

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR: 41/80
REFERANSE: 22380
DATO: NOVEMBER 1980

ALUMINIUMVERKET I HØYANGER:
VURDERING AV FORURENSNINGSEPIDER
I HØYANGER I 1979, OG ALTERNATIVE
UTSLIPPSPUNKTER FOR VASKET GASS
AV
K.E. GRØNSKEI OG E. JORANGER

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN-82-7247-209-0

<u>INNHOLDSFORTEGNELSE</u>	Side
1 INNLEDNING	5
2 UTSLIPPSDATA	6
2.1 Episoder	8
2.2 Tre alternative utslippspunkter	10
3 VURDERINGSGRUNNLAG	13
3.1 Episoder	13
3.2 Tre alternative utslippspunkter	14
4 RESULTATER	15
4.1 Episode 0	15
4.2 Episode 1	20
4.3 Episode 2	22
4.4 Episode 3	22
4.5 Episode 4	29
5 KORTTIDS - MAKSIMUMSVERDIER	32
6 TRE ALTERNATIVE UTSLIPPSPUNKTER FOR VASKET HALLGASS .	34
6.1 Alternativ 1	35
6.2 Alternativ 2 og 3	37
5.3 Sammenligning av alternativene 1,2 og 3	37
7 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	41
8 REFERANSER	43
VEDLEGG 1: Meteorologiske parametre, anvendt ved spredningsberegninger i spesielle episoder	45
VEDLEGG 2: Beskrivelse av luftkvalitetskriterier og rådgivende grenseverdier	51

ALUMINIUMVERKET I HØYANGER:
VURDERINGER AV FORURENSNINGSEPIDODER I 1979,
OG ALTERNATIVE UTSLIPPSPUNKTER FOR VASKET GASS

1 INNLEDNING

I forbindelse med vedtak om modernisering av A/S Årdal og Sunndal Verk i Høyanger (Høyanger Verk), har NILU i perioden oktober 1977 - november 1978 foretatt registreringer av spredningsforholdene i Høyanger ved meteorologiske målinger (1) og ved hjelp av sporstoffundersøkelser (2,3). På dette grunnlag er det utarbeidet en vurdering av luftforurensningene i Høyanger etter bygging av nytt aluminiumverk (4).

I møte 21.4.80 mellom A/S Årdal og Sunndal Verk og NILU har NILU påtatt seg å utføre beregning av bakkekonsentrasjoner av forurensninger for 5 episoder med oppgitte utslippsdata (5). En av episodene representerer normal drift og under de øvrige var det driftsproblemer med uhellsutslipp i 1979.

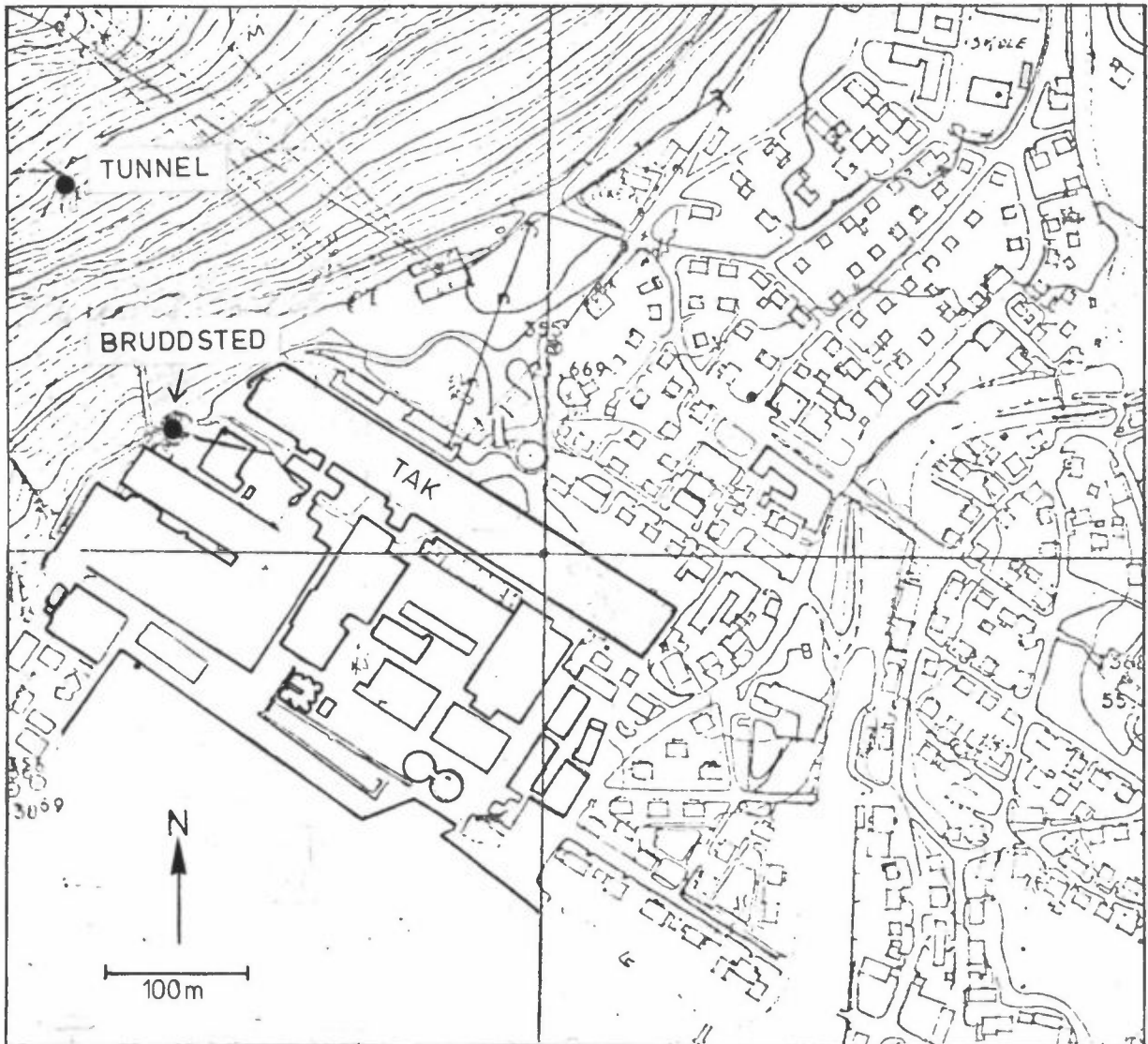
I brev av 10.6.80 (6) ble oppdraget utvidet til å vurdere 3 alternative plasseringer av utslippspunkt for vasket gass fra hall C på basis av metoder og erfaringer fra de tidligere utredninger fra NILU om spredningsforholdene i Høyanger. Alternativene er fortsatt bruk av tunnelen med vifte og ekstra skorstein på toppen eller 50 m høy skorstein i to alternative posisjoner på verksområdet.

Resultatene bygger på:

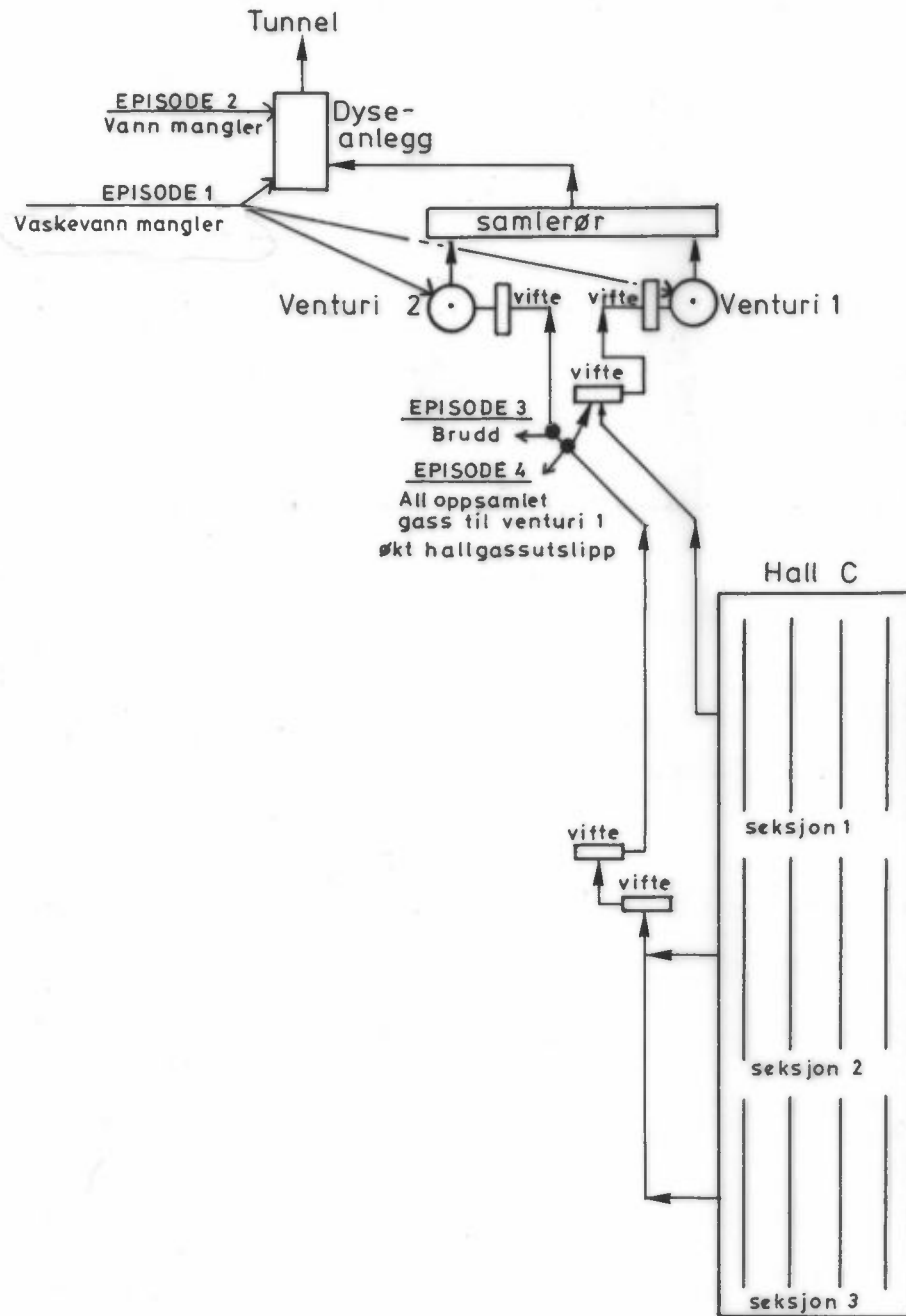
- 1) Oppgaver over utslippsmengder og utslippsteder (5) og (6).
- 2) Tidligere registrering av spredningsforholdene oktober 1977 - november 1978 (1).
- 3) Data fra værkart og fra nærliggende klimastasjoner (Det Norske Meteorologiske institutt) under episodene i 1979.

2 UTSLIPPSDATA

Utslippsdataene er gitt av Årdal og Sunndal Verk (5,6). Utslippstedene i Høyanger er vist i figur 2.1. Figur 2.2 viser skjematisk røykgassanlegget og feil under episodene 1-4. Luftforurensningene under episodene sammenlignes med utslipp ved normal drift (episode 0).



Figur 2.1: Utslippstedene ved Høyanger Verk under episodene i 1979.



Figur 2.2: Skisse av røykgassanlegg, og feil under episodene 1-4, 1979.

2.1 Episoder

Episode 0

Normaldrift: Avsug og v skeanlegg i ordinær drift. Normale utslippsverdier for 1979:

	Tak	Tunnel	Sum
Støv kg/h	20	1	21
F(g) (gass) kg/h	7	0.2	7
F(t) (total) "	10	0.3	10
SO ₂ "	10	12	22
Tjære "	4	2	6
Gassmengde 1000 Nm ³ /h	2200	58	
Temp. �C	25	5	
Hastighet m/s	-	0.8	

Episode 1

Takgass går som normalt.

Oppsamlet gass fra seksjon 1, 2 og 3 går som normalt. Vaskevann mangler totalt for både venturier og dyseanlegg som ga urensset røykgass til tunneltoppen.

Varighet: 12 timer (kl 10-22).

Tidspunkt: Primo april.

Anslåtte utslippsverdier:

	Tak	Tunnel	Sum
Støv kg/h	20	28	48
F(g) "	7	17	24
F(t) "	10	22	32
SO ₂ "	10	36	46
Tjære "	4	6?	10?
Gassmengde 1000 Nm ³ /h	2200	58	-
Temp. �C	25	40?	-
Hastighet m/s	-	0.8	-

Episode 2

Takgass går som normalt.

Oppsamlet gass fra seksjon 1, 2 og 3 går som normalt.

Vann som normalt til venturi 1 og 2.

Dyseanlegg uten vann, som ga delvis rensete røykgasser til tunneltoppen.

Varighet ca 3 1/2 måneder.

Tidspunkt: Primo april - medio juli.

Anslåtte utslippsverdier:

	Tak	Tunnel	Sum
Støv kg/h	20	3	23
F(g) "	7	1	8
F(t) "	10	1	11
SO ₂ "	10	32	42
Tjære "	4	2	6
Gassmengde 1000 Nm ³ /h	2200	58	
Temp. °C	25	6	
Hastighet m/s	-	0.8	

Episode 3

Takgass går som normalt.

Oppsamlet gass fra seksjon 1 går som normalt.

Oppsamlet gass fra seksjon 2 og 3 direkte til friluft ved rørbrudd.

Strømmet horisontalt i retning V med hastighet 30 m/s på cote 8.

Vann går som normalt for venturi 1 og dyseanlegg.

Varighet 4 døgn

Tidspunkt: 22.11 kl 1830 - 26.11 kl 1030.

Anslåtte utslippsverdier

	Tak	Tunnel	Brudd- sted	Sum
Støv kg/h	20	1	30	51
F(g) "	7	0.1	22	29
F(t) "	10	0.2	27	37
SO ₂ "	10	4	26	40
Tjære "	4	0.5	11?	16?

	Tak	Tunnel	Brudd- sted	Sum
Gassmengde 1000 Nm ³ /h	2200	18	40	
Temp. °C	25	5	115	
Hastighet m/s	-	0.3	30	

Episode 4

Takgass går som normalt, og vann går som normalt for venturi 1 og dyseanlegg.

All oppsamlet røykgass fra alle 3 seksjonene ledes til venturi 1, og dette medførte økt takgassutslipp.

Varighet ca 3 døgn

Tidspunkt 26.11 kl 1030 - 29.11 kl 1430.

Anslåtte utslippsverdier:

	Tak	Tunnel	Sum
Støv kg/h	45	1	46
F(g) "	26	0.1	26
F(t) "	33	0.2	33
SO ₂ "	36	4	40
Tjære "	13?	0.5	14?
Gassmengde 1000 Nm ³ /h	2200	18	
Temp. °C	35	5	
Hastighet m/s	-	0.3	

2.2 3 alternative utslippspunkter

3 alternative utslippspunkter fra vasket gass fra hall C skal vurderes (figur 2.3).

Alt. 1 Tunnel: Punkt 1, kote 180 m o.h.

Det brukes vifte og ekstraskorstein på toppen (se figur 2.4).

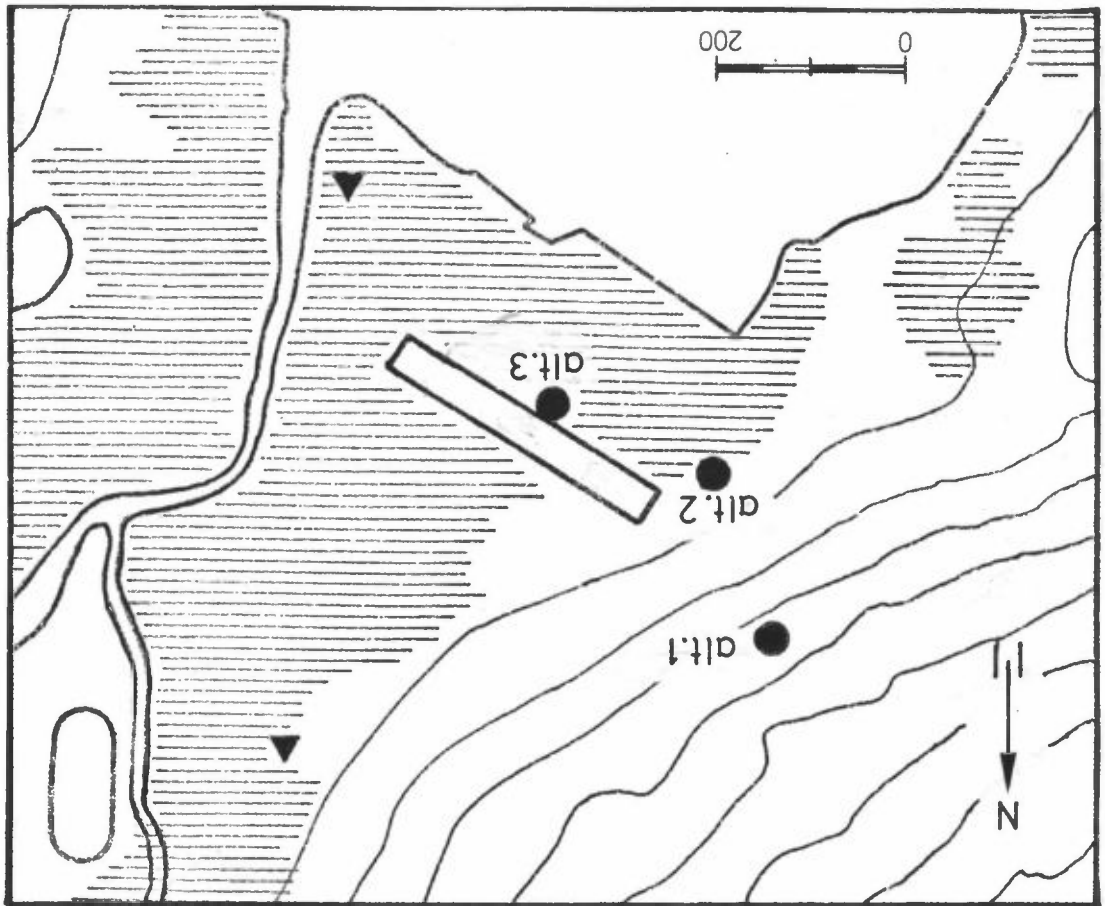
Alt. 2 Skorstein: Punkt 2, kote 63 m o.h. (50 m pipehøyde).
 Alt. 3 Skorstein: Punkt 3, kote 53 m o.h. (50 m pipehøyde).

For alle alternativ gjelder:

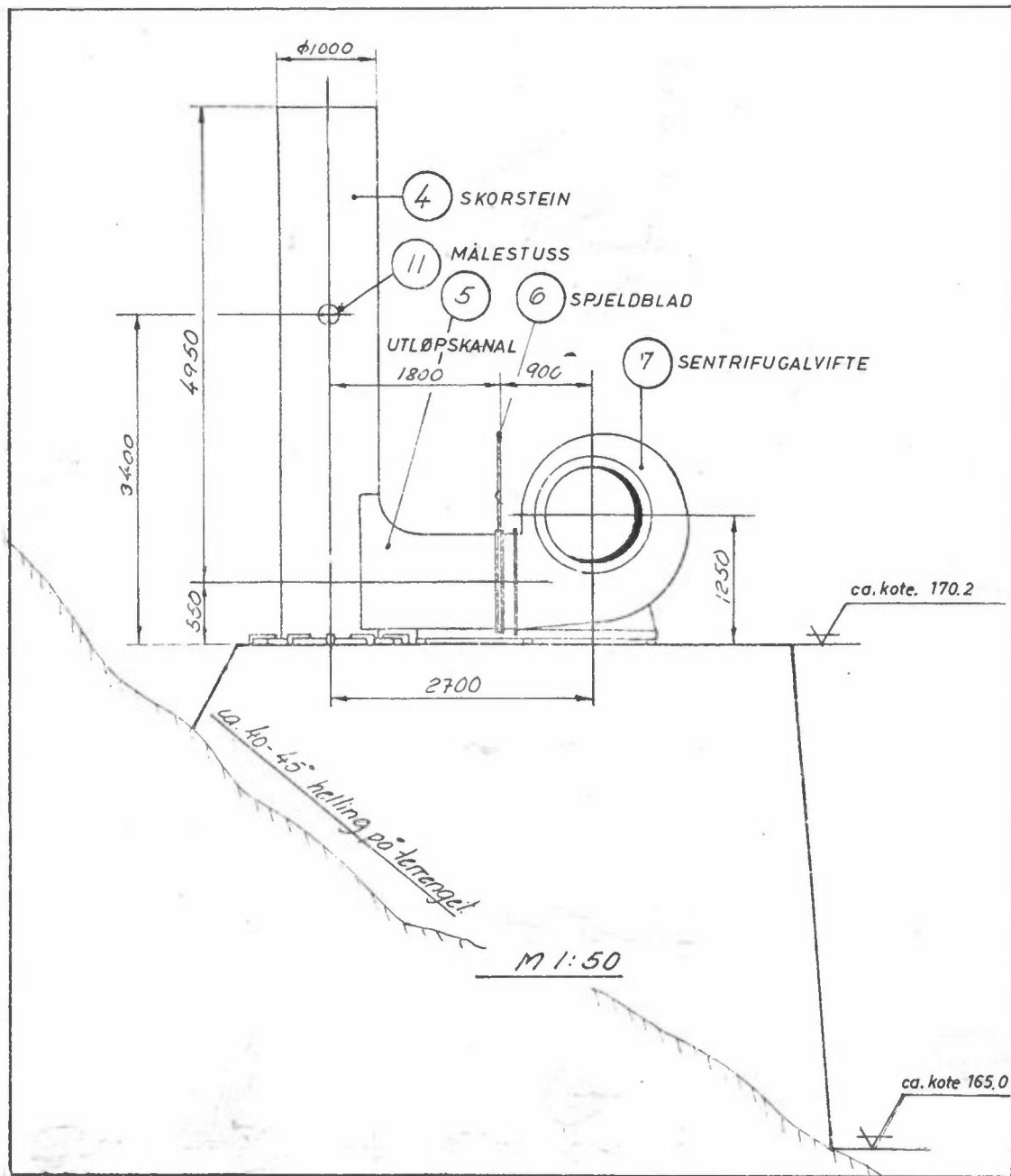
a) Utslippsmengde fra	skorstein	Halltak	Sum
Støv kg/h	4.2	11.5	15.7
F(g)	0.2	4.4	4.6
F(t)	0.6	6.0	6.6
SO ₂	8.4	8.4	16.8

b) Gasshastighet 20 m/s fra skorstein

For alternativene 2 og 3 skal temperaturen i utgående gass være minst 2°C høyere enn døgnmiddeltemperaturen. For alternativ 1 vurderes spredningsforholdene når utslippstemperaturen er 17°C og 13°C med døgnmiddeltemperatur på 18°C.



Figur 2.3: 3 alternative utslippspunkter for vasket gass fra hall C.
 ▼ Meteorologisk stasjon.



Figur 2.4: Skorstein ved tunneltopp. Utslippsalternativ 1.

3 VURDERINGSGRUNNLAG

Ved vurderingene er nyttet gjeldende forslag til luftkvalitetsnormer for fluor-forbindelser, SO₂ og støv. Når det gjelder skadevirkninger omkring et aluminiumverk er sannsynligvis fluorforbindelsene de viktigste. En har imidlertid ikke lagt vekt på de lave normene for vannløselige fluorider (skader på flora og fauna) som overskrides under normale forhold. Da konsentrasjonen er proporsjonal med utslippsmengden, kan en ved hjelp av de framstilte figurer også finne konsentrasjonene av andre komponenter.

3.1 Episoder

Spredningsberegningene er basert på generelle metoder for flatt lende som er justert på basis av erfaringene fra NILUs tidligere arbeider med spredningsforholdene i Høyanger.

For episode 0 (normale forhold) og episode 2 er det beregnet langtidsmidler ved hjelp av eksisterende statistikk for vind og luftstabilitet i Høyanger (1). Døgnverdiene av konsentrasjonen ved dårlige spredningsforhold (som opptrer noen få prosent av tiden) finner en ved å multiplisere langtidsmiddelverdien (figurene 4.1-4.4) med en faktor 3. Faktoren er bestemt ut fra tidligere beregnete frekvensfordelinger (figur 5.5 i (4)).

For episode 1 er beregnet de midlere konsentrasjoner for 12 timersperioden for normale værforhold primo april og gunstige/ugunstige forhold er vurdert i forhold til disse beregnete verdiene.

For episode 3 og 4 er bakkekonsentrasjonene beregnet for ugunstige og gunstige forhold, og det er gjort estimat av de sannsynlige bakkekonsentrasjoner under episodene.

Estimatene av sannsynlig vind og luftstabilitet under disse episodene ble gjort ved hjelp av Meteorologisk Institutt's data

fra værstasjoner i landsdelen, idet en benyttet samvariasjon med målingene i Høyanger oktober - desember 1977 (samme årstid som episodene).

I perioden 22.november - 29.november 1979 (episode 3 og 4) kom luftmassene fra vestlige sektorer (SSW-NW). Ved samme værforhold (og årstid) i 1977 viste målingene i Høyanger god sammenheng med vindmålingene på kysten (Stad). Ved vurdering av vinden i Høyanger når lokalmeteorologiske effekter dominerer (luftmassenes transporthastighet lavere enn ca 10 m/s), har en nyttet værstasjon Fjærland - Skarestad innerst i Fjærlandsfjorden (gren til Sognefjorden mot nordøst som Høyangerfjorden), fordi de døgnlige vindvariasjoner på de to stedene kan antas å være ensartet. Data for 2 stasjoner ved Sognefjorden (Takle og Vangsnes) er også benyttet. Data for vind og spredningsforhold som ble benyttet i spredningsberegningene er vist i vedlegg 1.

3.2 Tre alternative utslippspunkter

Ved vurderingen av langtidsmiddelbelastningene for de tre alternativene er det nyttet generelle metoder for spredningsberegninger i flatt lende.

For belastningene fra hallgassene er det korrigert for de lokale spredningsforhold ved sammenligning av målte og beregnete langtidskonsentrasjoner nær det eksisterende fabrikanlegget. Spredningsberegningene for pipealternativene og tunnelpipe er dessuten modifisert på grunnlag av tidligere erfaringer om lokale strømningsforhold i dette og lignende type terreng.

Ved vurderingen av langtidsmiddelbelastningene er også nyttet luftfoto av skadeomfanget av tidligere utslipp fra tunnel samt de utførte målingene av fluor i vegetasjonen i Høyanger (7).

Spredningsforsøkene med utslipp av SF₆ (3) er nyttet ved vurderingen av episoder med høy belastning på området fra de tre alternative utslippspunkter.

4 RESULTATER

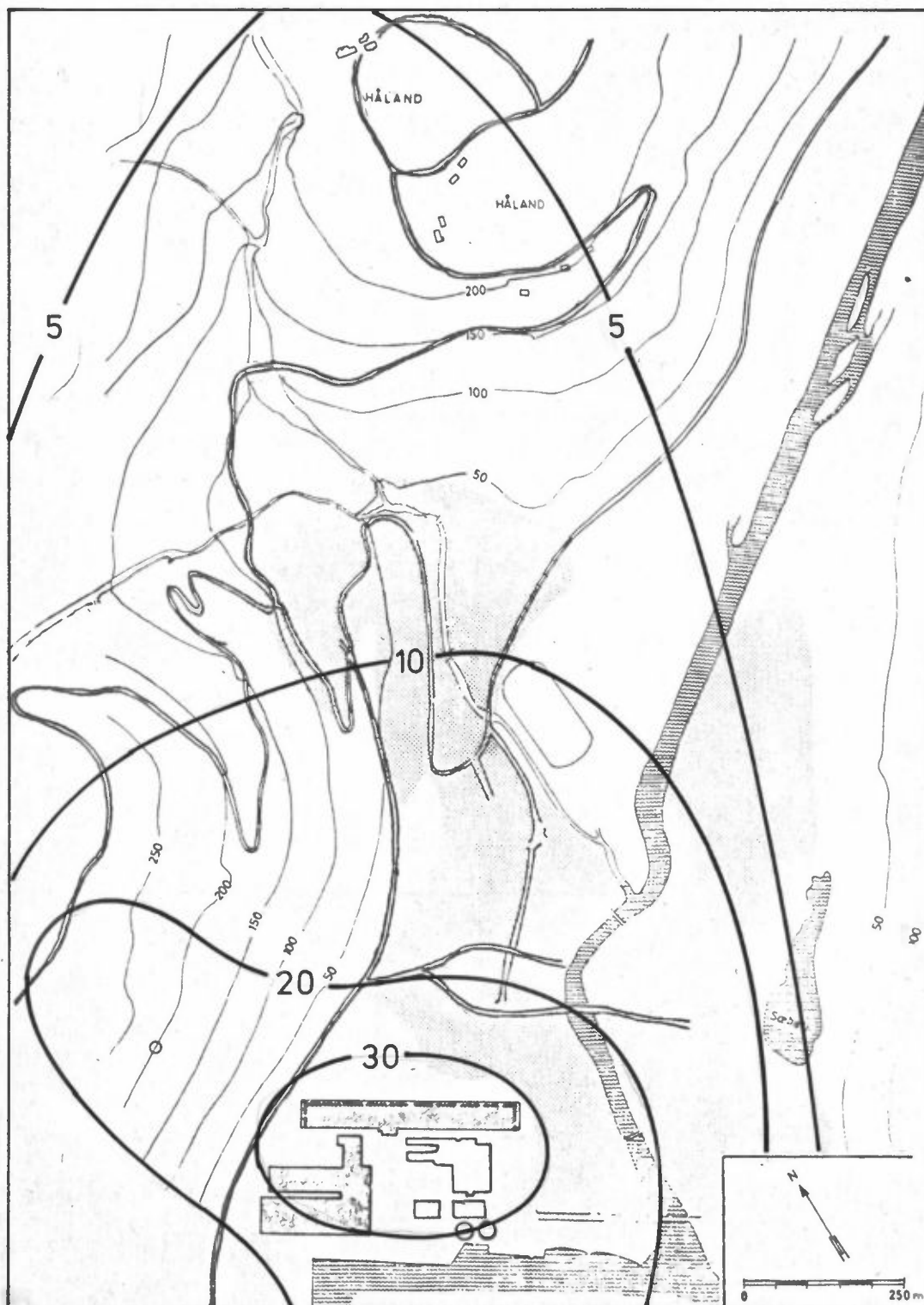
4.1 Episode 0

I figurene 4.1, 4.2, 4.3 og 4.4 er vist beregnede middelveidier for henholdsvis støv, fluor, SO₂ og tjære. Beregningene er basert på frekvensfordelinger av spredningsforholdene som ble registrert i området i sommerhalvåret 1978.

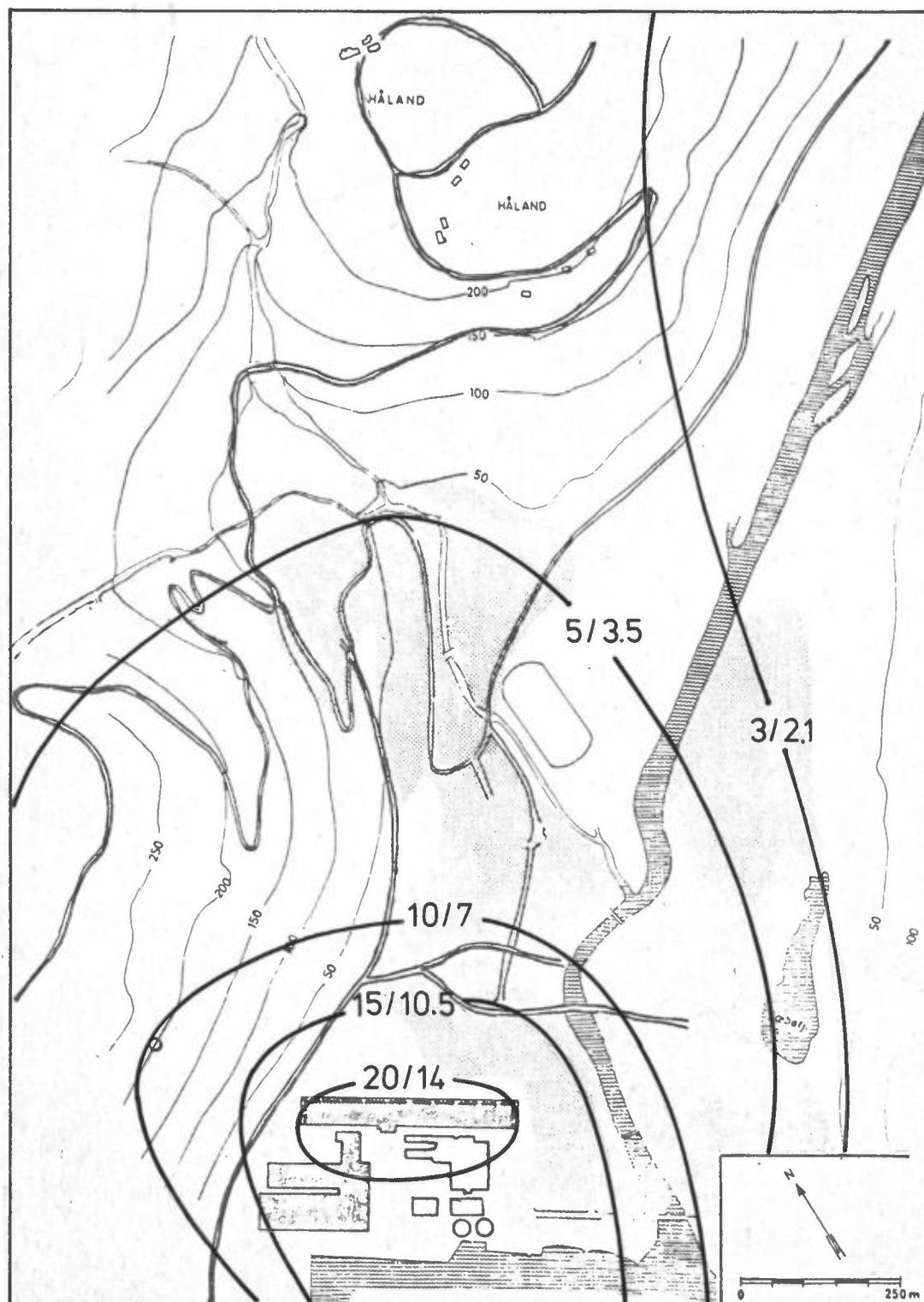
Normene for støv (sot) og SO₂ (vedlegg 2) overskrides ikke i bebygde områder. I sonene omkring tunnelutslippet vil det forekomme overskridelser av SO₂.

Normene for total fluor, hvor en tar hensyn til helseeffekter overskrides i de sentrale deler av Høyanger (kurve merket 10/7 i figur 4.2). Rådgivende normer for vannløselige fluorider overskrides betydelig i hele området. Den lave hastighet og temperatur i tunnelutslippet fører til at forurensningene får øket tendens til å følge bakken. En har derfor regnet med tunnelutslipp i bakkenivå.

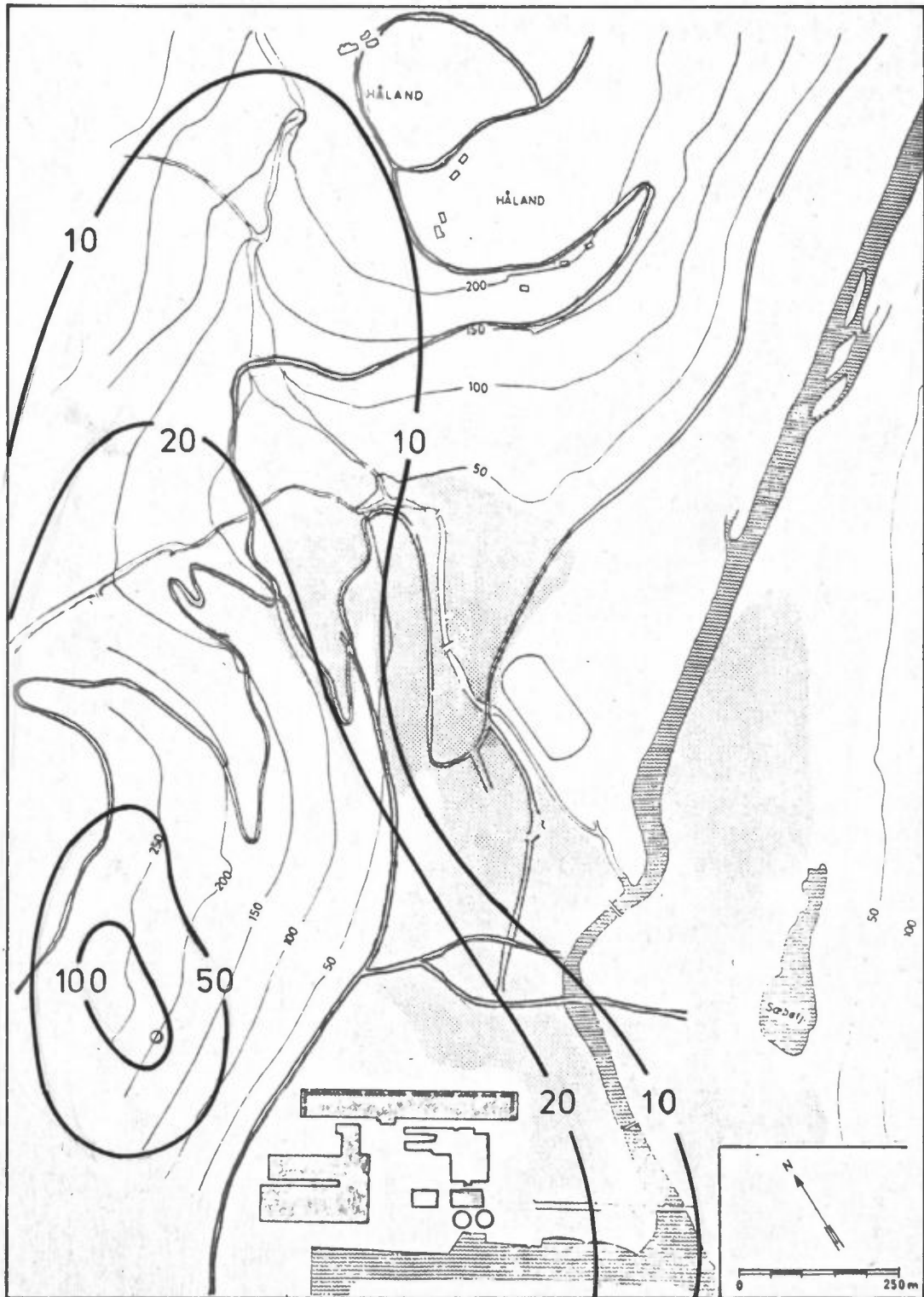
I spesielle vær-situasjoner på vårparten (høy dagtemperatur, vindstille og lav sjøtemperatur) kan den lave utslippshastigheten og tetthetsforskjellen (ca + 5%) føre til at forurenset luft strømmes ned i de bebodde områder i kortere perioder (timer). Slike ekstreme forhold er ikke tatt med i beregninger.



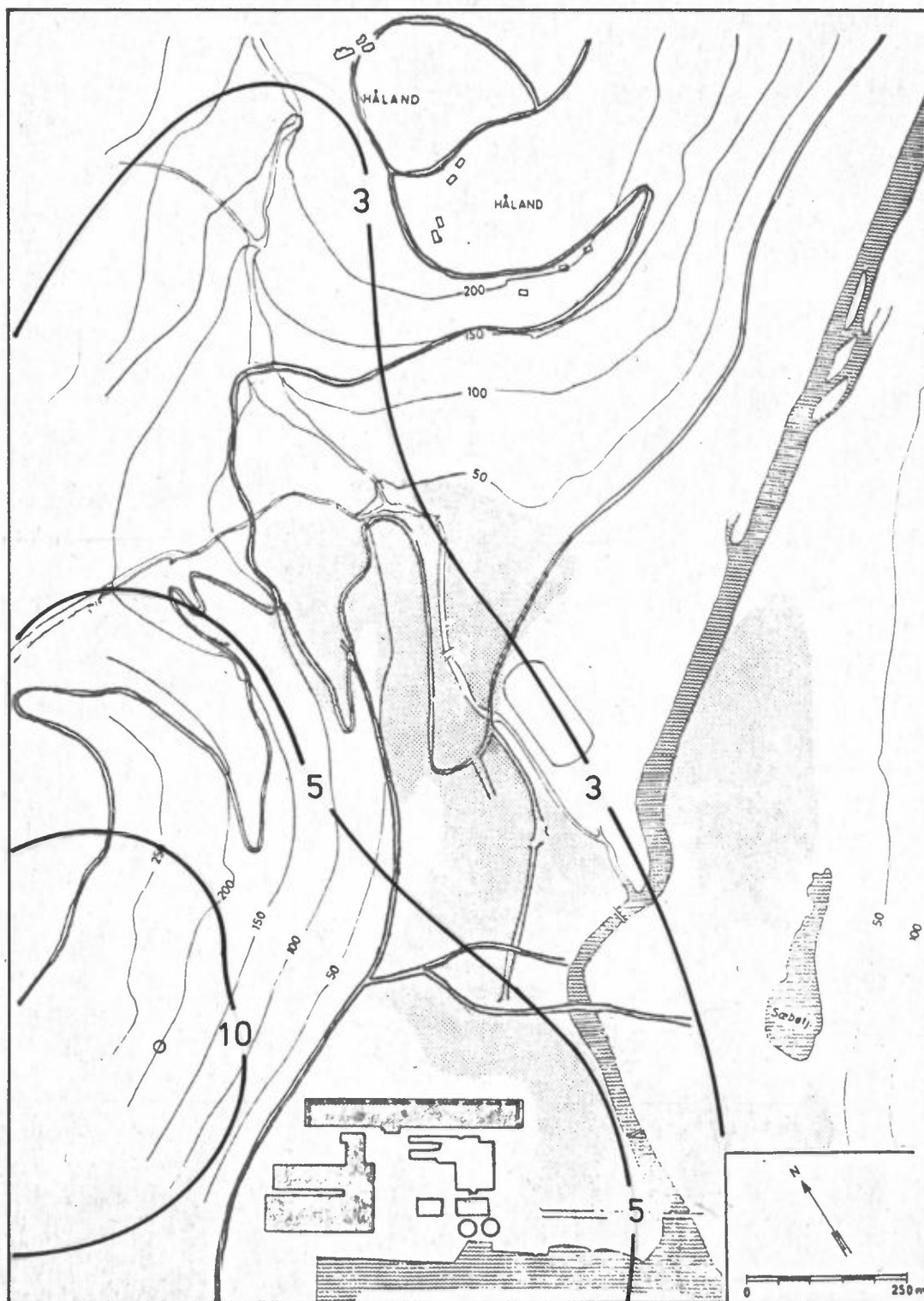
Figur 4.1: Normale utslipp, episode 0. Beregnet middelværdi i sommerhalvåret for støv. Enhet: $\mu\text{g støv}/\text{m}^3$.



Figur 4.2: Normale utslipp, episode 0. Beregnet middelværdi i sommerhalvåret for fluor. Fluor total/gassformig fluor. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 4.3: Normale utslipp, episode 0. Beregnede middelværdier i sommerhalvåret for SO_2 . Enhet: $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$.



Figur 4.4: Normale utslipp, episode 0. Beregnete middelværdier i sommerhalvåret for tjære. Enhet: $\mu\text{g tjære}/\text{m}^3$.

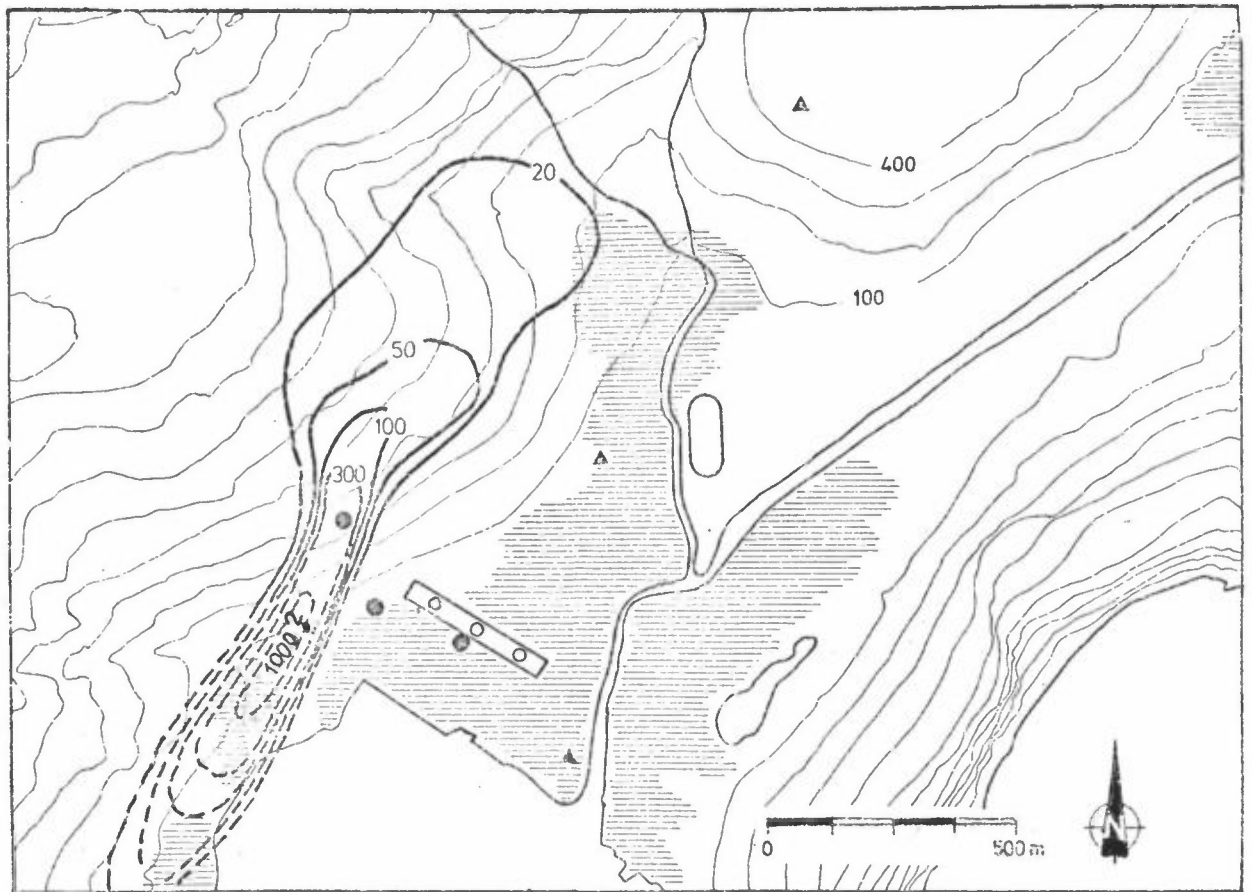
4.2 Episode 1

I figur 4.5 er vist fluorkonsentrasjonen omkring tunnelmunningen i episode 1 for normale værforhold. Fordelinger for de andre komponentene vil være den samme for de andre komponentene og konsentrasjonen vil være proporsjonal med utslippet. De høyeste konsentrasjonene forekom sannsynligvis om kvelden ved stabil strøm utover mot fjorden. En må regne med at et område som angitt på figuren ble belastet med konsentrasjoner av total fluor over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvorav gassformig fluorid utgjorde $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$. For de øvrige komponenter var de tilsvarende verdier $500 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, $80 \mu\text{g tjære}/\text{m}^3$ og $380 \mu\text{g støv}/\text{m}^3$. I ekstreme situasjoner kunne konsentrasjonene bli 2 til 3 ganger høyere enn de angitte verdier.

Boligområdene på nordsiden av fjorden (vest fra fabrikk) ble sannsynligvis sterkt influert av uhellsutslippet. Det er imidlertid sannsynlig at de beregnede verdier er et overestimat fordi en betydelig del av utslippet har tendens til å drive ut fra fjellsiden uten å nå ned til boligområdene (som forutsatt ved beregningene).

Med svak vind inn dalen og lite turbulens kan slike utslipp gi meget høye konsentrasjoner i Haaland-området.

Belastningen i Høyanger sentrum var som i episode 0 (normale forhold), og det er lite sannsynlig med tilleggsbelastninger på grunn av dette uhellsutslippet. Spørsmålsteget i figurene indikerer usikkerhet på spredningsforholdene nær utslippet. Overtemperaturen gir fortynning og hevning fra bakken nær utslippene. I en sjø-landbris situasjon kan dette utslipp gi et tilleggsbidrag av samme størrelse som hallutslippene.



Figur 4.5: Episode 1. Beregninger av total fluorkonsentrasjon omkring tunnelmunningen for normale værforhold. Enhet: $\mu\text{g F/m}^3$.

4.3 Episode 2

I figurene 4.6, 4.7 og 4.8 er vist konsentrasjonsfordelingene for henholdsvis støv, fluor og SO₂. Når det gjelder tjære er utslippet det samme som episode 0, og fordelingen blir som vist i figur 4.4.

Sammenlignet med normale forhold i Høyanger (episode 0) førte økte utslipp gjennom tunnelen til gjennomgående en fordobling av belastningen på nordsiden av dalen fra Haaland og ut til fjorden.

Halvårsnormen for SO₂ (60 µg SO₂/m³) ble overskredet langs den nordlige fjellsiden og sannsynligvis i boligområdene på nordsiden av fjorden og vest for Jetland. Eventuelle overskridelser av fluorkonsentrasjonen (døgnverdier) forekom i den samme sonen hvor middelverdiene for total fluor var over 10 µg/m³. Belastningen av fluor, støv og tjære ble ikke øket i merkbar grad.

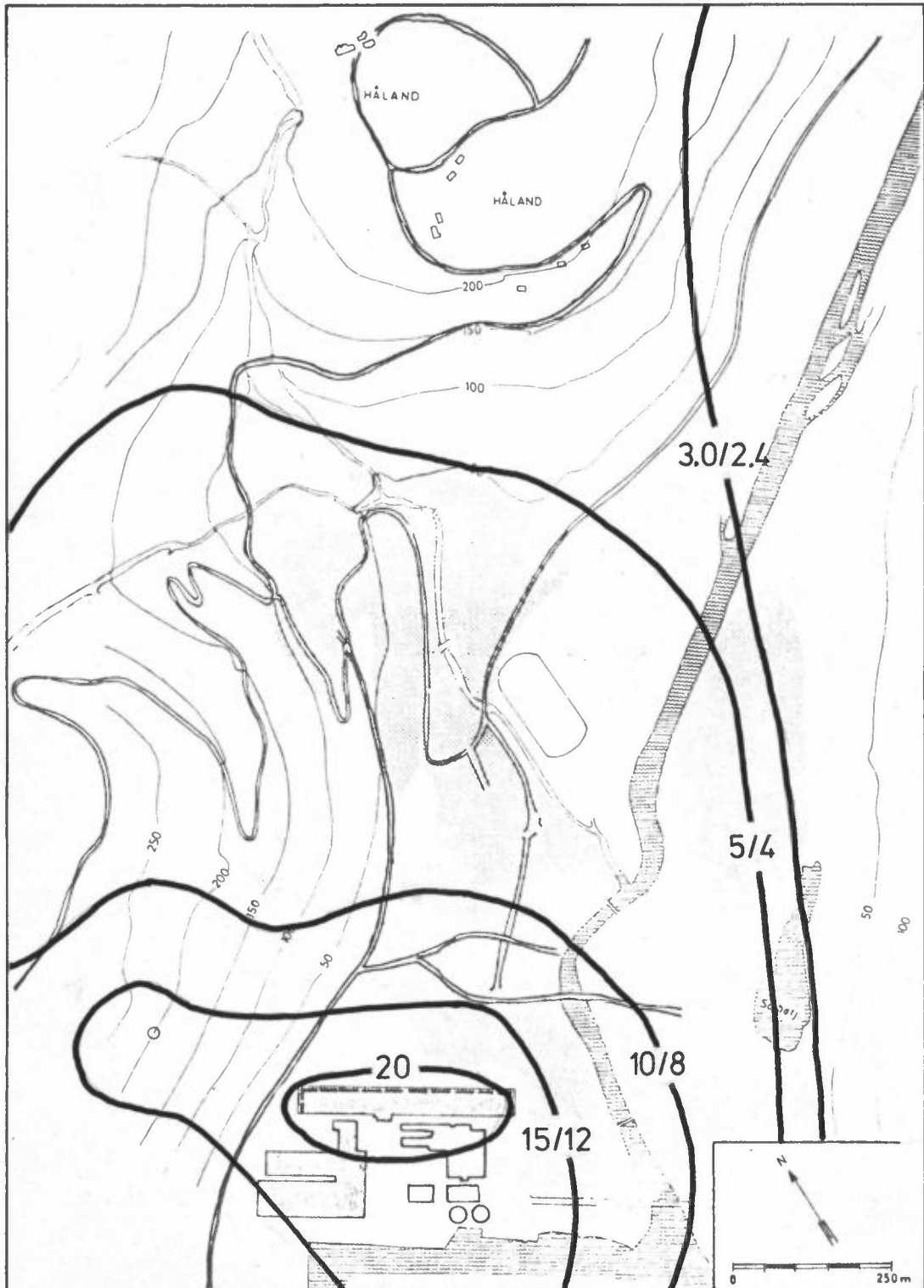
Dersom det kalde tunnelutslippet har seget ned i dalbunnen, (se 3.2.1, siste avsnitt) kan korttidsnormen for SO₂ (400 µg SO₂/m³) ha vært overskredet.

4.4 Episode 3

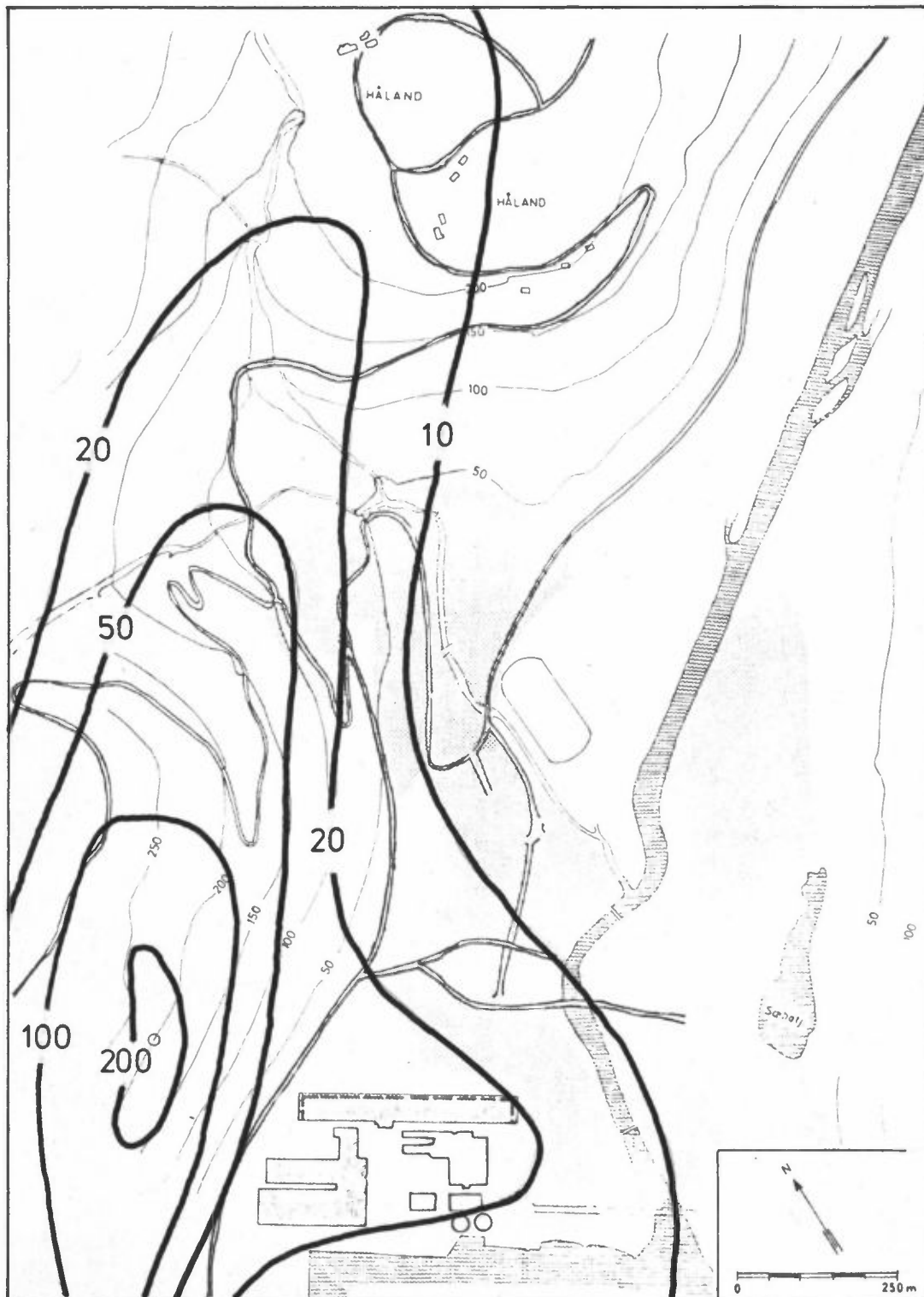
Utslipet gjennom bruddstedet nær fjellsiden ved hall C ga et dominerende bidrag til forurensninger under denne episoden. Bygningene og topografien omkring bruddstedet gir sannsynligvis en rask fortykning av utslippet ved en horisontal utslippshastighet på 30 m/s og en utslippstemperatur på 115°C. I beregningene har vi derfor betraktet utslippet som en volumkilde med høyde 20 m og diameter 20 m. Vertikalfordelingen av forurensningen i volumkilden er vist i figur 4.9. Den videre fortykningen er beregnet på grunnlag av estimerte spredningsforhold.



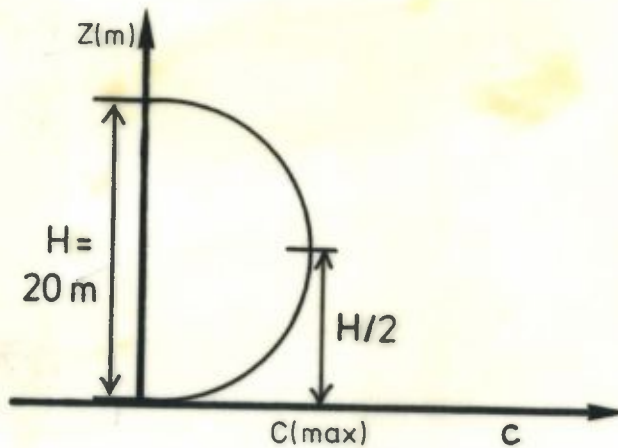
Figur 4.6: Episode 2. Beregnede verdier for en nær normal sommerperiode for støv. Enhet: $\mu\text{g støv}/\text{m}^3$.



Figur 4.7: Episode 2. Beregnede verdier for en nær normal sommerperiode for fluor $F(t)$ og $F(g)$. Enhet: $\mu\text{g F/m}^3$.

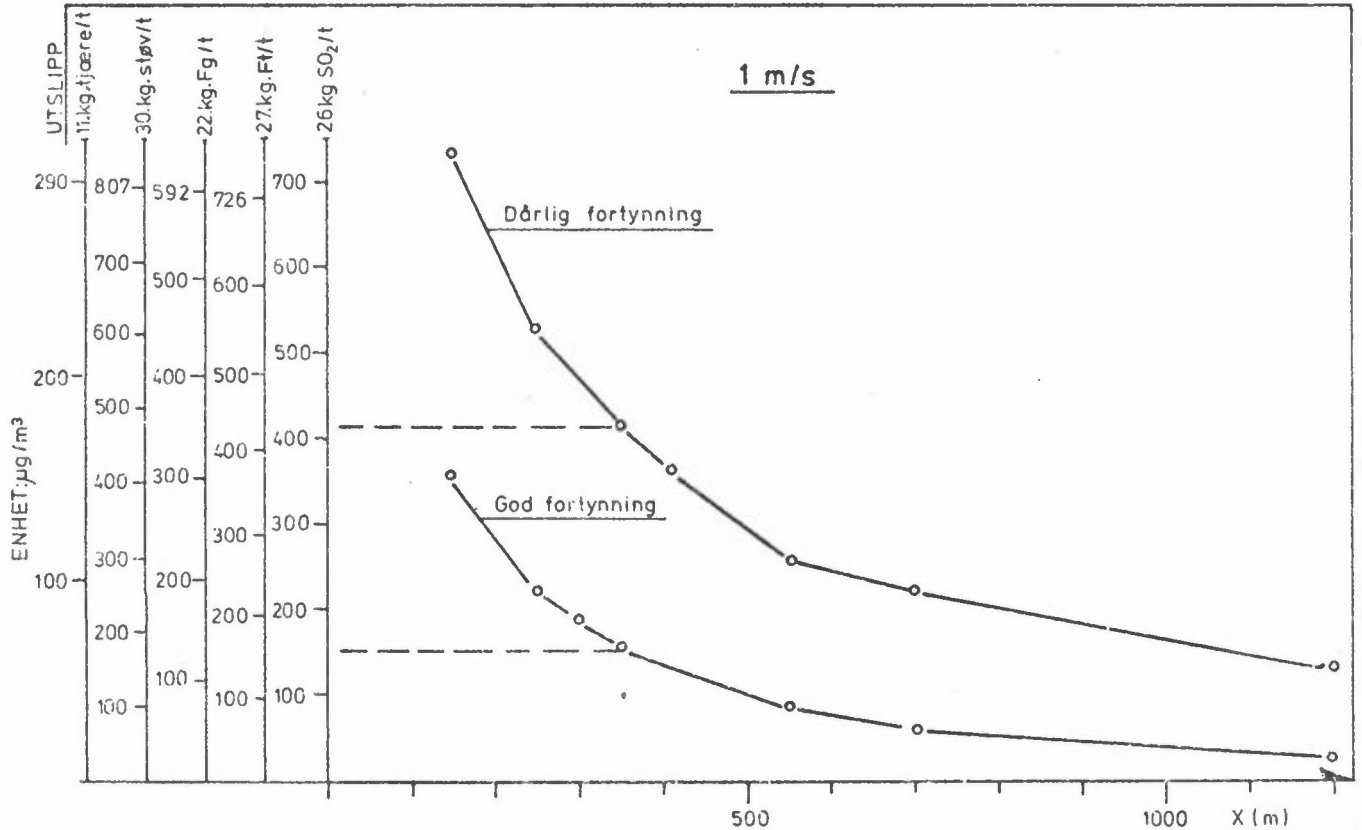


Figur 4.8: Episode 2. Beregnede verdier for en nær normal sommerperiode for SO₂. Enhet: µg SO₂/m³.

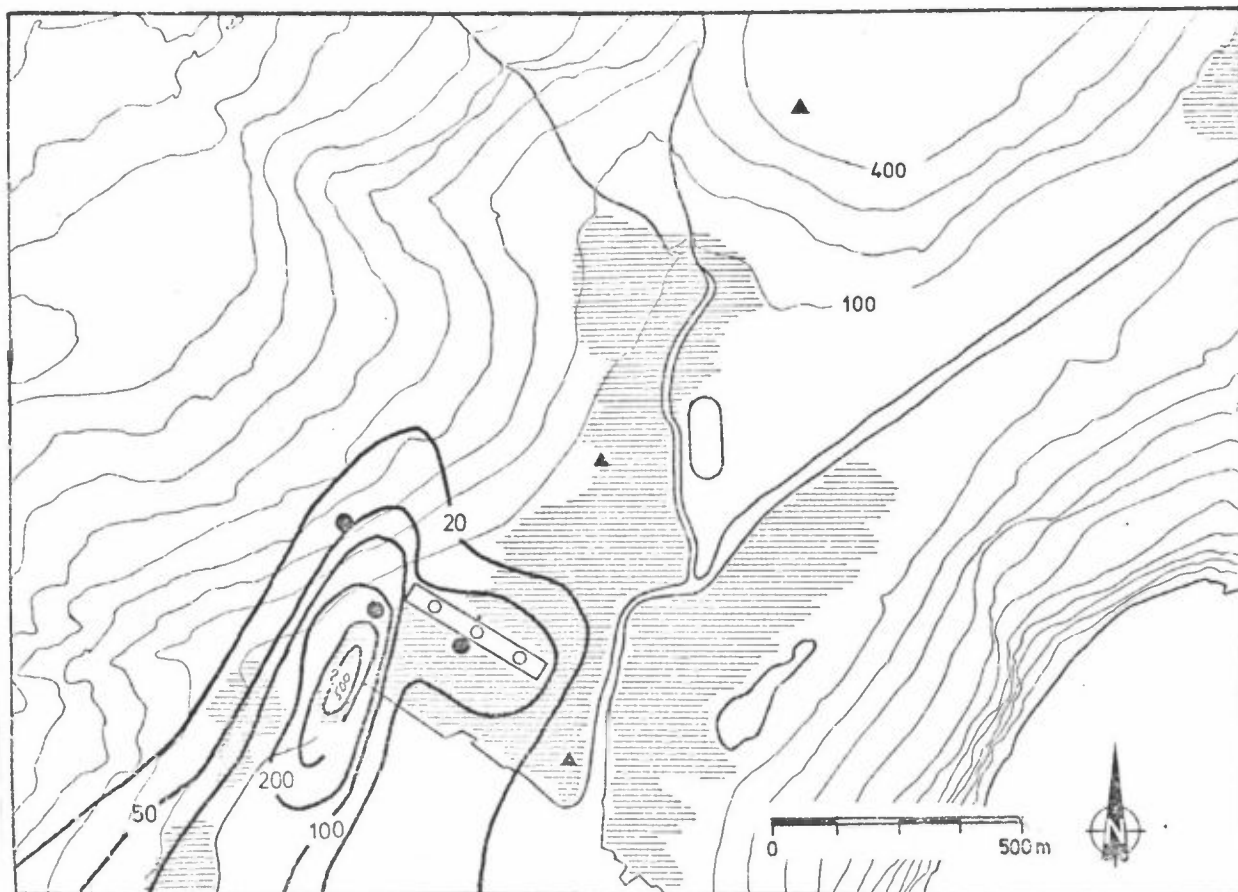


Figur 4.9: Episode 3. Fordeling av forurensninger over bruddstedet forutsatt i beregningene.

Middelverdien i bakkenivå over en 30° -sektor på lesiden av forurensningsutslippet er beregnet for gode og dårlige spredningsforhold når vindhastigheten er 1 m/s , vist i figur 4.10. Konsentrasjonene vil være omvendt proporsjonale med vindhastigheten. Konsentrasjonene av de forskjellige stoffene i utslippet fra bruddstedet er vist ved forskjellige skalaer. Nær bruddstedet har det vært meget store fluktuasjoner i konsentrasjonsnivået. Vi har derfor ikke angitt konsentrasjoner når avstanden var mindre enn 150 m . Nærmeste boligområde vest for bruddstedet i avstand $350\text{--}700\text{ m}$ ble belastet med henholdsvis $300\text{--}150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 , fluor og støv på timesbasis. Tilsvarende konsentrasjon av tjærestoffer var $100\text{--}50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved vind fra fjorden er blandingsforholdene vanligvis gode og de nærmeste boligområdene i transportretningen (avstand: ca 400 m) kan bli belastet med ca $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 , fluor og støv. Tjærekonsentrasjonen vil da være ca $50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 4.10: Episode 3. Forurensningsbelastningen på lesiden av bruddstedet ved god og dårlig fortykning. Vindhastighet: 1 m/s. Konsentrasjonene er omvendt proporsjonal med vindhastigheten. Eksempel: Hastigheter større enn 6 m/s (god fortykning) forekommer 25% av tiden i Høyanger.



Figur 4.11: Episode 3. Fordelingen av SO₂-konsentrasjonen i middel for perioden.
Enhet: µg/m³.

I figur 4.11 er vist den sannsynlige midlere konsentrasjonen over utslippsperioden 26.11-29.11 1979 for SO₂. Kurvene kan også anvendes ved vurdering av fluor og støvbelastningen. Utslipp fra bruddstedet var henholdsvis 26 kg SO₂/time, 22 kg F(g)/time, og 30 kg støv/time. Vinden blåste i denne perioden hovedsakelig utover fjorden med normale stabilitetsforhold (gjennomsnittlige fortynningsforhold). Se vedlegg 1.

Boligområdene på nordsiden av fjorden ble sannsynligvis belastet av utslippet fra bruddstedet med overskridelser av rådgivende normer for total fluor. En gjør oppmerksom på at konsentrasjonen av tjærestoffer også var høy (40-50 µg tjære/m³ som middelvei for episoden).

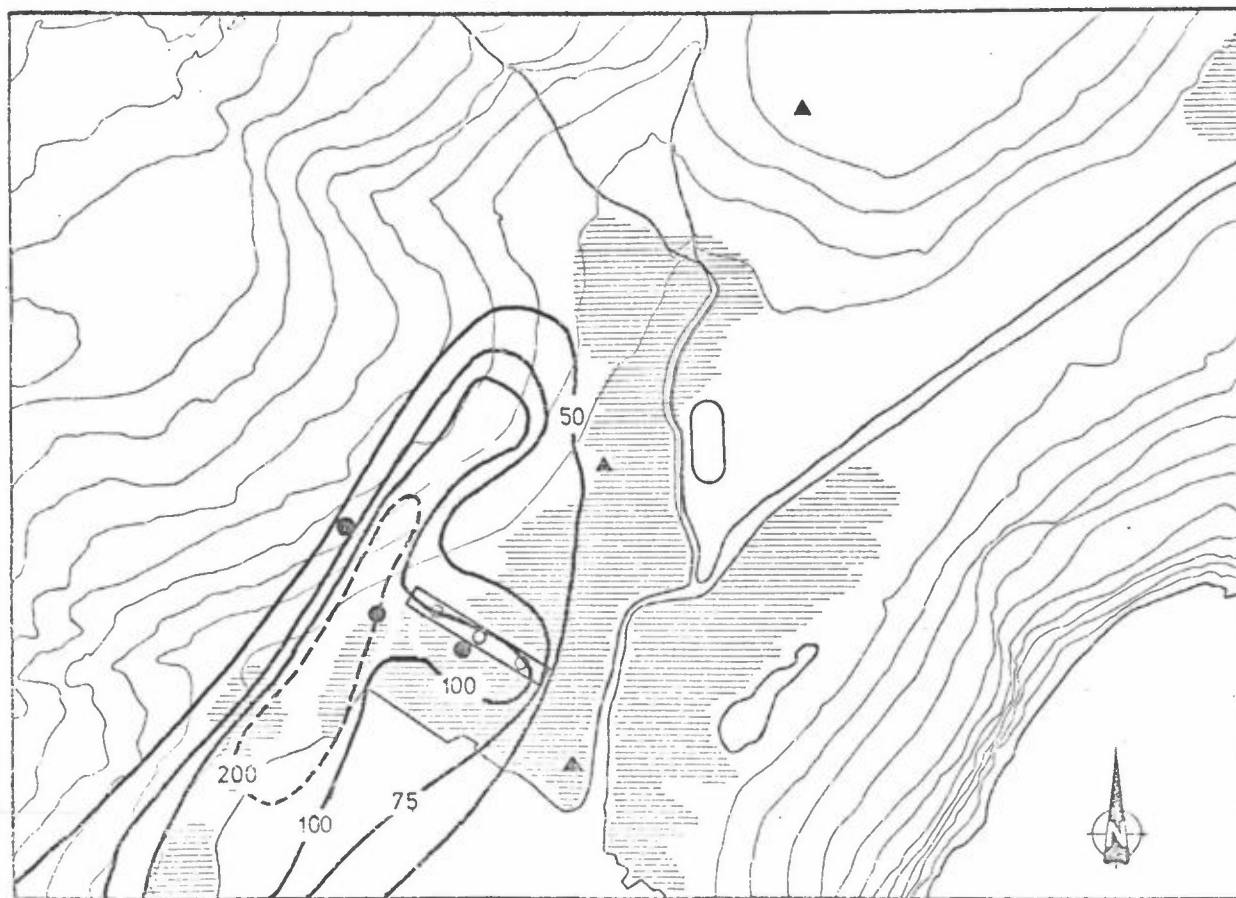
4.5 Episode 4

All røykgass ble ført til venturi 1. Begrenset kapasitet førte til økt takgassutslipp og lite utslipp (1/3) gjennom røykkanalen. Ved dette ble arbeidsatmosfæren i hallene dårligere, men utslippet over tak førte til bedre fortykning og dermed bedre luftkvalitet i omgivelsene sammenlignet med episode 3.

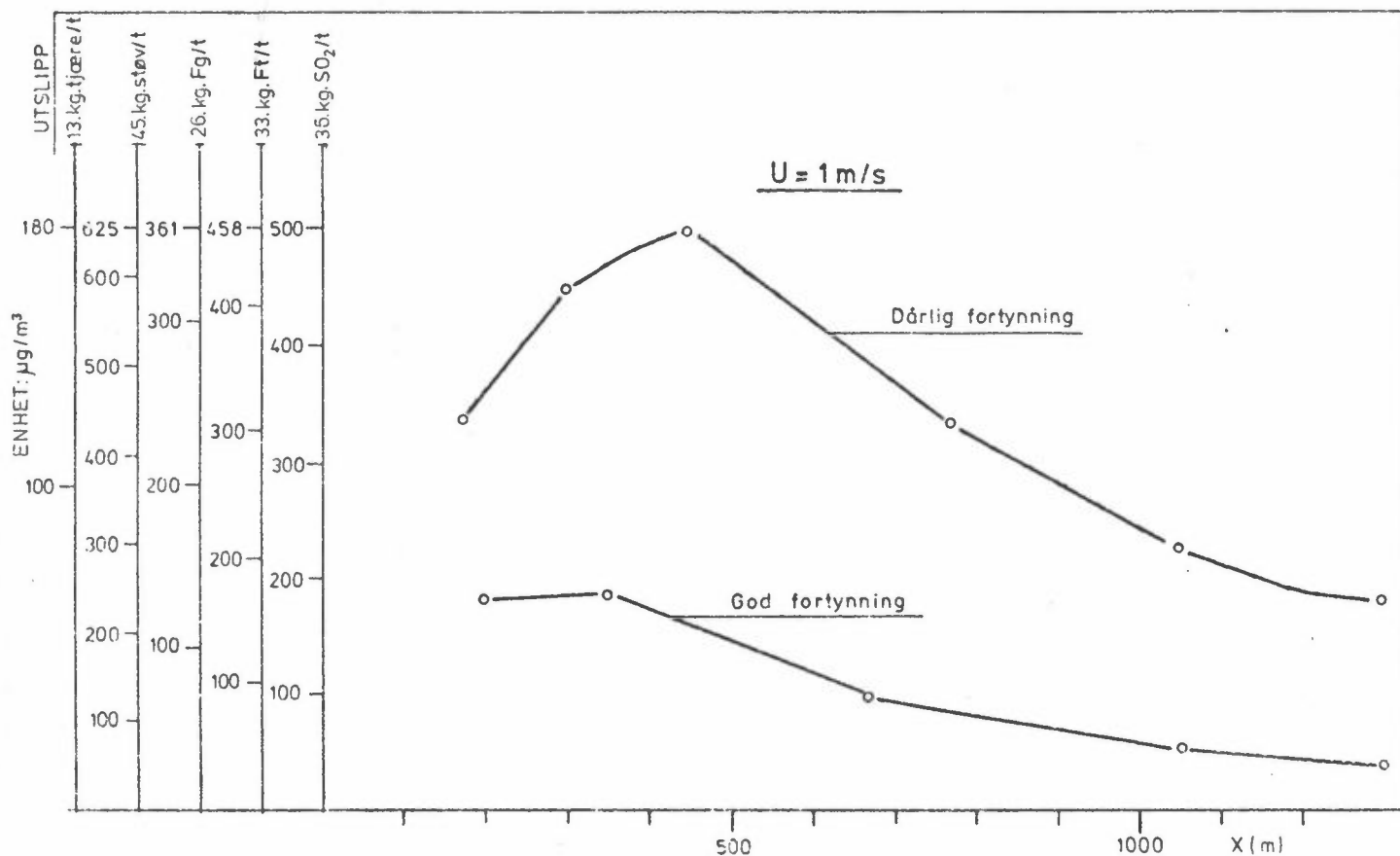
De meteorologiske vurderingene (se vedlegg 1) indikerte at spredningsforholdene var mindre gode. Vinden blåste en del av perioden ut fjorden med liten hastighet, men størstedelen inn fjorden med stor hastighet.

Figur 4.12 viser fordelingen av den midlere SO₂-konsentrasjonen i området. Figur 4.13 viser forurensningsbelastningen på lesiden av hallene ved god og dårlig fortykning ved vindhastighet 1 m/s.

Beregningsresultatene tyder på en sterk belastning av SO₂ i boligområdet på nordsiden av fjorden. Dette er sannsynligvis et overestimat også av grunner nevnt under episode 1 for ekstreme situasjoner. Rådgivende døgnnormer for fluor ble sannsynligvis overskredet betydelig i episoden.



Figur 4.12: Episode 4. Fordeling av SO_2 -konsentrasjonen i middel for perioden. Enhet: $\mu g/m^3$.



Figur 4.13: Episode 4. Forurensningsbelastningen på lesiden av hallene ved god og dårlig fortynning. Vindhastighet: 1 m/s.

Konsentrasjonene er omvendt proporsjonal med vindhastigheten.
Eksempel: Hastigheten større enn 6 m/s (god fortynning) forekommer 2.5% av tiden i Høyanger.

Nærmest fabrikken var døgnmiddelkonsentrasjonene for total fluorider nær maksimalt tillatte verdier ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). I den samme sonen var verdiene for støv og tjære henholdsvis ca $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De veiledende normene for gassformige fluorider ble overskredet betydelig i hele Høyangerområdet. I maksimalsonen nær fabrikken var verdiene sannsynligvis ca $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5 KORTTIDS - MAKSIMUMSVERDIER

I mai-juni 1978 ble det utført en rekke forsøk i Høyanger med spredning av sporstoffet SF_6 fra aktuelle utslippssteder på fabrikkområdet (3) under typiske spredningsforhold om sommeren.

I tabell 5.1 har en for en del av disse forsøkene (forsøk 1-9 og 11) gjort estimat av maksimumskonsentrasjoner for støv, fluorid, SO_2 og tjære med samme utslipp som fra halltaket under episodene 0-4 (tunnel- og bruddutslipp ikke med) og for 3 utslippsalternativer (se kapittel 6). Forsøkene 10 og 12 (med utslipp fra de alternative pipehøydene 40 og 70 m over bakken) er nyttet til estimat av maksimumskonsentrasjoner fra skorsteinsutslippet for tre utslippsalternativer.

Disse korttidsverdiene (15 min) bør ikke direkte sammenlignes med normer for time- og døgnverdier. (Det er vanlig å regne med at maksimale timesmiddelverdier er ca 25% lavere enn maksimale 15 min middelverdier).

Med unntak av forsøk 1 ble SF_6 -utslippene fra halltak og pipe utført ved vind opp dalen. Høyeste maksimum fikk en likevel ved forholdsvis sterk vind (7 m/s) ned dalen innenfor fabrikkområdet og belastningen avtok raskt med avstanden.

Tabell 5.1: Estimert av maksimumskonsentrasjoner (15 min) ved halltak-utslipp under episodene 0-4 (E) og for 3 utslippsalternativer (A) og ved pipeutslipp 40 m og 70 m over bakken (A). Basert på sporstoffundersøkelser (3).

For-søk	Spredningsforhold	Utslipps-sted	Maksimumskonsentrasjoner, $\mu\text{g}/\text{m}^3$													
			Støv			F(g)			F(t)			SO ₂			Tjære	
			0-3	4	A	0-3	4	A	0-3	4	A	0-3	4	A	0-3	4
1	23.5.78, kl 1251-1351 Vind ned dalen, 7 m/s Stab. 2.	Hall-tak	158	356	91	55	204	35	79	261	47	79	284	66	32	104
4	24.5.78, kl 1600-1645 Vind opp dalen, S-SØ-S 2-3 m/s. Stab. 2.	"	43	97	25	15	56	9	21	69	13	21	76	18	9	29
5	25.5.78 kl 0915-1000 Vind opp dalen, S-SSØ 1 m/s. Inversjon 30 m o.b.	"	64	144	37	23	85	14	32	106	19	32	115	27	13	42
6	25.5.78, kl 1330-1418 Vind opp dalen, S-SSV 1-2 m/s. Stab. 2-3.	"	58	131	33	20	74	13	4	13	2	4	14	3	12	39
7	25.5.78, kl 1815-1901 Variabel vind opp dalen, 05-1 m/s. Stab. 3-4.	"	16	36	9	6	22	4	8	26	4	8	28	6	3	10
8	26.5.78, kl 1000-1047 "Dødvar" vind opp dalen 0.4-1 m/s. Stab. 2-3.	"	24	54	14	8	30	5	12	39	6	12	42	9	5	16
9	14.6.78, kl 0915-0953 Vind opp dalen, S-SSØ 1 m/s. Inversjon 70 m o.b.	"	148	333	85	52	193	33	74	244	44	74	266	62	30	98
10	14.6.78, kl 1300-1345 Vind opp dalen, S-SV 2-4 m/s. Stab. 1-2.	Pipe 40 m o.b.	-	-	7 ^h	-	-	4	-	-	11	-	-	156	-	-
11	15-16.6.78, kl 0527- 0630. Vind opp dalen 1-2 m/s. (sjø landbris) Inv. 100-150 m o.b.	Hall-tak	20	45	12	7	26	4	10	33	6	10	36	8	4	13
12	15.6.78 kl 1115-1200 Vind opp dalen, S-SSV 2-4 m/s. Stab 2.	Pipe- 70 m o.b.	-	-	15	-	-	0.7	-	-	2	-	-	30	-	-

Ved vind opp dalen (forsøk 2-9 og 11) varierer korttids-maksimumskonsentrasjonene sterkt (faktor 10) med de meteorologiske forhold. En fikk de høyeste konsentrasjonene fra halltakutslippene når det er et lavt inversjonssjikt, 50-100 m over bakken (forsøk 9). Maksimumskonsentrasjonene var av samme størrelse som i forsøk 1, men maksimumsområdet var større og det ble målt høye belastninger over større deler av Høyangers sentrale deler nord for fabrikk og på Håland ($27 \mu\text{g F(t)}/\text{m}^3$) ((3) fig. 25).

Under stabile forhold (forsøk 7 og forsøk 8 (dødvær)) og i sjølandbris (forsøk 11) gav halltakutslippene lave maksimumskonsentrasjoner. Forurensningene ble imidlertid godt fordelt i dalen. Dersom en "dødvær"-situasjon har lang varighet, kan store halltakutslipp (episode 4) føre til stor belastning over hele dalen. Ved å sammenholde SO_2 -målinger med beregninger i slike perioder har en funnet at konsentrasjonene på døgnbasis nær fabrikk kan være opp til 3-4 ganger så høye som beregningene viser. I langtidsberegningene har en tatt hensyn til slike situasjoner ved å korrigere beregnede verdier til samsvar med SO_2 -målinger (se pkt. 5.3 i (8)).

Forsøkene 10 og 12 med pipeutslipp fra henholdsvis 40 og 70 m over bakken ble utført med vind inn dalen, og omlag samme stabilitetsforhold. Utslipp fra 40 m høy pipe gav høyere maksimumskonsentrasjon enn for 70 m høy pipe, og sentrale deler av Høyanger ble mest belastet. Ved 70 m høy pipe var belastningen høyest i området opp mot Håland.

6 TRE ALTERNATIVE UTSLIPPSPUNKT FOR VASKET HALLGASS

Når sjøvann benyttes til rensing, kan utslippet fra piper bli tyngre enn atmosfæren, og utslippshøyden kan bli redusert. Dersom tetthetsforskjellen skal få merkbar innflytelse på spredningen må vindhastigheten u være under en viss grense som erfaringsvis er uttrykt ved formelen (9):

$$u < 0.22 \cdot C \cdot \sqrt{g \cdot \Delta \cdot D} \quad (1)$$

hvor $g \approx 10 \text{ m/s}^2$, tyngdens akselerasjon

$\Delta = \frac{\Delta T}{T}$, den relative tetthetsforskjellen mellom gassutslippet og atmosfæren.

T = grader Kelvin

D = pipediameter (m)

C = empirisk koeffisient

For Høyanger: $C_{\text{dag}} = 5$

$C_{\text{natt}} = 20$

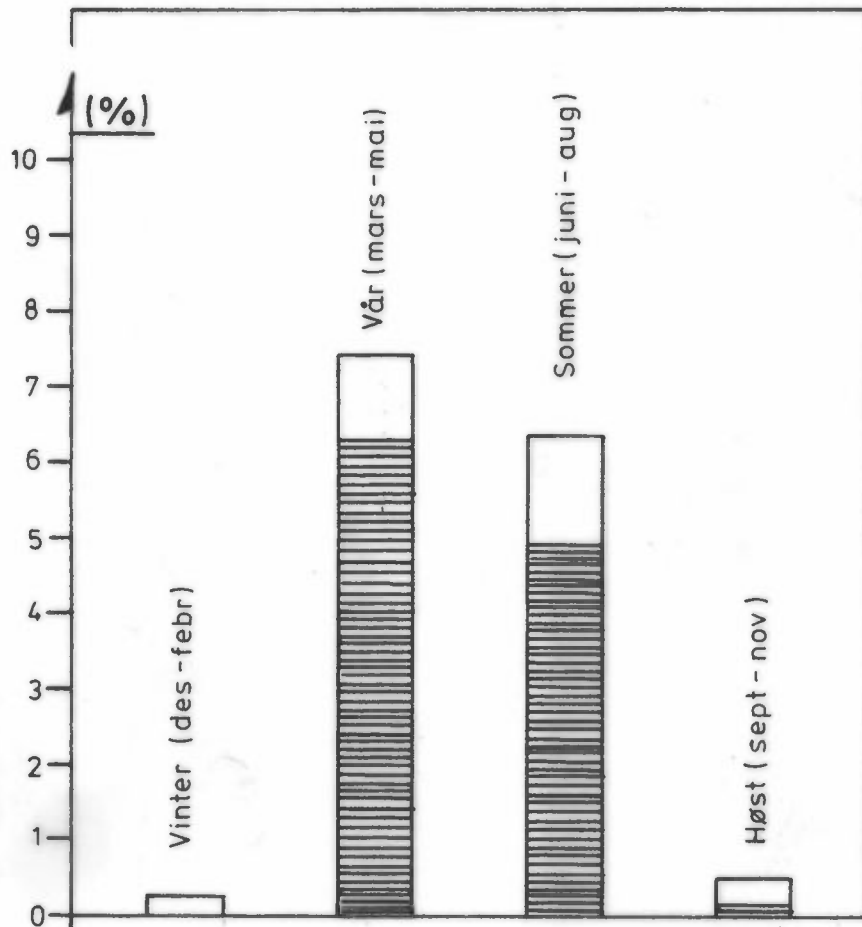
6.1 Alternativ 1

Det er forutsatt at forurenset gass vaskes med sjøvann før utslipp til atmosfæren. Temperaturen i avgassene er ca 120°C , og som en følge av gassrensingen innstiller det seg en likevekt mellom vanntemperaturen i vaskeren og temperatur/fuktighetsforhold i den rensede gassen. Som begrunnet i brev fra ÅSV vil gassen være mettet og temperaturen i "rengassen" vil være $4-4.5^{\circ}\text{C}$ varmere enn sjøvannet.

Timesmålingene av temperatur (luft og sjøvann) og vind i Høyanger er nyttet til å vurdere spredningsforholdene når "rengass"-temperaturen er kaldere enn omgivelsene. Frekvensen av disse situasjonene (ved vindhastighet lavere enn 2 m/s) er vist i figur 6.1 for hver årstid. Figuren viser at frekvensen er størst i sommerhalvåret (6-7% av tiden) og at forurensningene vesentlig vil blåse inn dalen under disse forholdene.

Innblanding av falskluft er planlagt slik at utslippshastigheten vil bli ca 20 m/s. Utslippshastigheten reduseres ved innblanding med uteluft. Samtidig reduseres også tetthetsforskjeller. I vurderingen har en anslått at når vertikalbevegelsen er redusert vil den opprinnelige tetthetsforskjell være redusert til 1/4.

Ved å benytte formelen (ligning 1) under disse forutsetninger finner en kritisk vindhastighet lik 0.3 m/s ved maksimal observert temperaturdifferanse om ettermiddagen $T_{\text{sjø}} - T_{\text{at}} = 10.5^{\circ}\text{C}$). Da målingene ble utført var vinden høyere enn denne verdien.



Figur 6.1: Antall timer i % når rengasstemperaturen vil være kaldere enn lufttemperaturen og vindhastigheten er svakere enn 2.0 m/s. Skravert stolpedel: Vindretning inn dalen (fra sektor 150° - 180° - 270°) og ved stille. Uskravert: Vindretning ut dalen.

Om natten er det registrert maksimale temperaturdifferanser mellom sjø og luft omkring 6°C som gir kritisk vindhastighet på 0.6 m/s ($u_{\text{kritisk}} = 0.22 \cdot 20 \cdot \sqrt{10 \cdot \frac{(6-4)}{290} \cdot \frac{1}{4}} \cdot 1 \text{ m/s}$). Forholdene for røyknedslag vil derfor bare kunne forekomme i få enkelttimer og virkningen på de døgnlige middelkonsentrasjonene vil være liten.

6.2 Alternativ 2 og 3

Temperaturen i utgående gass skal være minst 2°C over døgnmiddeltemperaturen for å unngå situasjoner hvor tetthetsforskjellen fører til redusert utslippshøyde. En har ikke estimert overhøyde ved beregningene.

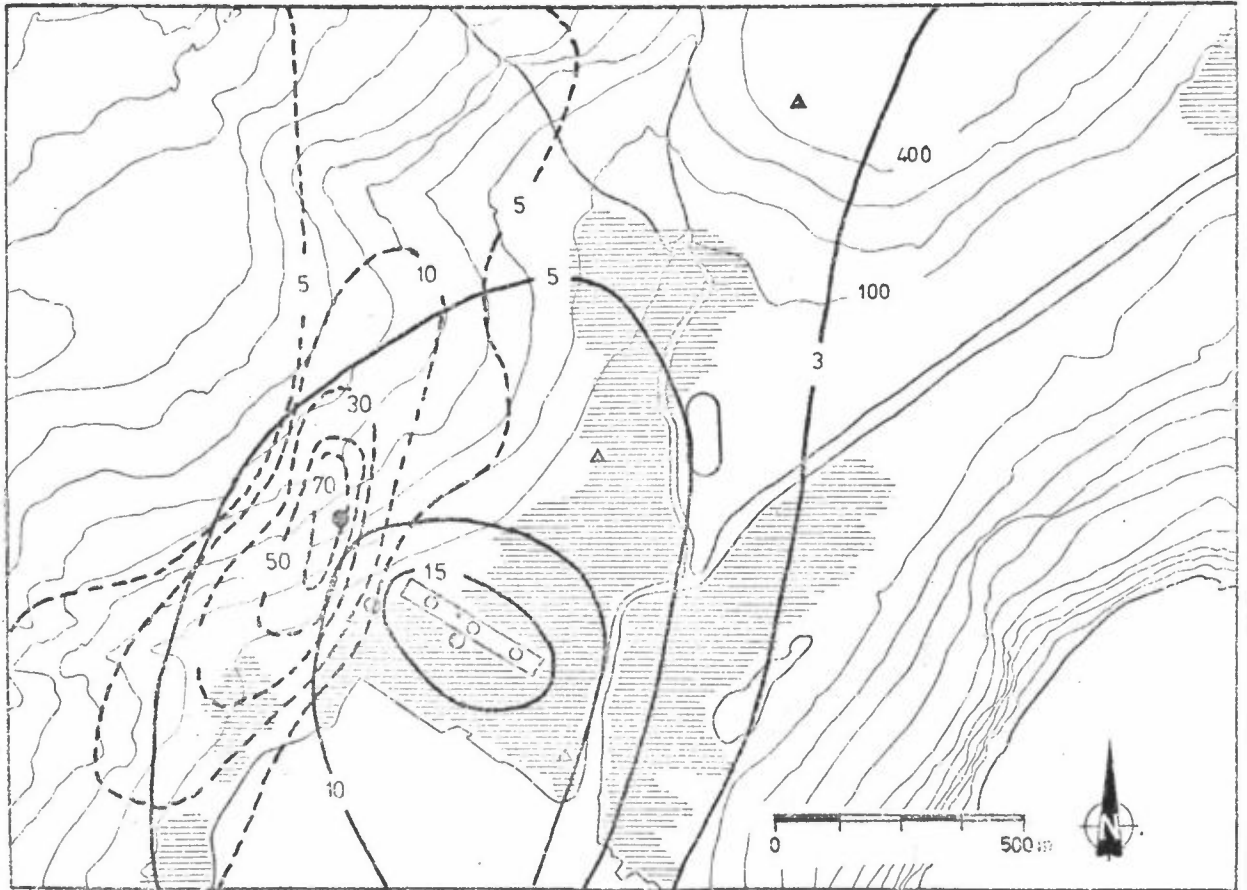
6.3 Sammenligning av alternativene 1, 2 og 3

I figurene 6.2, 6.3 og 6.4 er vist de beregnete middelkonsentrasjonene av SO₂ for sommerhalvåret for de tre alternativene. Det fremgår at alternativene 1 og 2 vil gi omlag samme belastningen i området og at høye belastninger er lokalisert til fjellsiden mot vest.

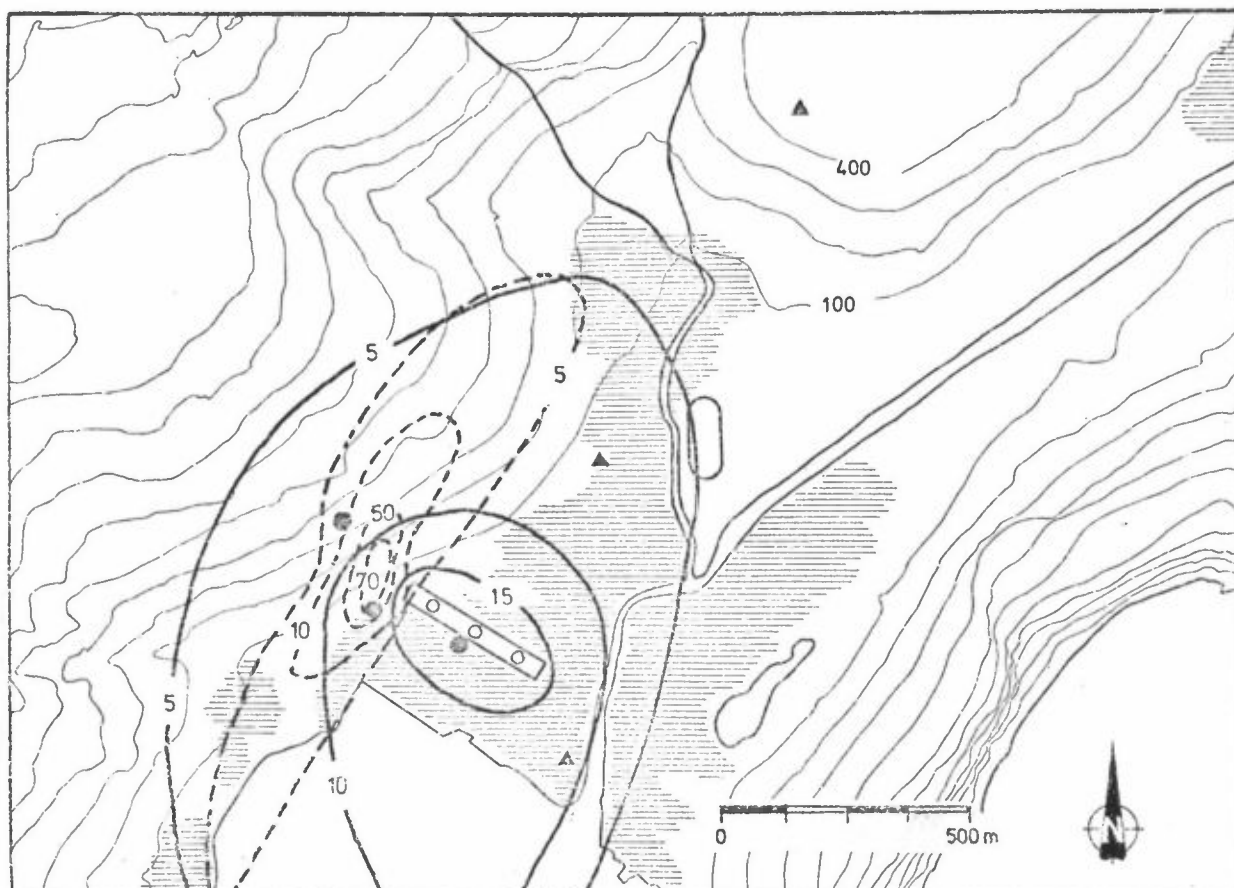
Alternativ 3 vil gi høyeste langtidsbelastning i de sentrale deler av Høyanger. Forsøkene med SF₆ for pipehøydene 40 og 70 m over bakken (kapittel 4) indikerer at spredningen ved alternativ 3 kan variere med pipehøyder mellom 40 til 70 m. Den siste høyden svarer omlag til effektiv pipehøyde for alternativene 2 og 3.

Ved valg av alternativ bør en foruten å sammenligne langtidsmidlene ta hensyn til følgende forhold: Især i episoder med høy belastning (sjø-landbris, liten vind og inversjonsperre lavere enn 180 m over havet) vil utslipp fra røykkanalen lettere føres bort fra dalatmosfæren. Pipeutslipp nede i dalen vil gi bidrag til forurensningen over et lengre tidsrom. Disse effektene er ikke tatt med i beregningene av halvårsmiddelverdiene.

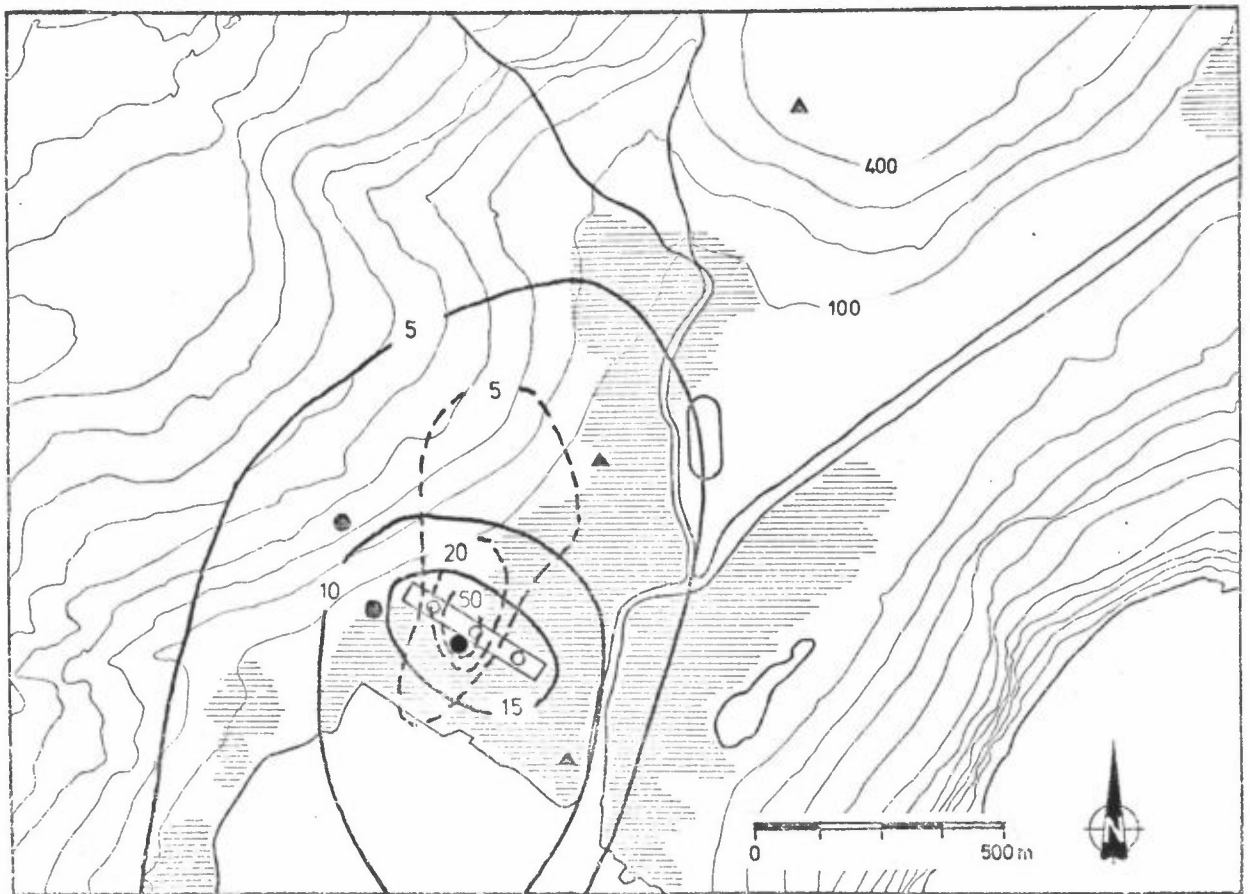
Med de planlagte utslippsbetingelser vil dessuten ved alternativ 1 konsentrasjonen nær tunnelmunningen reduseres betydelig sammenlignet med dagens forhold.



Figur 6.2: Alternativ 1 (3 alternative utslippspunkter).
Beregnete langtidsmidler for SO_2 (sommerhalvåret) ved
utslipp av vasket gass fra tunneltopp med 10 m pipe (stiplede
kurver) og fra halltak (heltrukne kurver).



Figur 6.3: Alternativ 2 (3 alternative utslippspunkter).
Beregnete langtidsmidler for SO₂ (sommerhalvåret) ved
utslipp av vasket gass fra pipe, kote 63 (stiplede kurver)
og fra halltak (heltrukne kurver).



Figur 6.4: Alternativ 3 (3 alternative utslippspunkter).
Beregnete langtidsmidler for SO_2 (sommerhalvåret) ved
utslipp av vasket gass fra pipe kote 53 (stiplede kurver)
og fra halltak (heltrukne kurver).

Siden utslippet skjer nær bakken i fjellsiden, er det vanskelig å angi maksimalkonsentrasjonene især i de nærmeste omgivelser til kanalmunningen. Sporstoffundersøkelser er velegnet til å registrere dette.

7 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

NILU er bedt om å vurdere forurensningsbelastningene i Høyanger ved normale utslipp og under episoder med driftsproblemer ved Høyanger Verk i 1979. Driftsproblemene førte til høye forurensningsutslipp. Senere er NILU bedt om i tillegg å vurdere 3 alternative plasseringer av utslippspunkt for vasket gass for hall C. Alternativene er fortsatt bruk av tunnelen med vifte og ekstra pipe på toppen eller en 50 m høy skorstein i to alternative posisjoner. Undersøkelsene er utført på basis av NILUs tidligere målinger og resultater fra Høyanger i 1978. Ved vurdering av de aktuelle spredningsforhold i 1979 er gjort bruk av samvariasjonen mellom de meteorologiske målinger i Høyanger og målinger ved meteorologiske klimastasjoner i landsdelen. Ved vurderingene har en særlig kommentert overskridelser av forslag til normer (vedlegg 2).

Ved normale utslipp (episode 0) overskrides normene for totale fluorider nær fabrikken, og de rådgivende normer for vannløselige fluorider overskrides betydelig i hele Høyanger-området. Normene for SO₂ og støv (sot) overskrides ikke i bebygde områder.

Under episode 1 (varighet 12 timer) gikk gassen urensset til tunneltoppen. Forurensningene i Høyanger sentrum økte sannsynligvis ubetydelig på grunn av dette uhellsutslippet. Boligområdet på nordsiden av fjorden (vest for fabrikken) ble sannsynligvis influert av uhellsutslippet med høyeste konsentrasjoner om kvelden og natten ved stabil strøm utover fjorden. Normene for total fluorid, SO₂ og støv ble sannsynligvis overskridet i dette området og langs den nordlige fjellsiden især.

Under episode 2 (varighet 3 1/2 måneder) var dyseanlegget uten vann og røykgassene gikk delvis urensset ut fra tunneltoppen. Midlere SO₂-konsentrasjoner var høyere enn 60 µg SO₂/m³ langs den nordlige fjellsiden og sannsynligvis i boligområdene på nordsiden av fjorden og vest for Jetland. I sentrumsområdet var tilleggbelastningen liten. I korte perioder (timer) kan imidlertid det kalde tunnelutslipp har seget ned i dalbunnen, og ført til overskridelse av korttidsnormen for SO₂ (400 µg SO₂/m³).

Under episode 3 (varighet ca 4 døgn) gikk oppsamlet gass fra seksjonene 2 og 3 direkte til friluft (rørbrudd), og strømmet ut horisontalt med hastighet 30 m/s. Ellers var det normal drift. Vinden blåste disse dagene hovedsakelig utover fjorden med normale spredningsforhold. Boligområdene på nordsiden av fjorden ble belastet av utslippet fra bruddstedet sannsynligvis med overskridelse av rådgivende normer for døgnmiddel av total fluorid (75 µg F/m³). Konsentrasjonen av tjærestoffer var også høy (40-50 µg tjære/m³).

Under episode 4 (varighet ca 3 døgn) ble all røykgass ført til venturi 1, og dette førte til ca tredobling av normalt tagassutslipp og redusert utslipp (1/3) fra tunnelen. Vinden blåste for det meste inn fjorden med stor hastighet, og ut fjorden med liten hastighet. Nærmest fabrikken lå døgnmiddelkonsentrasjonene for totale fluorider nær de maksimalt tillatte verdier (75 µg/m³). Et lavt inversjonssjikt eller "dødvær" i hele perioden ville gitt høye forurensninger.

Spredningsberegningene i forbindelse med vurderingen av 3 alternative utslipp av vasket gass med vifte viser: Tunnelutslippet 180 m o.h. og pipen (63 m o.h.) som ligger nærmest dalsiden mot vest vil sannsynligvis gi omlag samme belastning i området, og de høyeste er lokalisert til fjellsiden mot vest.

Skorsteinen midt inne på fabrikkområdet (alt. 3) vil gi høyeste langtidsbelastning i de sentrale deler av Høyanger. Sporstoffundersøkelser med alternative pipehøyder viser at spredningsbildet for alternativ 3 kan variere med pipehøyder fra 40 til 70 m o.b.

Under episoder med høy belastning (inversjonssperre, sjø-landbris, lite vind eller "dødvær") vil pipeutslippene nede i dalen bidra til forurensningen langs dalbunnen over et lengre tidsrom, mens utslipp fra røyktunnelen lettere føres bort fra dalatmosfæren. Med de planlagte utslippsbetingelser for alternativ 1 (utslipphastighet 20 m/s, pipehøyde 10 m o.b.) vil konsentrasjonen nær tunnelmunningen dessuten reduseres betydelig sammenlignet med dagens forhold.

På dette grunnlag anser en alternativ 1 som det forurensningsmessig gunstigste alternativ.

8 REFERANSER

- (1) Grønskei, K.E. Vind- og stabilitetsforhold i Høyanger oktober 1977-oktober 1978. Lillestrøm 1979. (NILU TN 1/79.)
- (2) Lamb, B.K.
Skogvold, O.F. A tracer investigation of the wake downwind of an aluminium smelter hall. Lillestrøm 1978. (NILU OR 26/78.)
- (3) Sivertsen, B.
Lamb, B.K. Undersøkelser av spredningsforholdene i Høyanger ved hjelp av sporstoff. Lillestrøm 1979. (NILU TN 10/78.)
- (4) Grønskei, K.E.
Lamb, B.K.
Sivertsen, B. Vurdering av luftforurensninger i Høyanger etter bygging av nytt aluminiumsverk. Lillestrøm 1979. (NILU OR 4/79.)
- (5) Brev fra Årdal og Sunndal Verk A/S, Hovedkontoret den 7.5.1980. Episoder med forurensning i Høyanger.

- (6) Brev fra Årdal og Sunndal Verk A/S,
Hovedkontoret den 10.6.1980.
Spredningsberegninger Høyanger for
3 alternative utslippspunkter
for vasket gass.
- (7) Årdal og Sunndal Verk A/S.
Dokumentasjon: Forurensningsrapport
for 1976 fra ÅSV-Høyanger Verk
24.1.77. Forfatter: A. Milde.
Ansvarlig: R. Bjørgo.
- (8) Grønskei, K.E. Spredningsberegninger i Høyanger.
Lillestrøm 1979. (NILU TN 2/79.)
- (9) Briggs, G.A. Diffusion estimation for small
emissions.
Oak Ridge, Tennessee, 1973.

VEDLEGG 1

METEOROLOGISKE PARAMETRE, ANVENDT VED
SPREDNINGSBEREGNINGER I SPESIELLE
EPISODER

Meteorologiske parametre, anvendt ved spredningsberegninger i spesielle episoder.

Følgende definisjoner på stabilitetsklassene er brukt:

- 1 Ustabilt: Temperaturen avtar mer enn 0.3°
10 m og 25 m høyde over bakken.
- 2 Nøytralt: Temperaturen avtar mindre enn
(lett 0.3°C mellom 10 m og 25 m over bakken.
stabilt)
- 3 Stabilt : Temperaturen øker mindre enn 0.3°C
mellom 10 m og 25 m over bakken.
- 4 Meget Temperaturen øker mer enn 0.3°C
stabilt : mellom 10 m og 25 m over bakken.

Episode 1

Meteorologisk normaldøgn i april (1).

Inversjonshøyde: 200 m.

Måned	Kl	Vindretning 0-300 ^o	Vindstyrke m/s	Stabilitetsklasse 1-4 (1)
April	10	180	2.0	2
	11	180	2.0	2
	12	210	1.6	1
	13	210	2.0	1
	14	210	2.0	1
	15	180	2.0	1
	16	210	1.6	2
	17	210	0.5	2
	18	030	0.5	2
	19	030	1.5	3
	20	030	2.0	3
	21	030	2.7	4
22	030	2.7	4	

Episode 3

Inversjons høyde: 200 m

Dato	Kl	Vindretning 0-360 ^o	Vindstyrke m/s	Stabilitet- klasse 1-4 (1)
22.11.79	18-21	030	2.0	2
22-23.11.79	22-03	030	2.0	3
23.11.79	04-09	030	3.0	3
23.11	10-15	180	5.0	2
23.11	16-21	030	2.0	3
23-24.11	22-03	030	2.5	2
24.11	04-09	030	2.0	3
24.11	10-15	180	5.0	2
24.11	16-21	030	2.5	2
24-25.11	22-03	030	2.5	2
25.11	04-09	030	2.5	3
25.11	10-15	030	2.0	3
25.11	16-21	030	2.0	2
25-26.11	22-03	030	2.5	3
26.11	04-09	030	4.0	3
26.11	10-15	030	2.0	3

Episode 4

Inversjons høyde: 200 m

Dato	Kl	Vindretning 0-360°	Vindstyrke m/s	Stabilitets- klasse 1-4 (1)
26.11	10-15	030	3.0	2
26.11	16-21	180	5.0	2
26-27.11	22-03	210	2.0	3
27.11	04-09	180	4.0	3
27.11	10-15	210	4.0	3
27.11	16-21	180	4.0	3
27-28.11	22-03	210	3.0	3
28.11	04-09	030	1.0	4
28.11	10-15	030	1.5	3
28.11	16-21	030	1.5	3
28-29.11	22-03	180	7.0	3
29.11	04-09	210	8.0	2
29.11	10-15	180	7.0	2

VEDLEGG 2
BESKRIVELSE AV LUFTKVALITETSKRITERIER
OG RÅDGIVENDE GRENSEVERDIER

BESKRIVELSE AV LUFTKVALITETSKRITERIER OG AV RÅDGIVENDE GRENSEVERDIER

A1 Opptak av fluorid i vegetasjon (1)

En må regne med at det i første rekke er perioder med høyt fluoridinnhold i lufta som gir sviing og synlige skader på vegetasjon. Fluorider som tas opp i plantene, akkumuleres og samler seg gjerne i bladspisser eller bladrande der en etter hvert får gulfarging og døde partier. Målinger viser at svoveldioksydkonsentrasjonene i lufta neppe er høye nok til å gi sviskader.

Det er vel kjent at gassformige fluorider bindes sterkt ved absorpsjon på overflater, og at plantene tar opp fluorider direkte fra lufta (2). Tørravsetningen av gasser bestemmes vesentlig av den turbulente diffusjon (3). Det er de uordnede bevegelsene som fører forurensningene ned til bakken og markoverflaten er nærmest et perfekt sluk for både svoveldioksyd og for gassformige fluorider. I de par siste år er det publisert målinger som viser at avsetningshastigheten til grasdekt mark er mellom 0.5 og 2 cm/s for SO_2 (4, 5). I middel er det vanlig å bruke 0.8 cm/s og referanse høyde 1 eller 2 m. For gassformige fluorider vil avsetningshastigheten sannsynligvis være den samme som for SO_2 .

De partikulære fluorider kan også sette seg av på vegetasjonen, men her er tørravsetningen avhengig av partikkelstørrelsen. Antakelig er de partikulære fluorider dannet ved kondensasjon fra gassfasen. Dette gir normalt aerosoler med liten partikkeldiameter, mellom 0.1 og 0.8 μm . For slike aerosoler regner en at avsetningshastigheten er i området 0.1 til 0.4 cm/s.

Det har stor interesse å se hva fluoridkonsentrasjonene i vekstsesongen fører til av opptak på vegetasjonen. Fluoridinnholdet i høy og beitegras bestemmes for øvrig rutinemessig som et ledd i kontrollordningen for aluminiumsfabrikkene.

Som et utgangspunkt kan vi regne med en produksjon på 400 kg tørrstoff (høy) pr dag i løpet av månedene mai, juni og juli. Grovt kan en i utslippet fra elektrolysehallene regne 50% gassformige og 50% partikulære fluorider og vi antar at tørravsetningshastigheten er henholdsvis 0.8 cm/s og 0.2 cm/s, det vil si en effektiv avsetningshastighet på 0.5 cm/s for fluorider.

A2 Veiledende luftkvalitetsstandard for fluorid

Røykskaderådet har foreslått følgende verdier som veiledende luftkvalitetsstandarder for total mengde fluorider:

Døgnmiddelverdi	: 25 $\mu\text{g F/m}^3$,	kan overskrides inntil 2% av tiden i enhver 6-måneders periode, men ikke som sammenhengende dager.
	: 75 $\mu\text{g F/m}^3$,	maksimal døgnmiddelverdi, kan ikke overskrides.
Halvårsmiddelverdi	: 10 $\mu\text{g F/m}^3$,	gjelder enhver 6-måneders periode.

Disse verdiene er satt ut fra hensynet til helseeffekter. Der hensynet til skader på flora og fauna er bestemmende, blir luftkvalitetsstandardene vesentlig strengere, og følgende verdier gjelder for vannløselige fluorider (beregnet som hydrogenfluorid):

Maksimal døgnmiddelverdi i vekstsesongen:	1.0 $\mu\text{g HF/m}^3$
Maksimal middelverdi for vekstsesongen	: 0.3 $\mu\text{g HF/m}^3$
Maksimal middelverdi for tiden utenom vekstsesongen	: 2.0 $\mu\text{g HF/m}^3$

Røykskaderådet understreker at luftkvalitetsstandarder for fluorider er veiledende. Rådet vil i sin konsesjonsbehandling fortsatt vurdere hver enkelt sak for seg og søke å holde eller få utslippsnivået så lavt som teknisk mulig innenfor en ansvarlig økonomisk ramme.

Når det gjelder retningslinjer for fluorider i andre land, bruker ifølge Stern (6) staten New York i USA døgnmiddelverdiene $7 \mu\text{g F/m}^3$ for byområder og $26 \mu\text{g F/m}^3$ for industriområder. I Pennsylvania i USA brukes $5 \mu\text{g F/m}^3$. I Canada brukes verdien $7 \mu\text{g F/m}^3$ for boligstrøk. Det oppgis ingen tillatt hyppighet for overskridelser av disse verdiene, og de må da oppfattes som maksimalverdier.

På grunnlag av de norske veiledende luftkvalitetsstandardene har en ved NILU valgt følgende vurderingsgrunnlag for total mengde fluorider (8):

Meget høyt	: høyeste døgnmiddel over $75 \mu\text{g F/m}^3$ eller døgnmiddel over $25 \mu\text{g F/m}^3$ mer enn 2% av tiden eller halvårsmiddel over $10 \mu\text{g F/m}^3$.
Høyt	: halvårsmiddel $5 - 10 \mu\text{g F/m}^3$
Tilfredsstillende	: halvårsmiddel $1 - 5 \mu\text{g F/m}^3$
Lavt	: halvårsmiddel under $1 \mu\text{g F/m}^3$

En vil presisere at disse verdiene er satt ut fra hensynet til helseeffekter. Flora og fauna og til dels grasetende dyr er meget mer ømfintlige enn mennesker for fluoridforurensninger i luft.

A3 Veiledende luftkvalitetsstandard for svoveldioksyd og svevestøv

For å vurdere betydningen av målte konsentrasjoner for luftkvaliteten anvendes retningslinjer eller normer. Kriteriene for luftkvalitet gir sammenheng mellom forekomst og virkninger av luftforurensninger. Virkninger av betydning ved utarbeidelse av retningslinjer for svoveldioksyd og svevestøv er i første rekke helseeffekter, men det må også tas hensyn til virkningen på materialer og vegetasjon, til nedsmussing og til nedsatt sikt.

Tabell A1 viser ved hvilke konsentrasjoner av svoveldioksyd og svevestøv i luften de forskjellige effekter kan inntreffe. Disse er observert når de angitte konsentrasjoner av både svoveldioksyd og svevestøv forekommer samtidig. Tallene i tabellen refererer til at antallet påvirkede personer er tilstrekkelig stort til å vise en signifikant forskjell i forhold til en kontrollgruppe.

Opplysninger om overdødelighet bygger på statistikk over pasienter som er innlagt på sykehus for bl.a. hjerte- eller lungesykdommer. Ved konsentrasjoner av svoveldioksyd over 250-500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og av svevestøv over 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddel) kan tilstanden forverres hos personer med bronkitt. Luftveissykdommer og nedsatt lungefunksjon er trolig vanligere hos barn enn hos voksne når årsmiddelverdien av svoveldioksyd og svevestøv overstiger 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell A1: Forventede effekter av svoveldioksyd og svevestøv i henhold til Verdens Helseorganisasjon (WHO).

Forurensning	Overdødelighet, øket sykehusinnleggelse	Forverring av helse-tilstanden hos pasienter med lungesykdommer	Påvirket åndingsfunksjon	Nedsatt sikt, nedsmussing, ubehags effekter
Svoveldioksyd	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddel)	500-250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddel)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmiddel)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (geometrisk årsmiddel)
Svevestøv	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddel)	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddel)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmiddel)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (geometrisk årsmiddel)

Forholdet mellom de angitte helseeffekter og konsentrasjonen av svoveldioksyd og svevestøv kan brukes som indeks for graden av forurensninger. Det er sannsynligvis av stor betydning om det samtidig forekommer partikler med høyt syre- og sulfatinnhold i luften. Lavere konsentrasjoner av svoveldioksyd og svevestøv skulle bety mindre risiko for helsen. Det kan imidlertid være vanskelig å fastslå styrken av en slik påstand ut fra epidemiologiske data, fordi tolkningen av disse kan være usikker ved påvirkning fra andre faktorer enn luftforurensninger.

I tabell A2 og A3 angis rådgivende grenseverdier som Statens Forurensningstilsyn anbefaler for norske forhold. Ved å sammenholde grenseverdiene med mulige effekter av forurensninger (tabell A1) ser en sikkerhetsmarginen som er innebygd.

Selv om det er utarbeidet separate grenseverdier for SO₂ og svevestøv bør forurensningsforholdene vurderes samlet. Spesifiserte målemetoder anbefales når en skal sammenligne målte verdier med grenseverdiene.

Tabell A2: Grenseverdier for svoveldioksyd (SO₂)

Midlingstid	Grenseverdi (µg/m ³)	Anmerkning
6 måneder	60	Aritmetisk middelværdi i en vilkårlig 6 mnd. periode
24 timer	200	Bør ikke overskrides i mer enn 2% av tiden i en vilkårlig 6 mnd. periode og ikke som en sammenhengende periode
1 time	400	Bør ikke overskrides mer enn 1% av tiden i en vilkårlig 30 dagers periode

Tabell A3: Grenseverdier for sot.

Midlingstid	Grenseverdi (µg/m ³)	Anmerkning
6 måneder	40	Aritmetisk middelværdi i en vilkårlig 6 mnd. periode
24 timer	120	Bør ikke overskrides i mer enn 2% av tiden i en vilkårlig 6 mnd. periode og ikke som en sammenhengende periode

A4 Referanser

- (1) Semb, A.
Gotaas, Y.
Hagen, L.O. Luftforurensninger i Årdal. Resultater fra måleprogrammet 1972/73. Kjeller 1975. (NILU OR 9/75.)
- (2) Hill, A.C. Vegetation. A sink for atmospheric pollutants.
J. Air Poll. Contr. Assoc., 21, 341-346 (1971).
- (3) Chamberlain, A. Transport of gases to and from grass and grasslike surfaces.
Roy. society Proc. ser. A, 290, 236-265 (1966).
- (4) Whelpdale, D.M. Sulphur dioxide Removal and Shaw, R.W. by Turbulent Transfer over Grass, Water and Snow Surfaces.
Tellus 26, 196-205 (1974).
- (5) Garland, J.
Atkins, D.H.F.
Readings, C.J.
Caughey, S.J. Deposition of gaseous sulphur dioxide to the ground.
Atmos. Environ. 8, 75-79 (1974).
- (6) Stern, A.C. Air Pollution. 2.ed. New York, Academic Press, 1968.



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 41/80	ISBN--82-7247-209-0
DATO NOVEMBER 1980	ANSV. SIGN. O.F.Skogvold	ANT. SIDER 58
TITTEL Aluminiumverket i Høyanger: Forurensningsepisoder i 1979 og alternative utslippspunkter for vasket gass.		PROSJEKTLEDER K.E. E.Joranger
FORFATTER(E) K.E. Grønskei E.Joranger		NILU PROSJEKT NR 22380
		TILGJENGELIGHET ** A
OPPDRAGSGIVER Årdal og Sunndal Verk A/S		OPPDRAGSGIVERS REF.
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Spredningsunders. Lokal meteorologi		
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Det er utført vurderinger av luftforurensningen i Høyanger under 4 episoder med driftsproblem og økte utslipp ved Høyanger Verk og 2) tre alternative plasseringer av utslippspunkt for vasket gass fra verket. Undersøkelsen er utført på basis av NILUs tidligere utredninger og målinger for Høyanger Verk.		
TITLE		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) 1)An evaluation is given of the air pollution in Høyanger during 4 episodes with increased emissions from Høyanger aluminium plant, 2) Three stack locations for emissions of cleaned gasses from the factory. The evaluations are based upon former investigations of dispersion conditions in this area.		

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