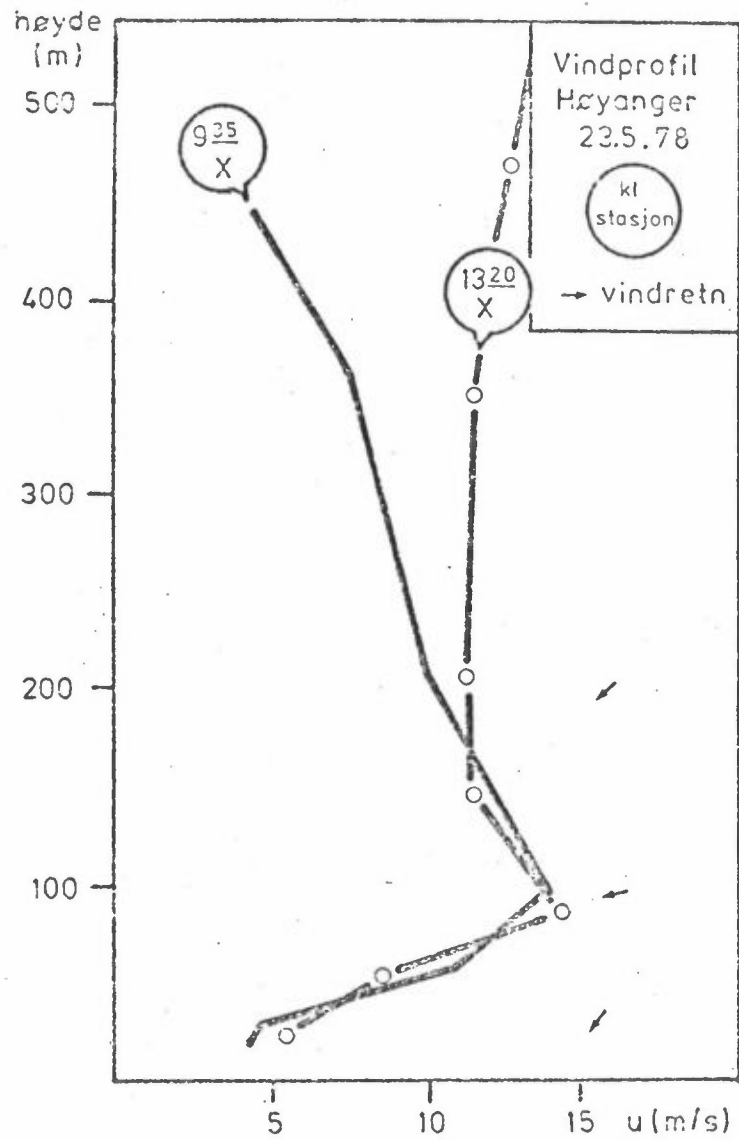
			T3	T10	T230	ΔT25-10	RH	Tsjø	FF <sub>25</sub>	DD <sub>25</sub>	FF <sub>BH</sub>	DD <sub>BH</sub>	
25	5	78	1	4.3	4.7	3.3	.8	.96	11.6	1.3	5.	.7	2.
25	5	78	2	4.1	4.3	2.6	.7	.95	11.6	2.3	4.	.8	5.
25	5	78	3	4.1	4.3	3.6	.7	.95	11.6	1.9	4.	.6	2.
25	5	78	4	4.2	4.5	2.9	.7	.96	11.6	1.5	4.	.3	4.
25	5	78	5	4.7	5.0	3.1	.5	.94	11.6	1.3	4.	.6	4.
25	5	78	6	5.3	5.6	3.6	.3	.92	11.6	.4	13.	.5	4.
25	5	78	7	5.4	5.6	5.3	.5	.92	11.6	.8	18.	.8	18.
25	5	78	8	6.1	6.1	6.3	.2	.87	11.9	.7	22.	1.1	17.
25	5	78	9	7.8	7.5	6.9	-.3	.77	11.6	.9	20.	1.1	16.
25	5	78	10	11.4	9.8	7.0	-1.5	.68	11.6	1.4	20.	1.9	16.
25	5	78	11	12.0	9.6	7.9	-.8	.72	11.9	1.8	20.	1.8	17.
25	5	78	12	13.1	11.1	8.9	-1.4	.71	11.9	1.4	21.	1.9	16.
25	5	78	13	13.9	12.3	9.9	-1.3	.64	11.9	1.2	22.	1.9	16.
25	5	78	14	14.6	12.5	11.3	-1.5	.65	11.9	1.8	21.	1.9	17.
25	5	78	15	15.3	13.8	12.1	-1.3	.60	11.9	1.3	21.	1.6	17.
25	5	78	16	15.2	14.3	12.8	-1.3	.59	11.9	1.3	21.	1.6	16.
25	5	78	17	15.3	14.5	13.8	-1.2	.53	11.9	1.4	21.	1.6	17.
25	5	78	18	15.4	14.8	12.8	-.9	.46	11.9	1.1	22.	.8	21.
25	5	78	19	12.4	12.9	11.8	.1	.59	11.9	.7	1006.	.6	2.
25	5	78	20	12.3	12.3	9.9	.1	.65	11.9	2.6	1004.	.9	4.
25	5	78	21	11.2	11.5	9.0	.3	.76	11.9	.9	1005.	.6	2.
25	5	78	22	11.1	11.3	8.8	.2	.77	11.9	1.4	4.	.4	4.
25	5	78	23	10.9	11.1	8.7	.2	.82	11.6	1.8	4.	.8	2.
25	5	78	24	10.8	11.1	8.7	.2	.81	11.6	1.1	4.	.5	2.
26	5	78	1	10.4	10.6	8.9	.3	.86	11.6	1.4	1016.	.5	6.
26	5	78	2	10.3	10.5	8.8	.3	.90	11.6	1.0	1005.	.8	3.
26	5	78	3	10.4	10.6	8.2	.2	.89	11.6	1.4	1004.	.9	4.
26	5	78	4	10.6	10.8	8.1	.2	.87	11.6	2.0	5.	.9	3.
26	5	78	5	10.4	10.5	7.8	.0	.93	11.6	2.6	3.	1.4	4.
26	5	78	6	9.7	9.9	7.7	.1	1.00	11.6	1.5	4.	.7	4.
26	5	78	7	9.8	9.8	7.7	-.0	1.00	11.6	.9	5.	.5	6.
26	5	78	8	9.6	9.4	7.9	.0	1.00	11.3	.9	19.	.5	18.
26	5	78	9	9.8	9.6	8.7	.0	1.00	10.8	.6	18.	.4	16.
26	5	78	10	10.1	9.9	8.9	-.1	1.00	10.8	.9	21.	.8	19.
26	5	78	11	10.8	10.6	8.9	-.3	.99	10.8	.8	20.	.6	18.
26	5	78	12	10.8	10.5	9.3	-.3	1.00	10.5	.9	20.	.9	20.
26	5	78	13	10.9	10.7	9.8	-.1	1.00	10.5	.6	20.	.5	12.
26	5	78	14	11.3	11.1	10.0	-.1	1.00	10.5	1.1	1017.	.8	6.
26	5	78	15	10.7	10.5	9.8	-.2	1.00	10.5	1.0	20.	.9	20.
26	5	78	16	10.7	10.6	9.7	.1	1.00	10.5	.3	1012.	.3	4.
26	5	78	17	10.5	10.5	10.1	.4	1.00	9.9	.7	20.	.4	18.
26	5	78	18	10.4	10.4	10.7	.2	1.00	9.9	.8	18.	.7	16.
26	5	78	19	10.3	10.3	10.4	.1	1.00	9.9	1.0	18.	.6	22.
26	5	78	20	10.4	10.5	9.8	.3	1.00	10.2	.8	1006.	.5	2.
26	5	78	21	10.3	10.7	9.9	.3	1.00	10.8	1.0	3.	.4	2.
26	5	78	22	10.7	11.0	9.8	.1	1.00	10.8	1.2	4.	.7	4.
26	5	78	23	10.9	11.1	9.8	.4	1.00	10.8	3.0	3.	1.3	2.
26	5	78	24	10.8	11.1	10.3	.3	1.00	10.8	1.2	1004.	.5	2.
27	5	78	1	10.5	10.8	10.5	.3	1.00	10.8	.3	1014.	.2	2.
27	5	78	2	10.3	10.6	10.7	.4	1.00	10.8	.9	17.	.4	6.
27	5	78	3	10.3	10.5	10.0	.2	1.00	10.8	.7	3.	.7	4.
27	5	78	4	10.6	10.8	10.0	.2	1.00	10.8	1.3	4.	.7	4.
27	5	78	5	10.7	10.9	10.1	.2	1.00	10.8	1.5	1004.	.5	4.
27	5	78	6	10.4	10.4	9.9	.1	1.00	10.8	1.0	1019.	.6	24.
27	5	78	7	10.6	10.7	9.8	.1	1.00	10.8	2.3	4.	1.1	4.
27	5	78	8	11.2	11.2	10.3	.2	1.00	11.0	2.4	1003.	1.1	3.
27	5	78	9	11.9	11.6	11.7	-.1	.99	11.3	1.0	18.	.8	17.
27	5	78	10	12.6	12.5	11.3	-.2	.96	11.0	.6	1017.	.5	20.
27	5	78	11	12.1	12.0	12.4	-.0	.98	10.8	1.2	19.	.7	21.
27	5	78	12	12.8	12.7	12.0	-.1	.95	10.5	.9	1018.	.6	12.
27	5	78	13	12.7	12.3	12.7	.1	.95	9.9	1.0	20.	.7	12.
27	5	78	14	13.8	13.5	12.1	-.3	.93	10.2	1.8	3.	1.3	3.
27	5	78	15	13.1	12.7	12.8	-.2	.96	10.2	1.6	18.	1.1	4.
27	5	78	16	12.6	12.5	11.8	-.0	1.00	10.5	1.7	1003.	1.3	4.
27	5	78	17	12.8	12.8	12.1	.0	.99	11.3	1.6	1004.	.6	5.
27	5	78	18	12.6	12.8	12.7	.2	.99	11.0	1.5	1004.	.7	4.
27	5	78	19	12.7	12.8	12.6	.0	.96	10.8	1.6	3.	.8	4.
27	5	78	20	12.7	12.8	12.0	.1	.97	10.5	1.0	4.	.6	4.
27	5	78	21	11.7	11.9	11.8	.3	1.00	9.9	1.0	1017.	.5	12.
27	5	78	22	11.6	11.8	11.7	.3	.99	10.2	2.4	4.	.9	4.
27	5	78	23	11.4	11.7	11.8	.3	.97	9.9	1.5	1006.	.6	2.
27	5	78	24	10.9	11.3	11.7	.3	1.00	0.0	.6	1007.	.6	3.

			T3	T10	T230	ΔT25-10	RH	Tsjør	FF <sub>25</sub>	DD <sub>25</sub>	FF <sub>BH</sub>	DD <sub>BH</sub>	
13	6	78	1	12.8	13.1	11.0	.1	.60	11.3	4.6	2.	3.6	4.
13	6	78	2	12.5	12.7	11.0	.2	.60	11.3	4.9	2.	3.1	2.
13	6	78	3	11.6	12.0	10.8	.3	.64	11.6	3.5	2.	2.1	2.
13	6	78	4	9.7	10.2	9.5	.7	.76	11.6	2.6	3.	1.1	2.
13	6	78	5	10.2	10.9	9.9	.4	.76	11.6	1.7	5.	1.3	2.
13	6	78	6	10.5	11.2	11.5	.7	.76	12.2	1.3	1019.	.7	20.
13	6	78	7	9.2	10.3	12.8	.8	.87	12.4	1.4	1020.	.6	16.
13	6	78	8	9.3	10.7	13.2	1.0	.89	12.4	1.2	19.	.7	16.
13	6	78	9	9.8	10.9	14.1	1.1	.91	12.4	3.5	18.	1.1	16.
13	6	78	10	16.1	16.2	15.0	-.2	.67	12.4	1.9	21.	1.6	16.
13	6	78	11	18.4	16.1	15.9	-.6	.63	12.4	1.7	23.	2.1	16.
13	6	78	12	20.3	17.6	16.1	-1.6	.59	13.3	2.8	19.	2.1	18.
13	6	78	13	20.5	18.2	16.9	-2.3	.59	14.1	3.0	19.	1.8	17.
13	6	78	14	20.5	18.4	18.0	-1.9	.60	14.1	3.0	18.	2.1	17.
13	6	78	15	20.5	18.8	18.1	-1.4	.57	13.8	3.9	22.	2.3	24.
13	6	78	16	20.2	19.2	18.5	-1.9	.61	13.8	3.1	19.	1.9	21.
13	6	78	17	20.0	19.2	18.8	-1.5	.59	13.6	2.3	21.	1.4	20.
13	6	78	18	19.7	19.3	18.5	-1.3	.58	13.8	1.3	19.	.5	33.
13	6	78	19	16.4	17.0	18.1	.1	.65	14.1	2.0	22.	.4	33.
13	6	78	20	15.5	16.1	15.0	.4	.76	14.1	2.8	5.	.7	2.
13	6	78	21	14.7	14.9	14.3	.4	.81	14.1	6.1	4.	.7	4.
13	6	78	22	13.5	13.8	13.6	.8	.88	14.4	2.5	4.	.5	4.
13	6	78	23	12.5	13.0	12.3	.9	.90	14.4	1.9	4.	.6	4.
13	6	78	24	11.6	12.3	13.0	1.4	.91	14.7	1.4	4.	.8	4.
14	6	78	1	11.0	11.7	13.0	1.3	.92	14.1	1.2	5.	.5	4.
14	6	78	2	10.3	10.8	11.5	1.5	.95	14.1	2.6	4.	.5	3.
14	6	78	3	9.6	10.3	12.1	1.4	.97	14.4	1.3	4.	.6	3.
14	6	78	4	9.8	10.1	10.2	1.4	.93	13.8	2.5	3.	.6	4.
14	6	78	5	10.3	10.9	11.0	.8	.91	13.6	1.5	4.	.7	6.
14	6	78	6	11.7	12.1	11.2	.6	.85	13.6	2.5	4.	.8	7.
14	6	78	7	10.6	11.5	14.0	1.1	.94	13.6	1.4	1018.	.5	6.
14	6	78	8	10.5	11.6	16.8	1.6	.97	13.6	1.6	18.	.8	12.
14	6	78	9	11.3	12.7	16.2	1.5	.93	13.6	.8	22.	1.1	14.
14	6	78	10	18.3	18.1	16.9	99.0	.67	13.8	.9	20.	1.5	16.
14	6	78	11	20.3	18.0	17.1	99.0	.68	14.4	2.1	20.	1.9	20.
14	6	78	12	20.8	18.7	17.6	99.0	.69	15.0	2.4	20.	1.7	20.
14	6	78	13	21.4	19.3	18.4	99.0	.67	15.0	3.2	21.	2.1	24.
14	6	78	14	21.2	19.6	18.0	99.0	.63	15.0	1.5	21.	1.4	24.
14	6	78	15	19.1	18.9	17.1	99.0	.70	14.7	3.3	18.	1.9	24.
14	6	78	16	18.6	18.6	17.0	-.1	.72	14.7	5.4	16.	2.6	22.
14	6	78	17	18.5	18.5	16.8	.1	.63	15.2	5.5	16.	2.8	22.
14	6	78	18	19.0	18.8	17.0	-.3	.62	15.2	6.7	17.	2.1	22.
14	6	78	19	18.3	18.3	17.0	-.1	.66	15.2	6.5	17.	1.1	24.
14	6	78	20	16.4	16.7	15.6	.4	.75	15.2	1.6	19.	.9	26.
14	6	78	21	15.2	15.5	15.0	.4	.83	15.2	1.8	5.	.5	4.
14	6	78	22	13.5	13.9	13.9	.8	.92	14.7	2.0	4.	.7	4.
14	6	78	23	12.2	12.6	12.0	1.0	.95	13.8	2.5	4.	.5	3.
14	6	78	24	11.4	11.7	11.2	1.0	.97	13.3	3.7	4.	.5	6.
15	6	78	1	10.7	11.1	9.9	.9	.98	12.7	2.9	4.	.4	4.
15	6	78	2	10.2	10.5	9.5	1.1	1.00	99.0	2.5	4.	.7	5.
15	6	78	3	10.0	10.4	9.7	.9	1.00	99.0	2.0	4.	.4	4.
15	6	78	4	9.6	10.0	9.1	.8	1.00	99.0	1.9	5.	.5	6.
15	6	78	5	10.2	10.6	9.1	.5	.97	99.0	2.2	4.	.5	2.
15	6	78	6	11.1	11.5	10.1	.5	.96	12.7	1.5	5.	.7	5.
15	6	78	7	10.6	11.1	12.9	.5	1.00	12.7	.7	19.	.7	16.
15	6	78	8	10.8	11.2	15.0	.7	1.00	13.0	.8	18.	1.1	18.
15	6	78	9	11.5	11.9	16.7	.7	.96	13.3	1.1	20.	1.4	17.
15	6	78	10	17.1	16.5	17.9	-.7	.76	13.6	.9	19.	1.3	16.
15	6	78	11	18.7	16.5	18.8	-.9	.78	13.8	1.1	20.	1.6	16.
15	6	78	12	19.2	17.3	19.2	-1.0	.73	13.8	4.6	20.	1.6	16.
15	6	78	13	20.3	18.1	20.3	-1.6	.75	13.8	1.8	21.	2.1	19.
15	6	78	14	20.8	19.3	20.7	-1.6	.75	13.8	2.0	22.	2.2	18.
15	6	78	15	22.3	20.3	19.0	-1.2	.67	13.8	2.8	22.	2.3	21.
15	6	78	16	20.3	19.9	20.6	-.8	.73	13.8	4.5	17.	2.6	22.
15	6	78	17	21.3	20.6	18.6	-1.4	.69	13.8	4.3	18.	2.5	22.
15	6	78	18	18.9	18.9	19.2	-.1	.74	13.8	4.4	17.	1.2	23.
15	6	78	19	18.8	18.9	18.2	-.0	.74	13.8	3.3	17.	1.2	23.
15	6	78	20	17.8	18.1	16.1	.2	.77	13.8	1.5	1016.	.7	4.
15	6	78	21	16.3	16.5	15.7	.4	.86	13.8	2.4	4.	.7	3.
15	6	78	22	15.2	15.4	15.8	.5	.90	13.8	3.2	4.	.6	3.
15	6	78	23	14.3	14.7	15.3	.8	.94	13.8	3.2	4.	.6	2.
15	6	78	24	13.5	13.9	14.4	.8	.98	13.8	1.5	4.	.5	2.

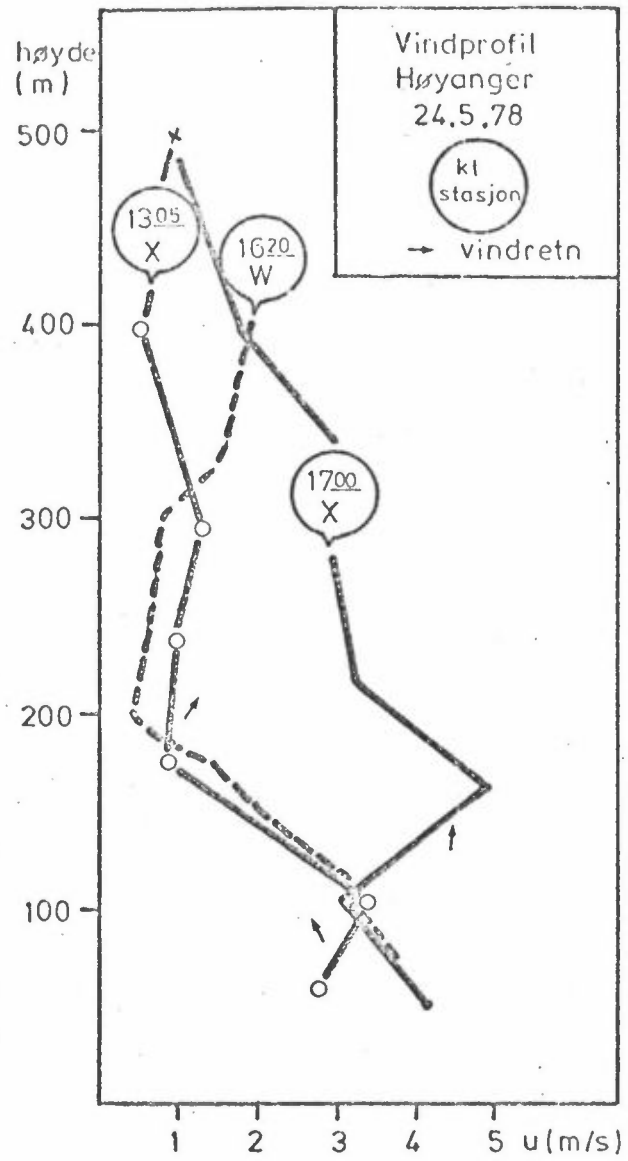


VEDLEGG B

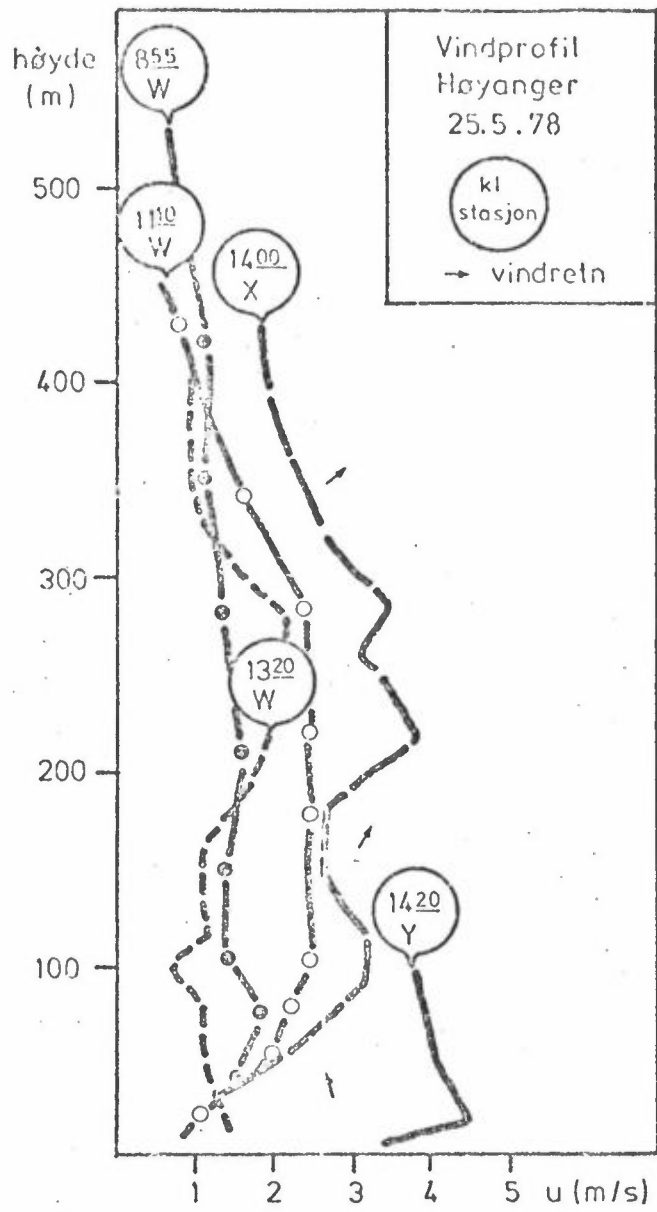
VIND- OG TEMPERATURPROFILER FRA  
HØYANGER SOMMEREN 1978.



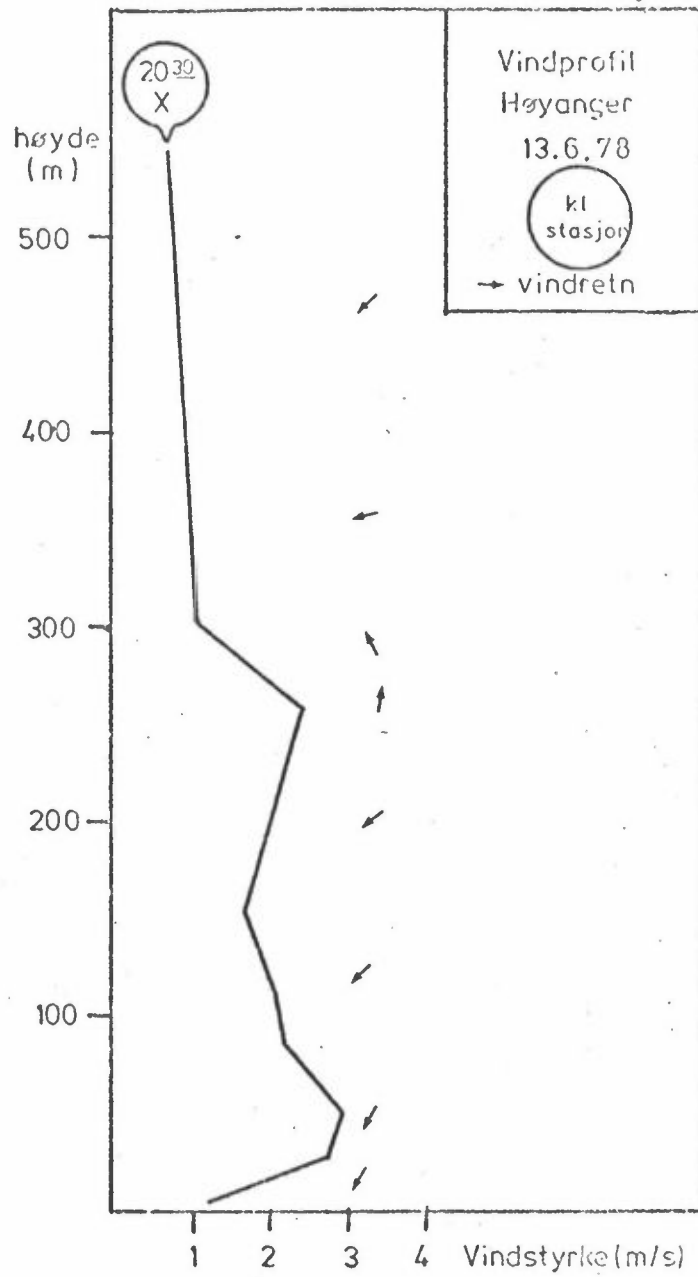
Figur B1: Vindprofiler 23.5.78. Vindretningen i forskjellige høyder er avsatt som piler hvor retningen refererer til en vanlig kompassrose med nord oppover på papiret.



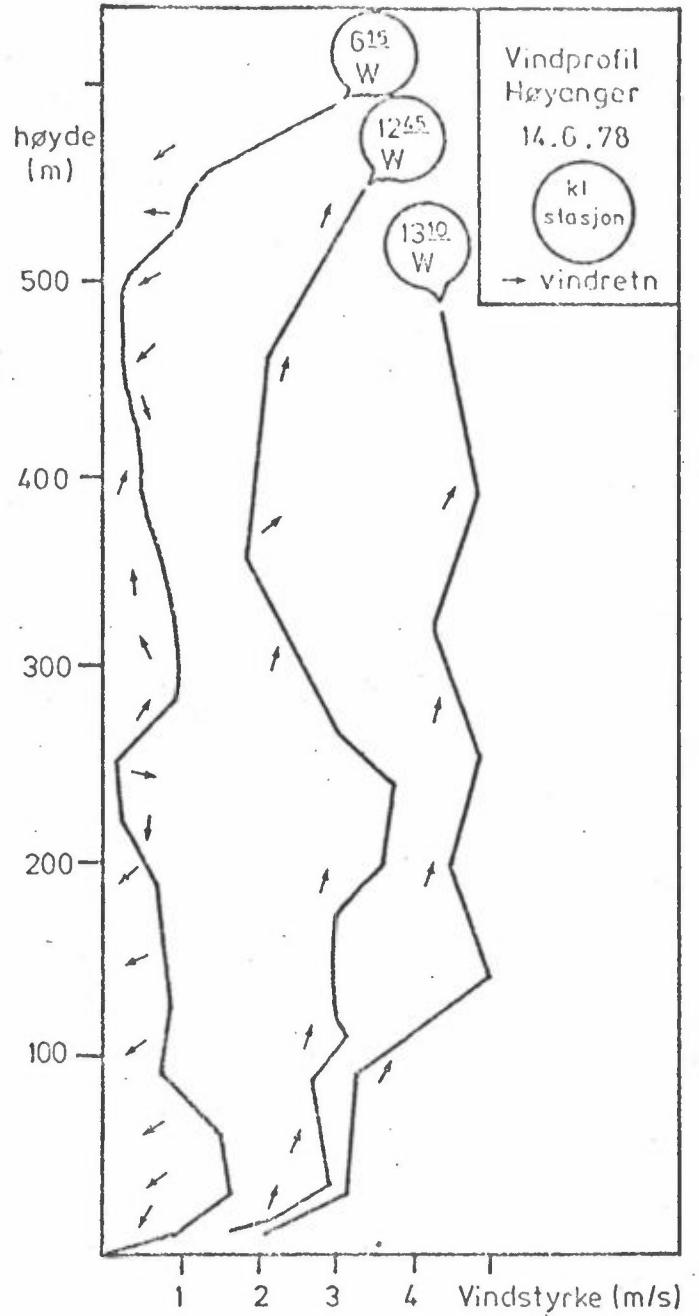
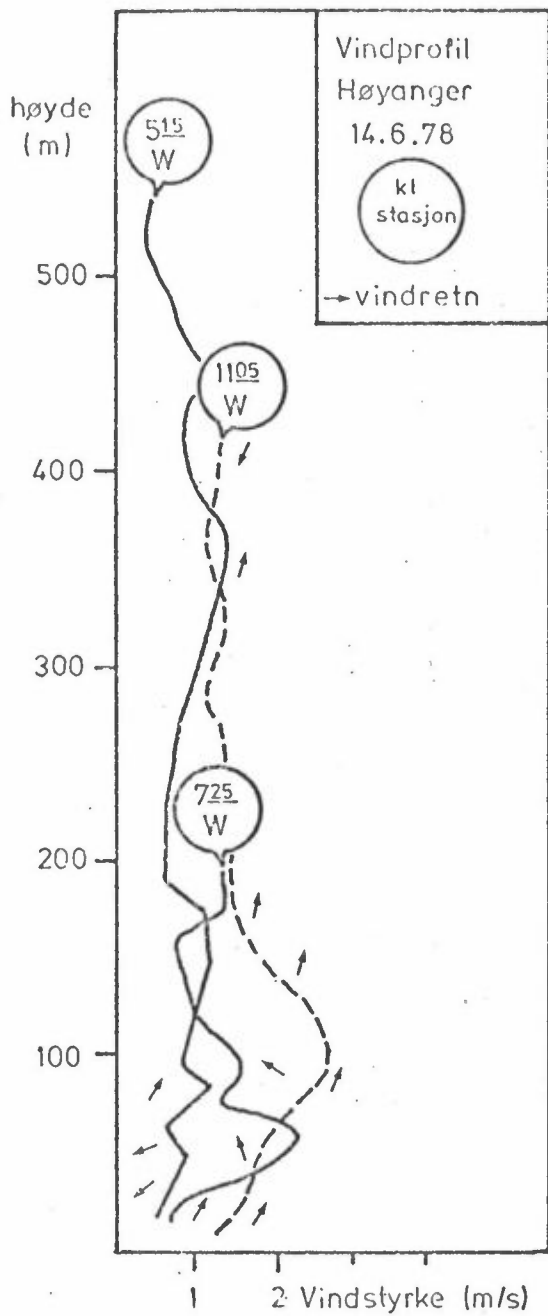
Figur B2: Vindprofiler 24.5.78



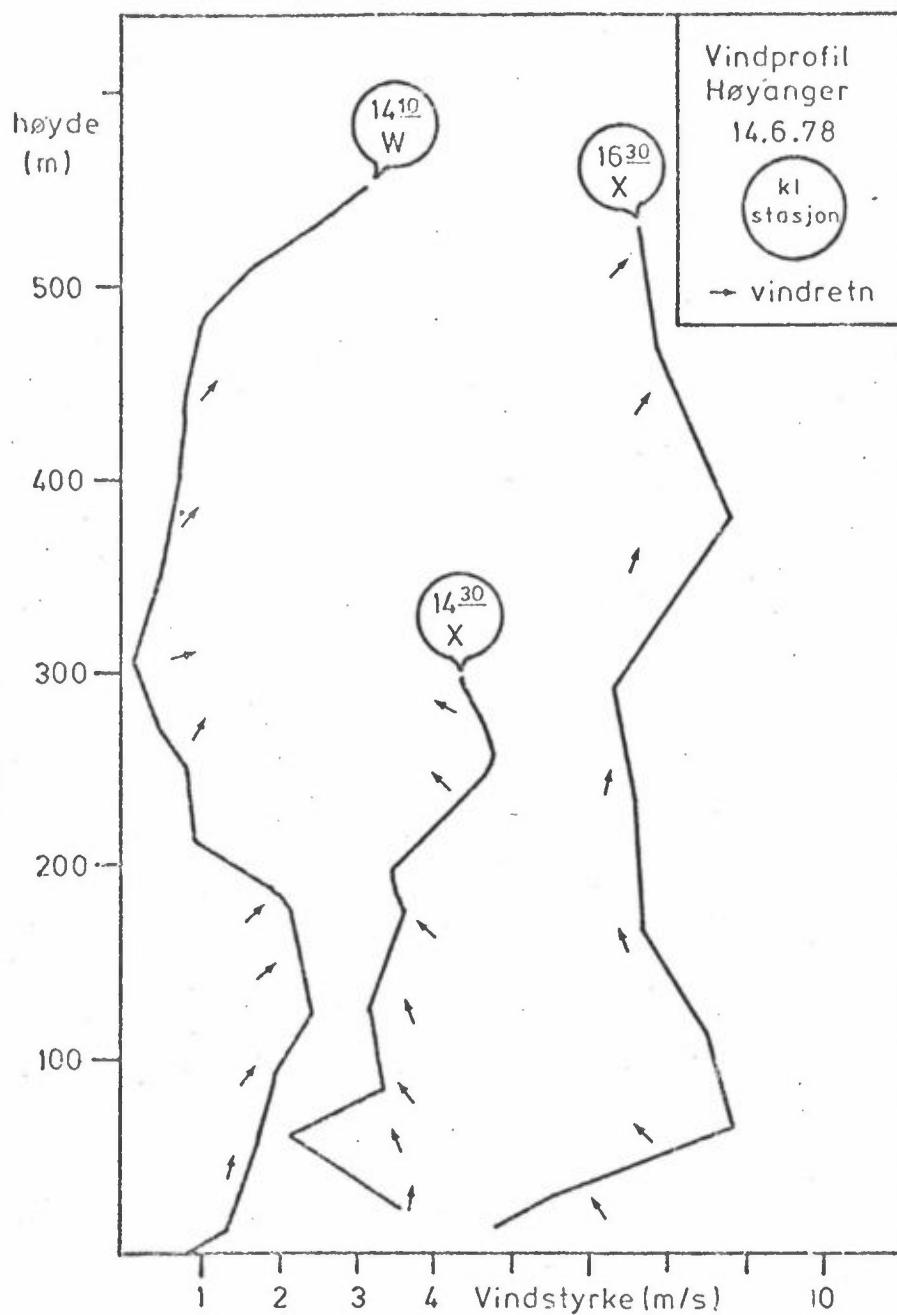
Figur B3: Vindprofiler 25.5.78



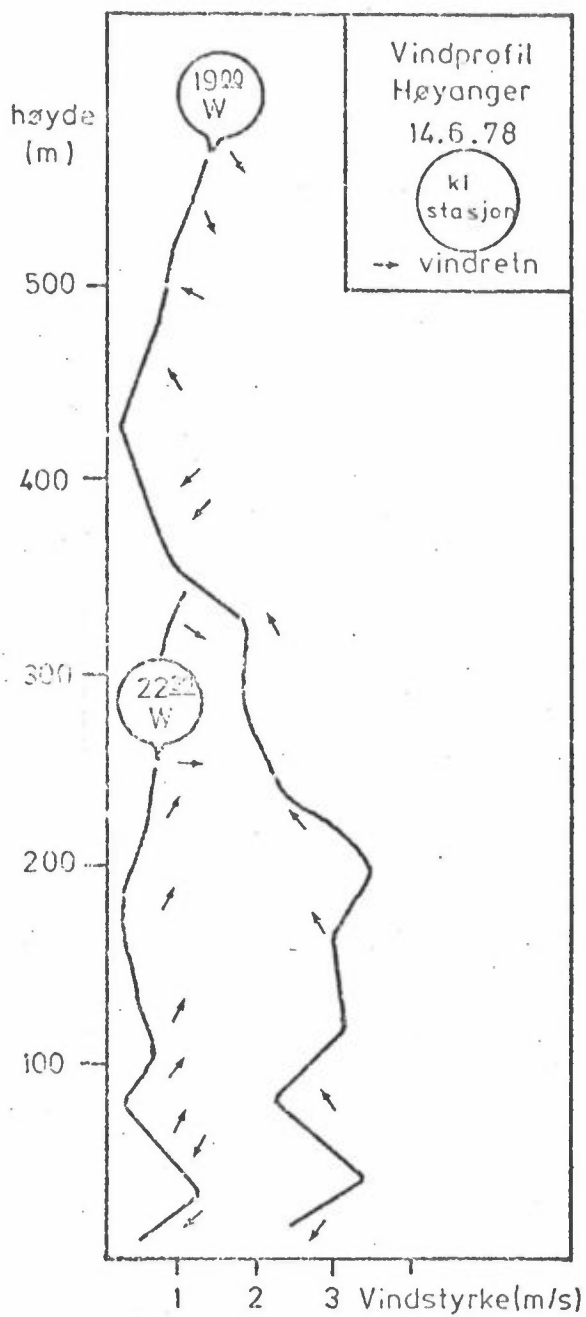
Figur B4: Vindprofil 13.6.78



Figur B5: Vindprofiler 14.6.78. Morgen - middag.

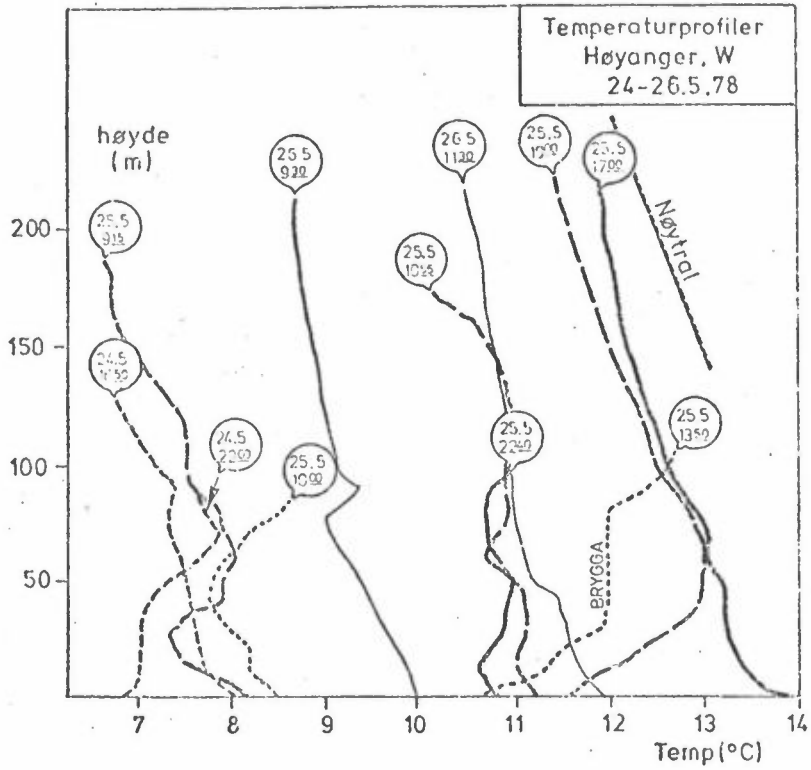


Figur B6: Vindprofiler 14.6.78. Ettermiddag.

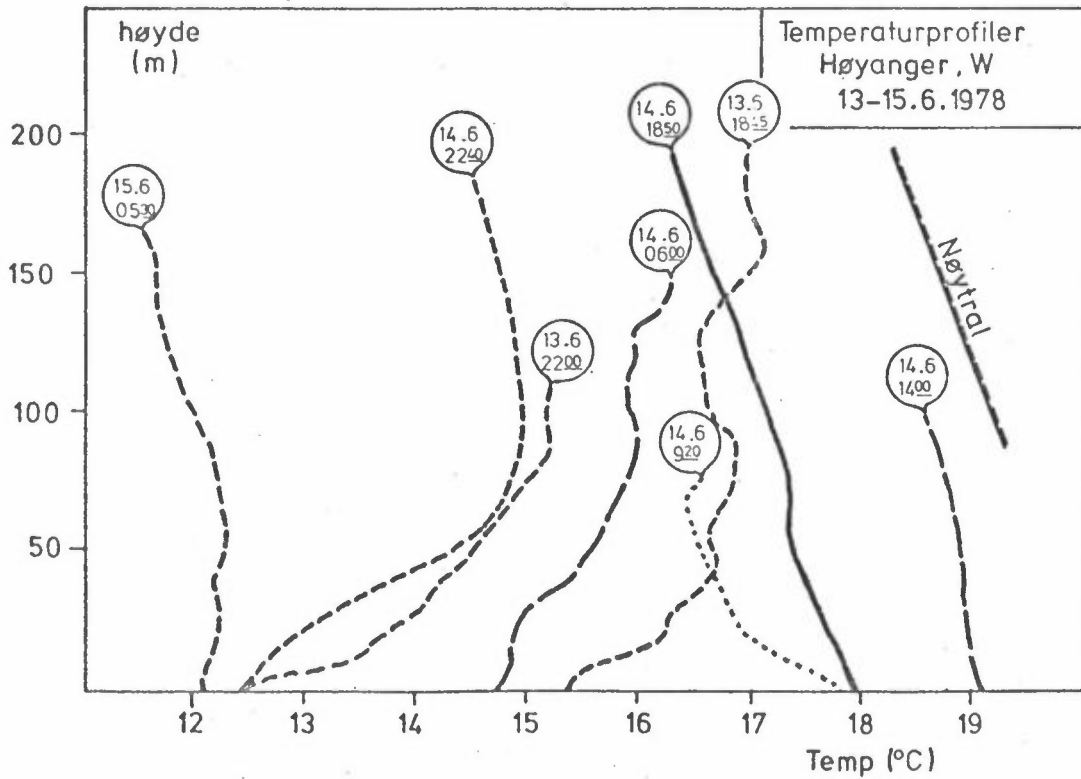


Figur B7: Vindprofiler 14.6.78. Kveld.

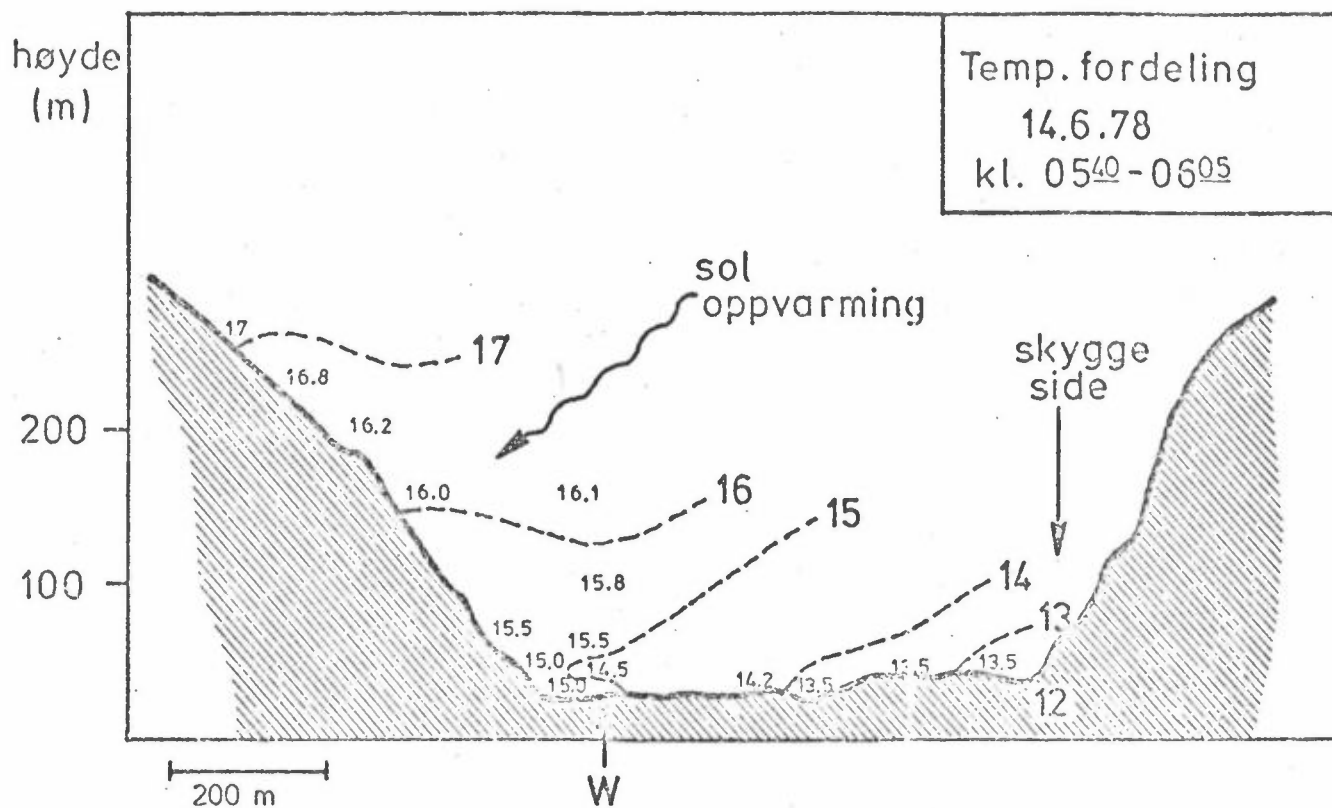




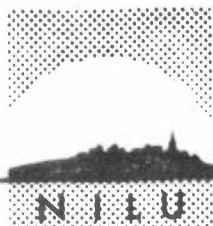
Figur B8 : Temperaturprofiler 24.5.78.



Figur B9 : Temperaturprofiler 13-16.6.78.



Figur B10: Temperaturer ( $^{\circ}\text{C}$ ) i et tverrsnitt av Høyangerdalen gjennom målestasjon W om morgenen den 14.6.78 kl. 0540-0605. Figuren illustrerer effekten av soloppvarmingen i vestsiden av dalen.



TLF. (02) 71 41 70

## NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
ELVEGT. 52.

RAPPORTTYPE Teknisk notat	RAPPORTNR. 10/78	ISBN--82-7247-091-8
DATO Mars 1979	ANSV.SIGN. O.F. Skogvold	ANT.SIDER OG BILAG 71
TITTEL Undersøkelser av spredningsforholdene i Høyanger ved hjelp av sporstoff		PROSJEKTLEDER B.Sivertsen, B.Lamb
FORFATTER(E) B. Sivertsen, B.K. Lamb		NILU PROSJEKT NR 22477
		TILGJENGELIGHET ** A
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER ÅSV		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Spredningsundersøk.   Sporstoff tekn.   Lokal meteorologi		
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Spredningsforholdene i Høyanger er undersøkt ved hjelp av sporstoff (SF <sub>6</sub> ), pilotballonger, radiosonder og registrerende meteorologiske stasjoner. Resultatene fra 12 spredningsforsøk, er presentert. Konsentrasjonen av SO <sub>2</sub> og fluor er beregnet basert på en enkel proporsjonalitetsmodell.		
TITTEL		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) The dispersion conditions in an area with complex terrain, Høyanger, has been investigated using tracer technique, radiosondes and an automatic weather station. The result from 12 tests was presented. The concentrations of SO <sub>2</sub> and fluorides has been estimated based upon a simple proportionality-model.		

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