

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR: 11/81
REFERANSE: 25480
DATO: MARS 1981

ALUMINIUMVERKET I TYSSDAL:
VURDERING AV ALTERNATIVE UTSLIPP
VED MODERNISERING
AV
E. JORANGER OG B. SIVERTSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN-82-7247-229-5

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

I forbindelse med plan for modernisering av aluminiumselektrolyseverket ved DNN Aluminium a.s., Tyssedal er NILU bedt om å vurdere fire utslippsalternativer for avgasser til luft, samt to alternative plasseringer av pipe for utslipp fra en eventuell anodefabrikk.

Vurderinger og sammenligning av belastninger er basert på beregnede middelveier for en sommersesong. Meteorologiske målinger (vind, luftstabilitet) utført i Tyssedal sommeren 1972 er nyttet. Om sommeren antas skadevirkningene på vegetasjonen av fluorutslipp å være størst, og de midle fluorkonsentrasjonene i Tyssedal var også høyest i denne årstiden. Om sommeren blåser det i ca 45% av tiden i retning fra fabrikk mot bebyggelsen i Tyssedal. Disse vindretningene opptrer særlig om natten.

Følgende utslippsalternativer er vurdert:

- A. Hallgassen urensset gjennom 20 vifter langs hele halltaket. Primærgassene tørr- og våtvaskes og blandes med hallgass før utslipp gjennom 4 piper (samlet), 40 m høy.
- B. Primærgassen slippes ut som i alt. A. Hallgassen samles i store kanaler og slippes ut i to 30 m høye skorsteiner for enden av støperiet og ved primærgassutslippet.
- C. Primærgassen slippes ut som i alt. A, men uten oppblanding av hallgass (reduert røykløft). Hallgassen passerer 5 våtvaskeanlegg (10 utslippspunkter, 25 m høye) på utsiden av hallen.
- D. Primærgassen blandes med hallgassen, og i stedet for 5 vaskeanlegg brukes 6 vaskeanlegg (12 utslippspunkter). Det siste plasseres samme sted som primærgassvasker for alt. C.

I spredningsberegningene har en brukt vinddata fra ett målested i Tyssedal. I et såvidt topografisk komplisert område som Tyssedal kan det være store forskjeller i vindforholdene fra ett punkt til et annet. Disse forholdene har det ikke vært mulig å ta hensyn til i spredningsberegningene. For enkelte alternativer ligger det også en viss usikkerhet i estimatene av røykløft pga. overtemperatur og utslippshastighet.

Med disse forbehold kan likevel følgende konklusjoner trekkes:

- Selv med en viss usikkerhet i beregningen av røykløftet for alternativ D synes dette å være det beste alternativet, når det gjelder fluorutslippene.
- Når det gjelder SO_2 og støvutslippene kan alternativ B komme ut omtrent likt med alternativ D, mens alternativ C gir noe høyere belastning for både SO_2 , støv og fluor.
- Alternativ A synes å være dårligst, fordi hallgassutslippet over taket i ovnshallen ikke antas å få noen overhøyde. Dette skyldes turbulensen som oppstår bak ovnshallen ved vind på tvers av hallen. Sannsynligheten for at bebyggelsen i Tyssedal skal belastes av høye forurensningskonsentrasjoner er størst for alternativ A.
- Fluormålinger i Tyssedal foretatt siden 1972 gir grunnlag for å anta at de maksimale døgnkonsentrasjonene av fluor, SO_2 og støv vil være omlag 5 ganger større enn de beregnede middelkonsentrasjonene. Høye konsentrasjoner vil derfor kunne forekomme enkelte døgn især for de kaldeste utslippene (av våtvasket gass).

- Det midlere SO₂- og sulfatnivået i luften i Odda vil bli lite influert av alle alternativene for planlagt økte utslipp av SO₂ i Tyssedal.
- Økningen i SO₂-utslippene vil ikke ha merkbar innflytelse på sulfatnedfallet (sur nedbør) i områdene omkring Sørfjorden.
- Skorsteinen ved en eventuell ny anodefabrikk anbefales plassert så langt mot fjorden som mulig.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	3
1 INNLEDNING	9
2 UTSLIPPSDATA	10
2.1 Alternativ A	11
2.2 Alternativ B	12
2.3 Alternativ C	13
2.4 Alternativ D	14
2.5 Utslipp, anodefabrikk	15
2.6 Utslippsoversikt	15
3 VURDERINGSGRUNNLAG	16
3.1 Meteorologiske data.....	16
3.2 Fluoridmålinger og SO ₂ -målinger	20
3.2.1 Fluor	20
3.2.2 SO ₂	21
4 SPREDNINGSVURDERINGER	23
4.1 Spredning av total fluor	24
4.1.1 Gammel fabrikk. Fluor	24
4.1.2 Alternativ A. Fluor	24
4.1.3 Alternativ B. Fluor	27
4.1.4 Alternativ C. Fluor	27
4.1.5 Alternativ D. Fluor	30
4.2 Spredning av SO ₂	30
4.3 Spredning av støv	35
4.4 Alternative utslippspunkter fra anodefabrikk ..	35
5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	36
6 REFERANSER	37
VEDLEGG A	39

ALUMINIUMVERKET DNN TYSSEDAL
VURDERING AV ALTERNATIVE UTSLIPP
VED MODERNISERING

1 INNLEDNING

I forbindelse med planer om modernisering av eksisterende aluminiumverk i Tyssedal ble NILU i brev fra Årdal og Sunndal Verk (ÅSV) av 22.10.80 (1) bedt om å gi en kort vurdering av spredningsforholdene på grunnlag av tidligere målinger.

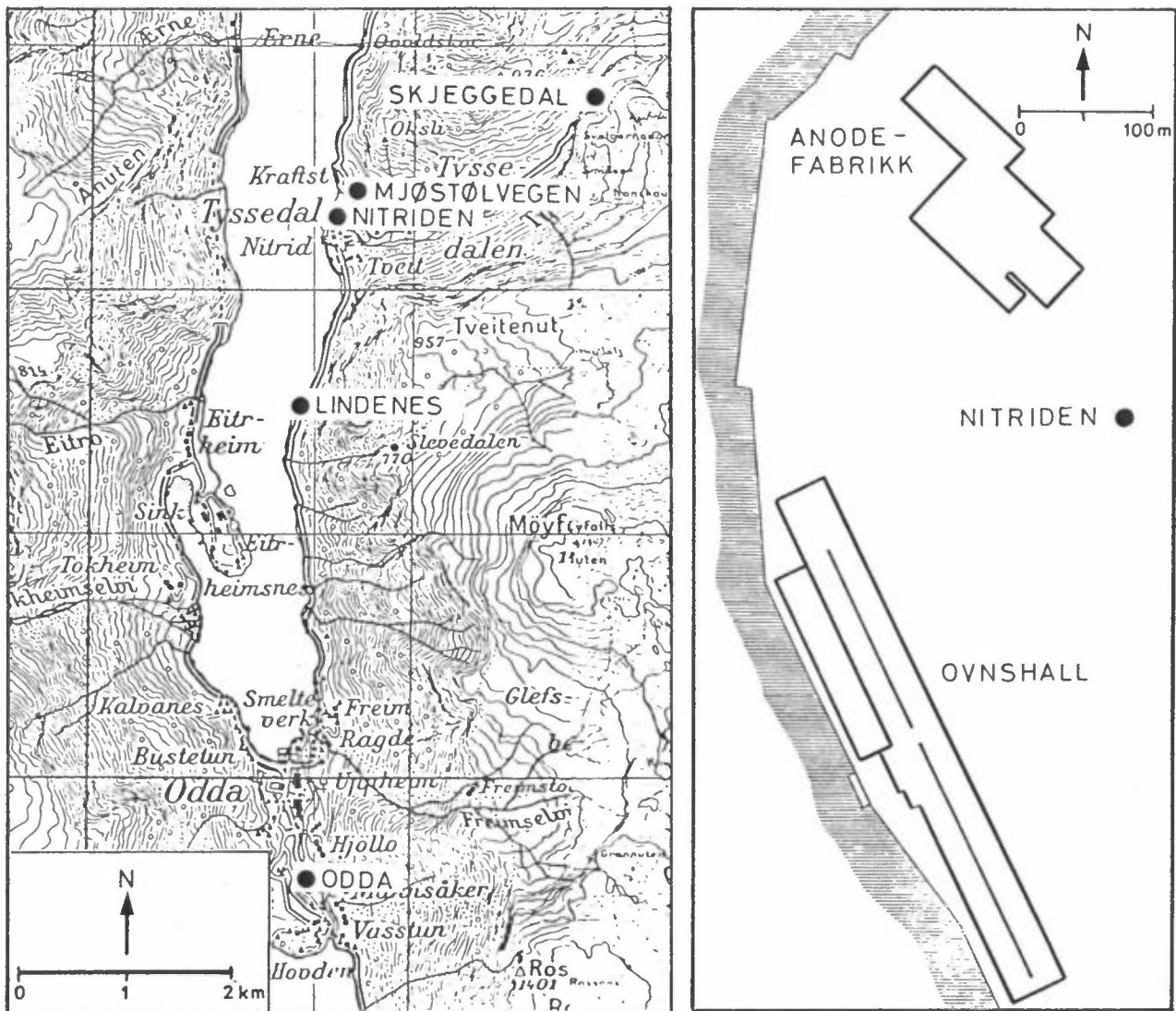
Ved møte 24. og 25.11.80 ble oppdraget utvidet til å vurdere 3 alternative utslippsvarianter (2), og i brev av 12.12.80 ble NILU bedt om også å se på et fjerde alternativ (3). I brev av 29.1.81 (4) ble gitt endelige utslippsverdier.

Vurderingene bygger på:

- 1) Oppgaver over utslippene gitt av ÅSV (2,3,4).
- 2) Målinger av vind og luftstabilitet (temperaturmålinger) i perioden februar 1972-april 1973 (5).
- 3) Døgnlige fluormålinger i Tyssedal siden 1972 (6).
- 4) Sluttrapport fra Miljøvernkomitéen i Odda, Del 1,2 og 3 (7).

Beliggenheten av DNN Tyssedal og av målestasjonene er vist i figur 1.1.

Tyssedal er beliggende på østsiden av Sørfjorden i Hardanger med fjell opptil 1000 m høyde på begge sider. Dette gir sterk kanalisering av vinden langs fjorden. Mot øst fra Tyssedal stiger den trange Tyssedalen bratt opp fra fjorden til ca 500 m o.h.



Figur 1.1: Områdekart med målestasjoner.

2 UTSLIPPSDATA

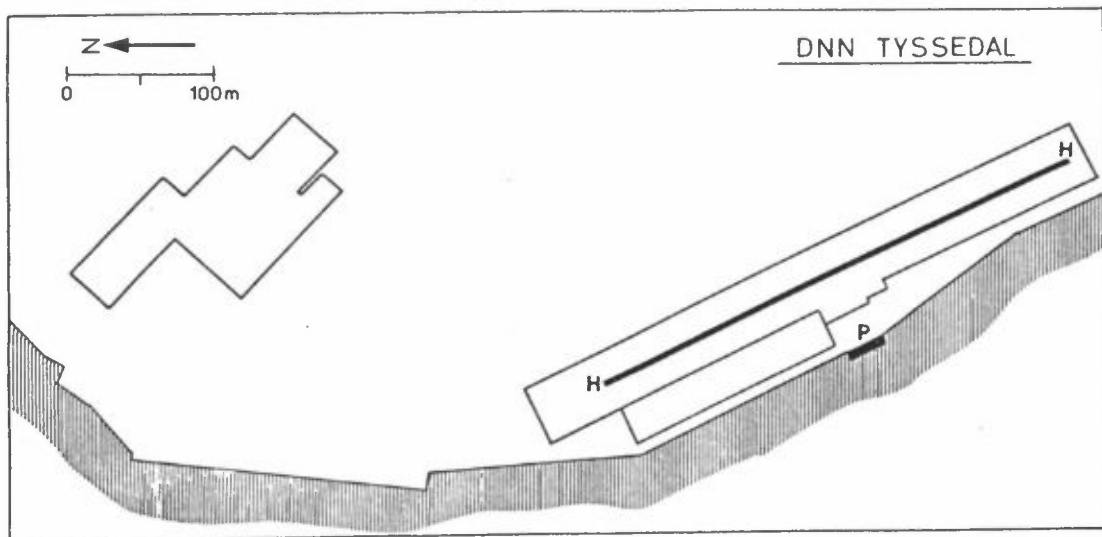
Utslipp til luft for de forskjellige alternative utforminger av en modernisert fabrikk i Tyssedal er gitt av Årdal og Sunndal Verk a.s. (2,3,4). Fire utslippsalternativer skal undersøkes. For hvert alternativ er gitt årsmidlete utslipp av total fluor, svovel og støv. Temperaturdifferansen i avgassene ($\Delta T = \text{utslipps-temperatur} \div \text{utetemperatur}$) er oppgitt for sommer og vinterhalvår. Gassformig fluor antas å utgjøre ca 64% av det totale fluorutslippet.

2.1 Alternativ A

Tabell 2.1: Utslippsdata for alternativ A.

	Hallgass H	Primærgass P
F, total kg/h	2.6	1.0
S, "	6.0	14.0
Støv, "	5.0	5.0
Antall piper	20	4
Pipediameter, m.	3.5	2.2
Høyde m.	20	40
Hastighet m/s	10	20
Gassmengde $10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$	4700	1250
ΔT °C	20 *	Sommer
		Vinter
		5
		20

*ingen overhøyde på hallgassene fordi utslippet skjer over lanterniden.



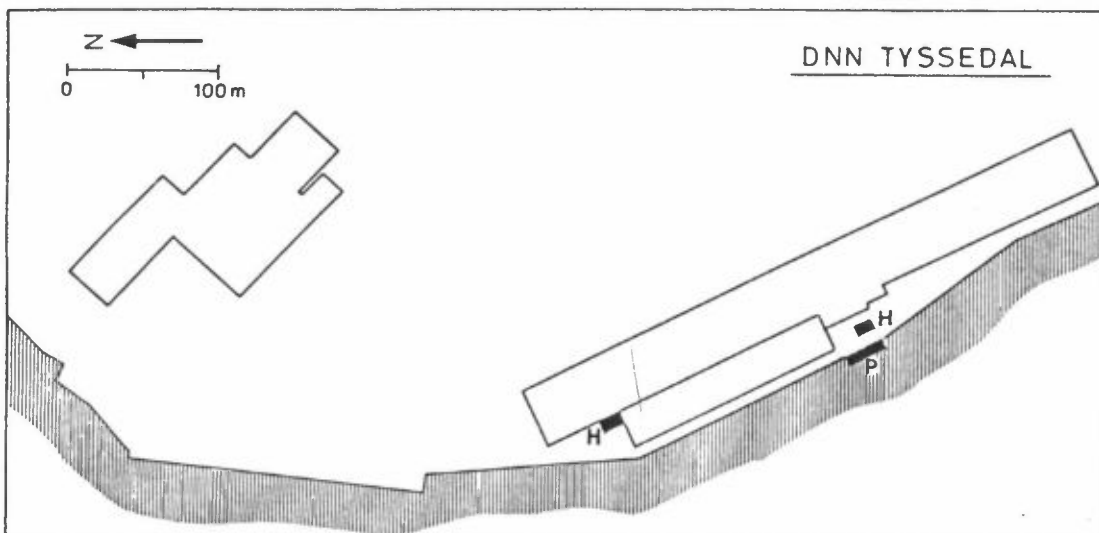
Figur 2.1: Alt. A: Utslippspunkter fra DNN Tyssedal.

Hallgassen går urensset gjennom 20 vifter langs hele taket (H-H i figur 2.1). Primærgassen ($0.75 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{h}$) tørr-renses og våt-vaskes og oppblandes deretter med hallgass ($0.5 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{h}$) gjennom 4 piper plassert samlet (P i figur 2.1).

2.2 Alternativ B

Tabell 2.2: Utslippsdata for alternativ B.

	Hall gass H	Primærgass P
F, total kg/h	2.6	1.0
S, "	6.0	14.0
Støv "	5.0	5.0
Antall piper	2	4
Pipediameter, m.	10 (6x13m)	2.2
Høyde, m	30	40
Hastighet, m/s	10	20
Total gassmengde $10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$	4700	1250
ΔT °C	Sommer	5
		Vinter



Figur 2.2: Alt. B. Utslippspunkter fra DNN Tyssedal.

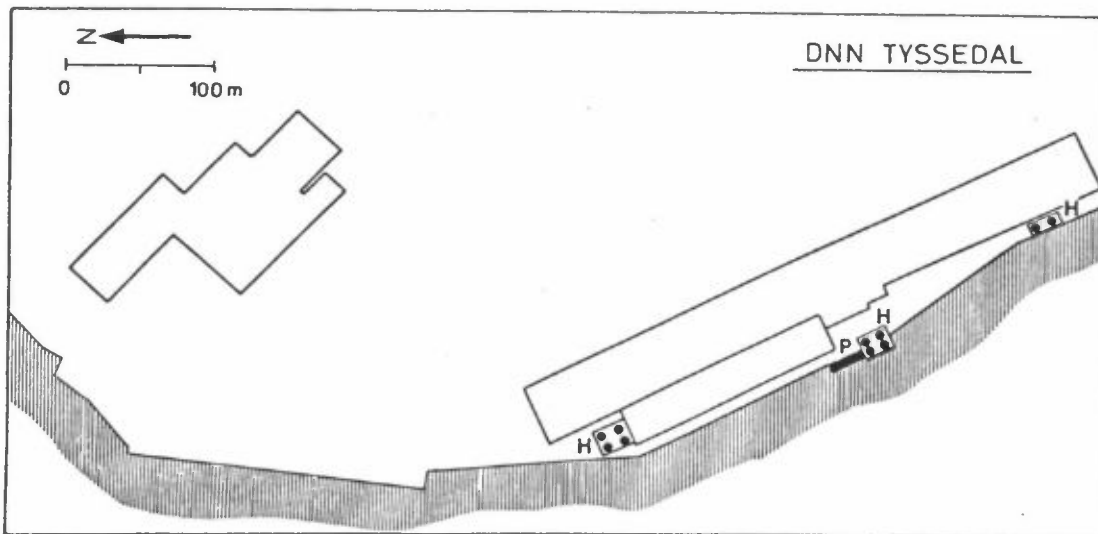
Primærgassutslippet er som alt. A. Hallgassen samles i store kanaler og slippes ut i 2 skorsteiner som vist i figur 2.2.

2.3 Alternativ C

Tabell 2.3: Utslippsdata for alternativ C.

	Hallgass H	Primærgass P
F, total kg/h	0.85	0.75
S, "	1.6	13.0
Støv "	2.5	5.0
Antall piper	10	4
Pipediameter, m	5	2.2
Høyde, m	25	40
Hastighet, m/s	7	14
Total gassmengde $10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$	5200	750
$\Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$ $\frac{\text{Sommer}}{\text{Vinter}}$	15	$\div 7^*$
		18

* ingen overhøyde



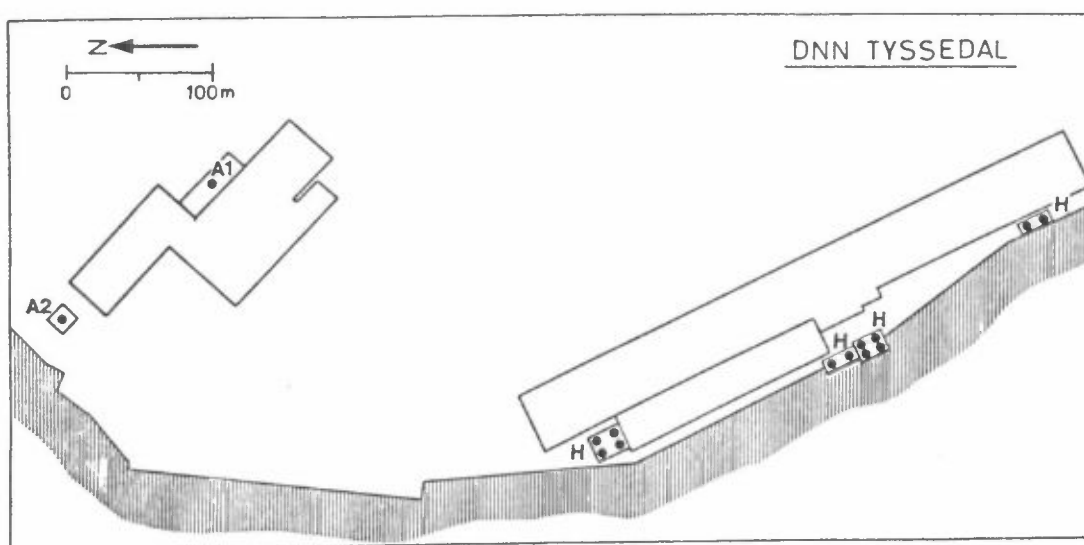
Figur 2.3: Alt. C: Utslippspunkter DNN Tyssedal.

Primærgassen slippes ut som alt. A,B, men uten oppblanding med hallgass. Hallgassen passerer 5 vaskeanlegg (10 skorsteiner) på utsiden av hallen (se figur 2.3).

2.4 Alternativ D

Tabell 2.4: Utslippsdata for alternativ D.

	Hallgass H	Primærgass P
F, total kg/h	1.6	0
S, "	14.6	0
Støv "	7.5	0
Antall piper	12	
Pipediameter, m	5	
Høyde, m	25	
Hastighet, m/s	7	
Total gassmengde $10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$	5750	
ΔT °C $\frac{\text{Sommer}}{\text{Vinter}}$	15	



Figur 2.4: Alt. D: Utslippspunkter for DNN Tyssedal.

Istedet for separate vaskeanlegg for hallgass og primærgass i alt. C, blandes primærgassen med hallgassen. Det brukes 6 vaskeanlegg (12 skorsteiner), hvorav det siste plasseres samme sted som primærgassvasker, alt. C.

2.5 Utslipp, anodefabrikk

Tabell 2.5: Utslippsdata for anodefabrikk.

F, total kg/h	0.24
S, "	4.0
Tjære "	1.6
Antall piper	2
Pipediameter, m	1
Høyde, m	40
Hastighet, m/s	10
Total gassmengde $10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$	30
ΔT °C	0

Det skal vurderes 2 alternative plasseringer av utslippet fra anodefabrikk. Utslippsalternativene er vist i figur 2.4 som A_1 og A_2 .

2.6 Utslippsoversikt

I tabell 2.6 er gitt en sammenstilling av de totale utslipp til luft fra de 4 alternativene eksklusiv utslipp fra en eventuell anodefabrikk. I tabellen er også inkludert beregnede totale utslipp fra gammel fabrikk, oppgitt av ÅSV.

Tabell 2.6: Sammenstilling av totale utslipp til luft.

	F, total kg/h	S kg/h	Støv kg/h	Tjære/olje kg/h
Alt. A	3.6	20.0	10.0	-
Alt. B	3.6	20.0	10.0	-
Alt. C	1.6	14.6	7.5	-
Alt. D	1.6	14.6	7.5	-
Gammel fabrikk	13.	7.	25.	9

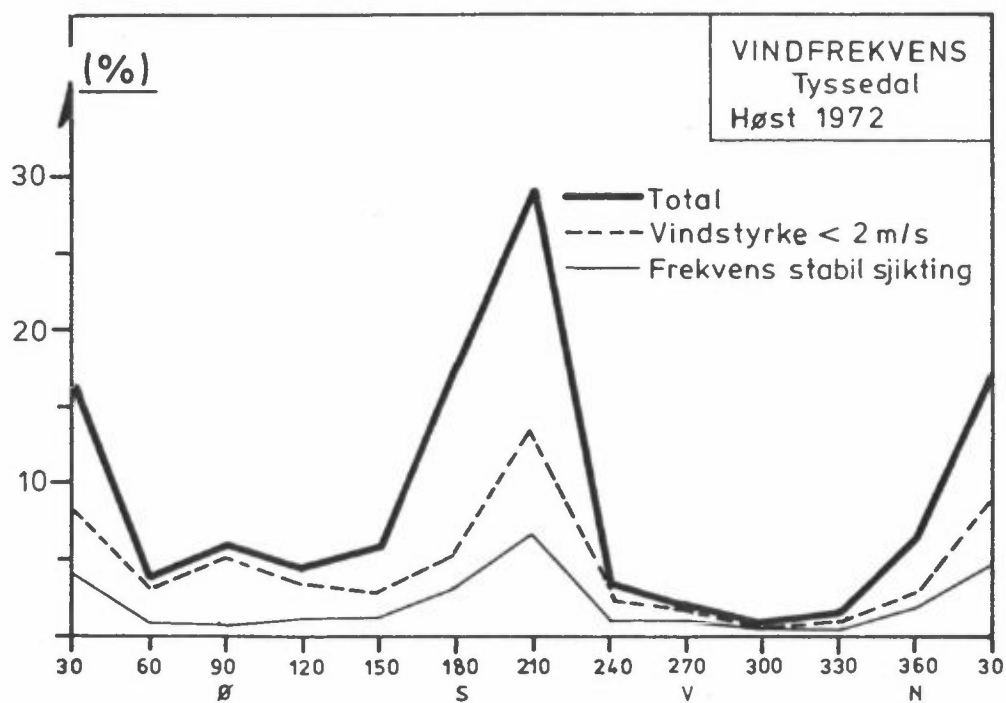
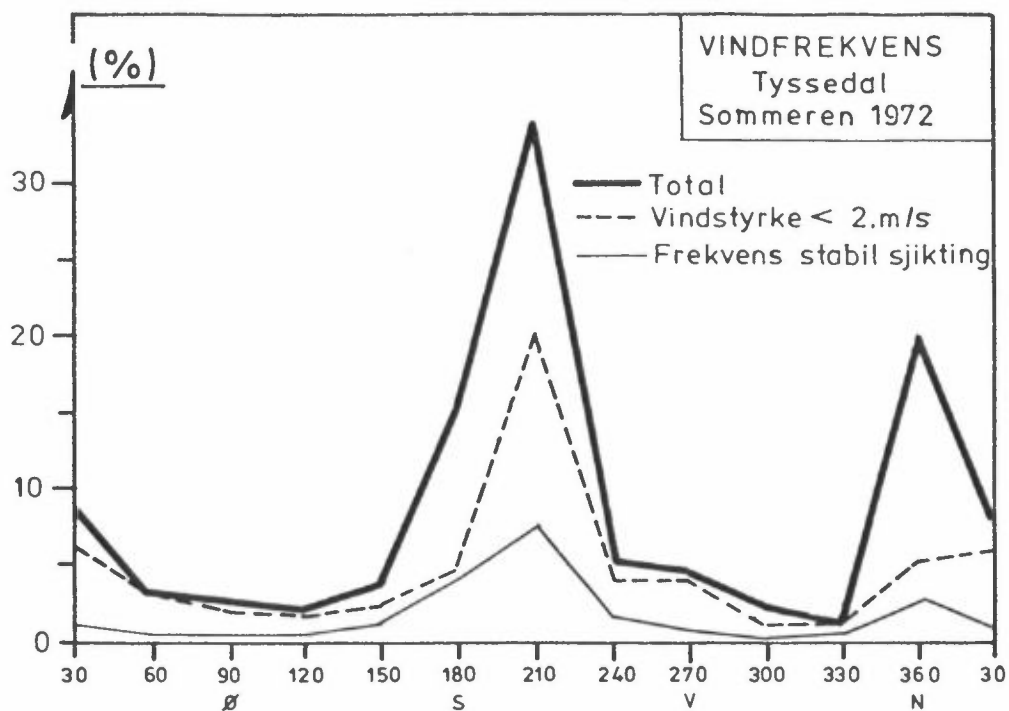
3 VURDERINGSGRUNNLAG

3.1 Meteorologiske data

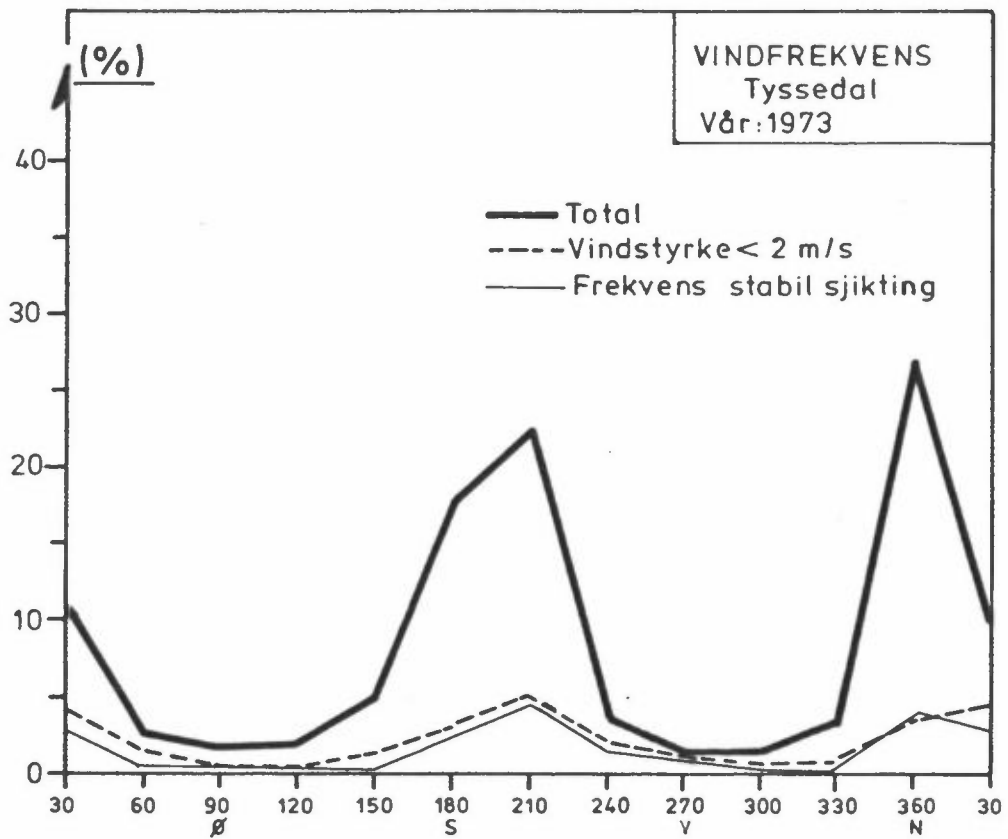
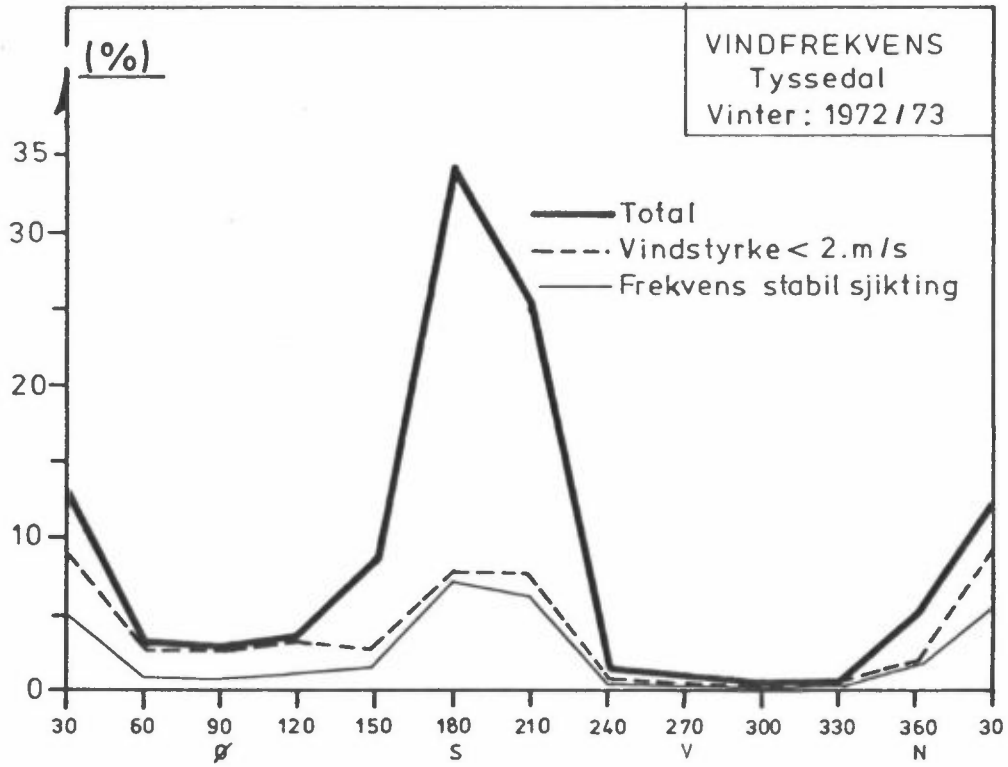
I forbindelse med miljøundersøkelsen i Odda, koordinert av Miljøvernkomitéen, ble det foretatt måling av vind i Tyssedal (Nitriden) og temperatur på 2 steder i Tyssedal-området (Nitriden og Skjeggedal) i perioden februar 1972-april 1973 (5).

Figur 3.1 viser frekvensfordelingen av vindretningene i Tyssedal i de fire årstidene samt fordeling med vindretning av tilfeller med svak vind (mindre enn 2 m/s) og stabil luftsjikking.

Frekvensfordelingene viser sterk kanalisering av vinden i Sør-fjorden, med to hovedvindretninger, stort sett langs fjordaksen. Det blåser hyppigst frøsørlige sektorer hele året. Om sommeren blåser det i ca 45% av tiden vind fra sektoren 195° - 315° (SSV-NV). Dette gir transport av forurensninger fra DNN Tyssedal innover bebyggelsen i Tyssedal. Vinden er for det meste svak (< 2 m/s) og resulterer ofte i dårlige spredningsforhold. I de øvrige årstidene blåser det også ofte fra nevnte sektor (omlag 30%), men det er i disse årstidene sterkere vind enn om sommeren.

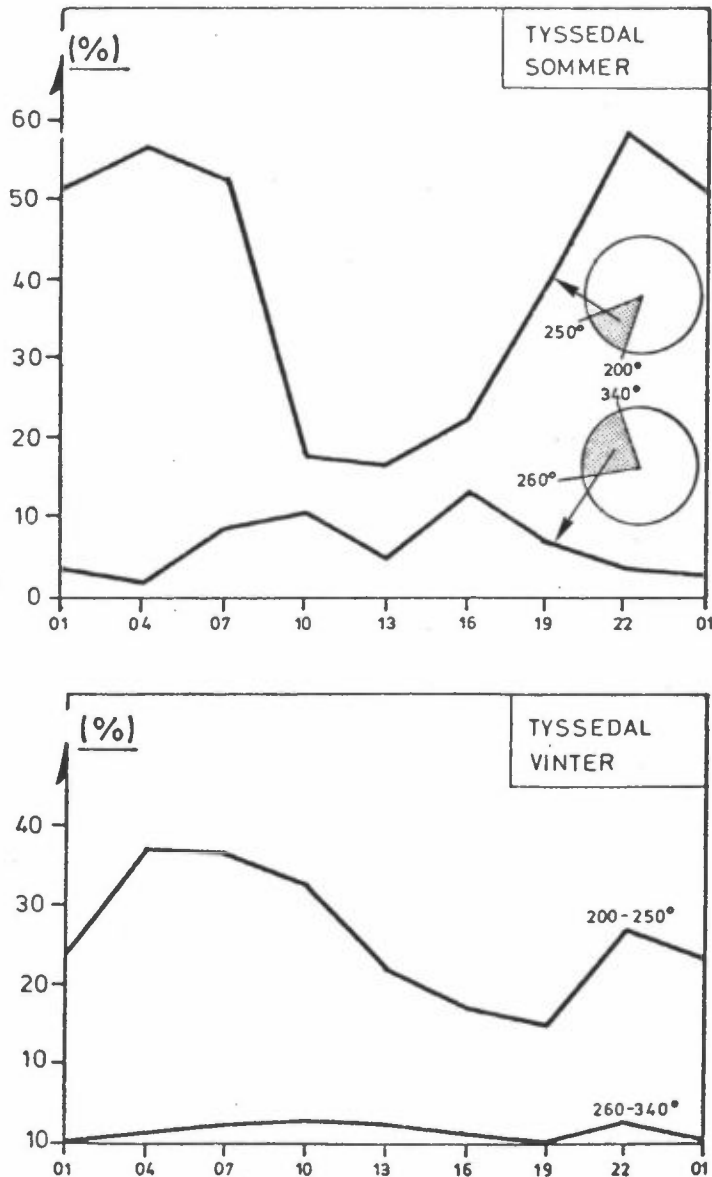


Figur 3.1: Vindfrekvenser i Tyssedal for samtlige data (total), for forhold med vind svakere enn 2 m/s og stabil luftsjikting.



Figur 3.1 forts.

Figur 3.2 viser at vinder fra sørvestlig kant om sommeren har en markert døgnlig variasjon. Om natten fra kl 22 til 07 blåser det fra denne sektor ca 55% av tiden, mens det midt på dagen (kl 10-16) bare blåser ca 20% av tiden fra denne sektor. Vind fra sektoren vest til nordvest (260° - 340°) forekommer oftest midt på dagen, og ca 10% av tiden mellom kl 07-16. Om vinteren er den døgnlige variasjon av vind fra disse sektorer ikke så utpreget, men sørvestlige vinder forekommer også da oftest sent på natta og tidlig på morgenen.



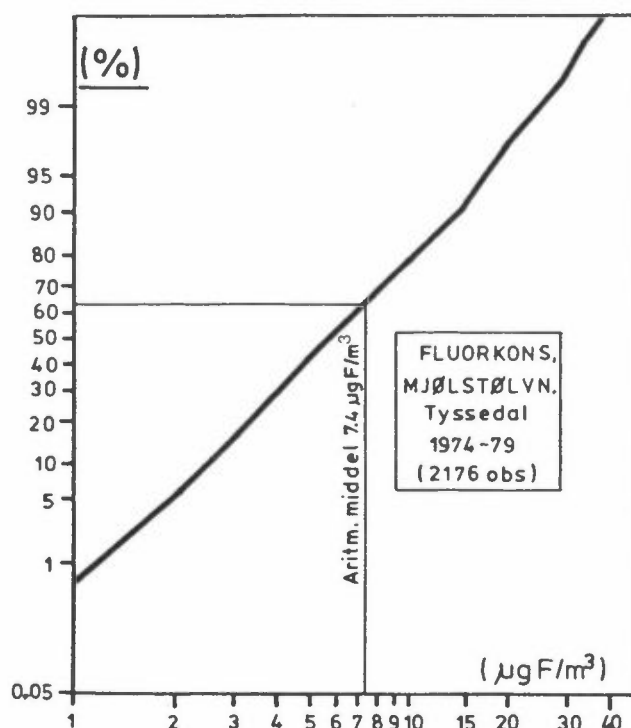
Figur 3.2: Døgnlig variasjon av vind fra sektorene 200° - 250° og 260° - 340° innover Tyssedal om sommeren (juni-aug) og vinteren (des-febr).

3.2 Fluor og SO₂ i luften

3.2.1 Fluor

Det har siden 1972 vært utført rutinemessige døgnmålinger av total fluor i Tyssedal (Mjøstølvegen), på Lindenes ca 2 km sør for Tyssedal, og i Odda (fylkessykehuset).

Figur 3.3 viser den kumulative frekvensfordelingen av total fluorid (24-timersmiddel) i perioden april 1974-mars 1980, samt aritmetiske middelerverdier for perioden i Mjøstølvegen, Tyssedal.



Figur 3.3: Kumulativ fordeling av døgnlige konsentrasjoner av total fluorid, målt i perioden april 1978-mars 1980, i Mjøstølvegen 18, Tyssedal.

Tabell 3.1 viser for hvert år middelkonsentrasjonen av total fluor i sommerhalvåret (april-september), vinterhalvåret og middelerdiene for hele perioden. Konsentrasjonsnivåene varierer stort sett i takt på de tre stasjonene. I Mjøstølveien er det en tendens til høyest middelkonsentrasjon om sommeren.

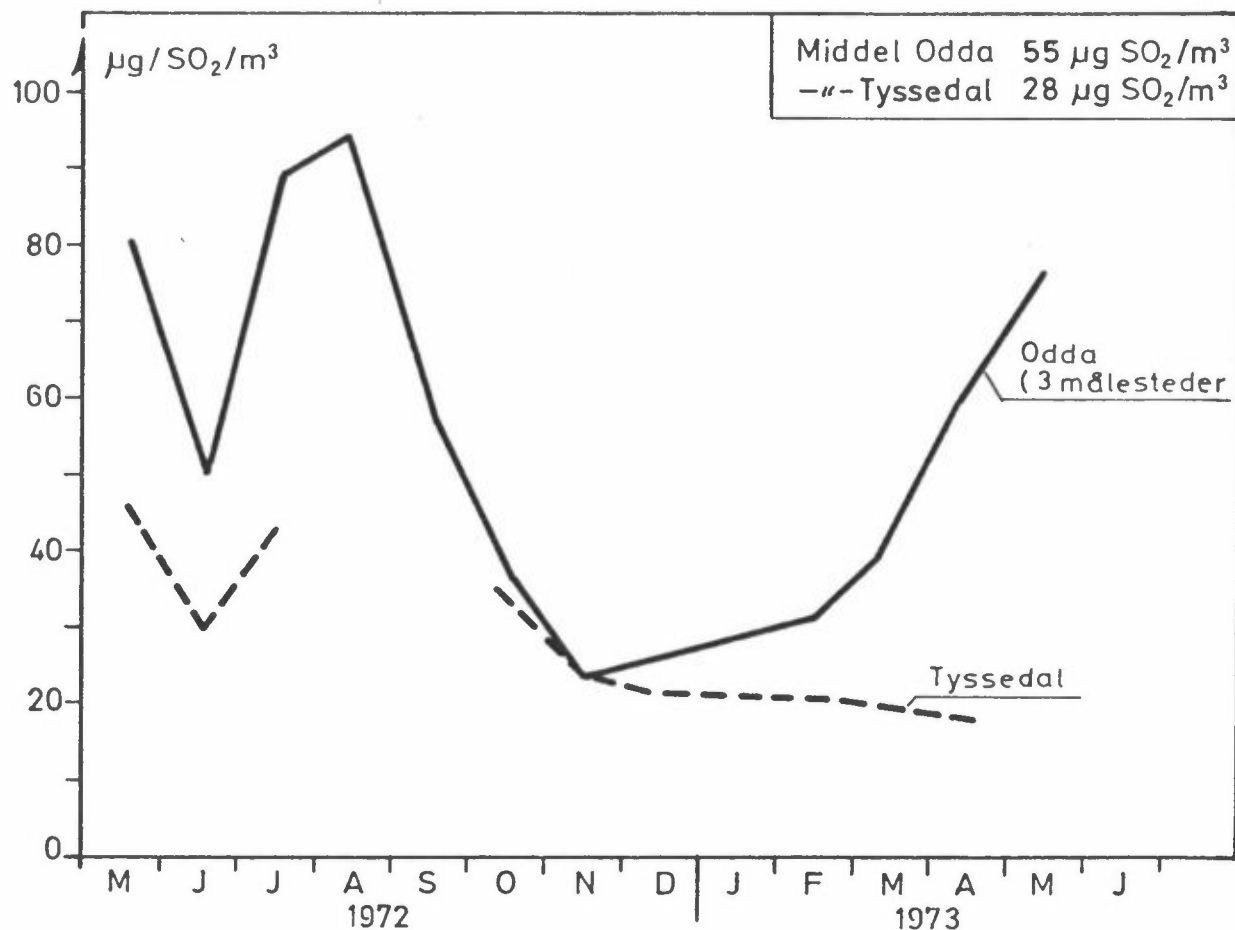
Tabell 3.1: Halvårlige middelkonsentrasjoner av total fluor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) på tre stasjoner i Odda kommune for årene 1974-79.
Sommer : april - september
Vinter : oktober - mars

		74	75	76	77	78	79	Middel
Tyssedal	Sommer	6.7	7.8	8.4	10.1	8.3	6.5	8.0
	Vinter	7.5	6.6	6.8	7.2	6.4	6.9	6.9
Lindenes	Sommer	1.8	2.0	3.9	4.0	2.2	1.9	2.6
	Vinter	2.7	2.5	3.9	3.1	2.4	2.8	2.9
Odda	Sommer	1.4	1.6	2.8	2.6	1.3	1.1	1.8
	Vinter	2.2	2.1	2.3	1.9	1.2	1.6	1.9

På Lindenes, sør for Tyssedal, var middelkonsentrasjonen av fluor omtrent de samme vinter og sommer, selv om det blåser hyppigere fra DNN Tyssedal mot denne stasjonen om sommeren enn om vinteren (se figur 3.1). I følge tidligere undersøkelser (7) utgjør fluorutslippet i Tyssedal ca 95% av de totale fluorutslippene i Odda kommune. Den relativt høye middelkonsentrasjonen om vinteren må derfor forklares ved dårlige spredningsforhold når det blåser inn fjorden i denne årstiden. Målingene på Lindenes i 6 års-perioden 1974-79 viser også at totalt for vintrene var det 130 døgn med døgnlige fluorkonsentrasjoner større enn $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mot 43 døgn fra sommerhalvåret (6).

3.2.2 SO_2

Figur 3.4 viser de månedlige SO_2 -middelkonsentrasjonene målt i Tyssedal og Odda 1972-73. Middelkonsentrasjonen i Tyssedal var ca $30 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, med totalutslipp av SO_2 oppgitt til 66 tonn/år i Tyssedal og 25 tonn/år i Odda (7).



Figur 3.4: Månedlige middel konsentrasjoner av SO_2 målt samtidig i Tyssedal og Odda (?).

Enkle estimat viser at bare omtrent 10% av middelkonsentrasjonene fra 1972-73 i Tyssedal kan tilskrives utslipp av SO_2 i Odda. Utslippene i Odda har de senere år blitt redusert til ca 100 tonn/år, samtidig som målte konsentrasjoner av SO_2 ved Fylkessykehuset i Odda er redusert fra $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1973-74) til $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1978-79) (6).

4 SPREDNINGSVURDERINGER

Basert på alternative utslippsbetingelser ved en modernisert ovnshall ved DNN, Tyssedal, som spesifisert i kapittel 2, er det estimert middelkonsentrasjoner i bakkenivå av fluor, svovel-dioksyd og støv.

Vurderinger og sammenligning av belastninger er basert på beregnede middelværdier for en sommersesong (juni-august). I denne årstiden er skadevirkningene på vegetasjonen av fluorutslipp størst, og de målte fluorkonsentrasjonene i Tyssedal var i middel høyest om sommeren (tabell 3.1).

Ved spredningsberegningene har en brukt foreliggende data for vind og stabilitet. Vindmålingene er foretatt i ett punkt (Nitriden) 10 m over bakken, sommeren 1972 (5).

I et såvidt topografisk komplisert område som Tyssedal kan det være store forskjeller i vindforholdene fra ett punkt til et annet. Temperaturvariasjoner mellom sjø og land og mellom skyggesiden og solsiden av dalen kan gi store variasjoner i transportretningene i Tyssedal-området, noe som det ikke er mulig å korrigere for uten flere vindmålere i området. Undersøkelser fra andre trange fjorder på Vestlandet har vist at vindretningene som avspeiler seg på vindmåleren ved Nitriden kan endre seg med høyden over bakken fra Tyssedalen til midten av Sørfjorden. Forurensninger som slipper ut høyt over bakken så langt ut mot fjorden som mulig, kan transporteres i luftstrømmer som går mer parallelt med fjordaksen (Sørfjorden) enn vinddataene fra Nitriden indikerer. Disse forholdene har det ikke vært mulig å ta hensyn til i beregningene. Den beste måten å undersøke disse effektene i områder med komplisert topografi, vil være å gjennomføre et antall spredningsforsøk med sporstoff.

For alternativer der flere piper ligger nær hverandre, har en beregnet løft av gassen (pga. varmeoverskudd og utslippshastighet) som fra én pipe. Dette gir et underestimat av overhøyden (effektiv utslippshøyde) og derved overestimat av beregnet middel-

konsentrasjoner. For å belyse effekten av røykhevningen er det i vedlegg A vist bakkekonsentrasjoner for alternative grader av røykløft ved våtvask av avgassene. Ved våtvaskingen er løftet avhengig av temperaturen i vaskevannet og uteluften. I dette kapitlet presenteres resultatene av de mest sannsynlige overhøydene, som også svarer til dataene gitt i kapittel 2.

Fluorbelastningene er bare gitt som total fluor. Av teknisk notat fra ÅSV (4) fremgår at 60-65% av de beregnete totale fluorkonsentrasjoner er gassformig fluor både for gammel og ny fabrikk.

4.1 Spredning av total fluor

4.1.1 Gammel fabrikk. Fluor

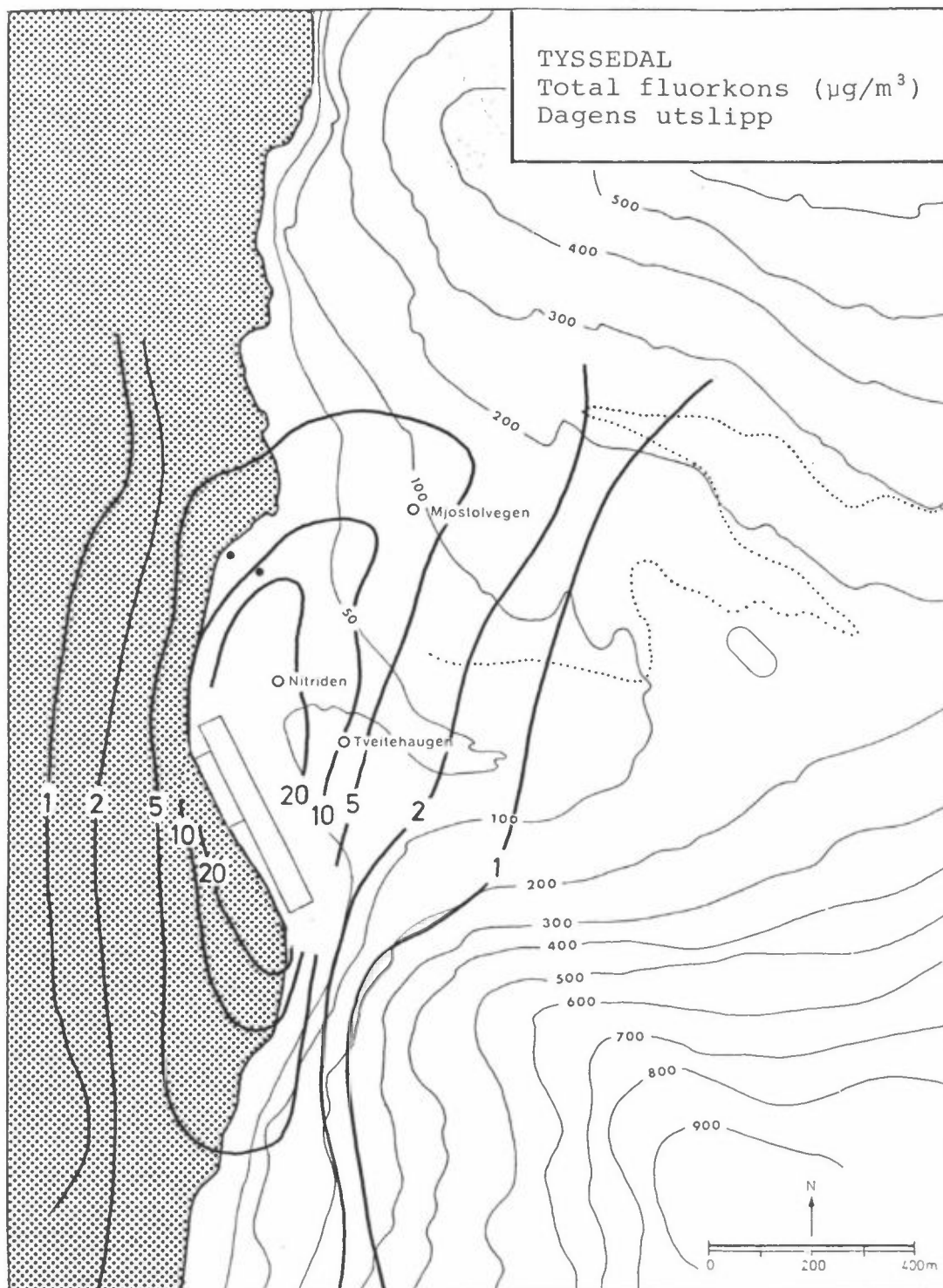
Figur 4.1 viser de midlere fluorkonsentrasjonene om sommeren (juni-august) for dagens utslipp. Fordelingen av det totale utslipp på kilder og deres fysiske parametre er utarbeidet av DNN Tyssedal A/S (8).

Beregningene viser god overensstemmelse med målte middelkonsentrasjoner av total fluorid i Mjøstølvegen på ca $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabell 3.1)

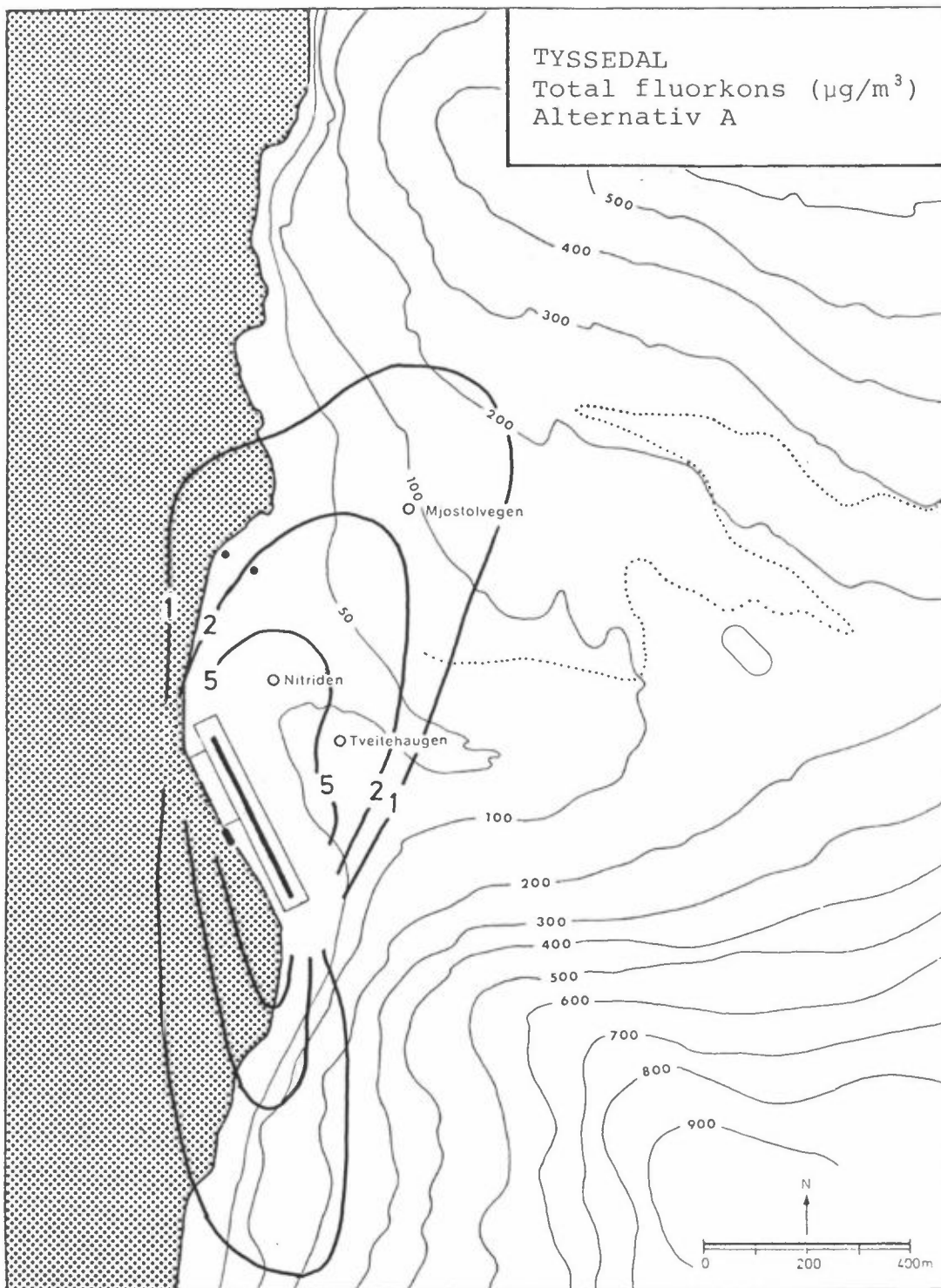
4.1.2 Alternativ A. Fluor

I dette alternativet slippes hallgassene urensset gjennom 20 vifter langs hele halltaket. Primærgassen tørr-renses og våtvaskes og blandes deretter med hallgass før utslippet. På grunn av turbulensen omkring ovnshallen antas at takutslippene av hallgassen har ingen overhøyde, i.e. gasshastighet = 0 og $\Delta T=0$.

I figur 4.2 er vist spredningsberegningene, når det forutsettes overhøyde på primærgassutslippet. Middelkonsentrasjonen faller til omlag $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ca 1 km fra fabrikk i hovedvindretningene, og vil være 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i boligområdet på nordsiden av Tyssedalen.



Figur 4.1: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for dagens utslipp. (Met. data sommeren 1972).



Figur 4.2: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ A.
Hallgass : Ingen overhøyde
Primærgass : Overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.

Figur A.1 viser at tilsvarende beregning uten overhøyde på primærgassutslippet gir ubetydelige konsentrasjonsøkninger i forhold til beregningene med overhøyde.

4.1.3 Alternativ B. Fluor

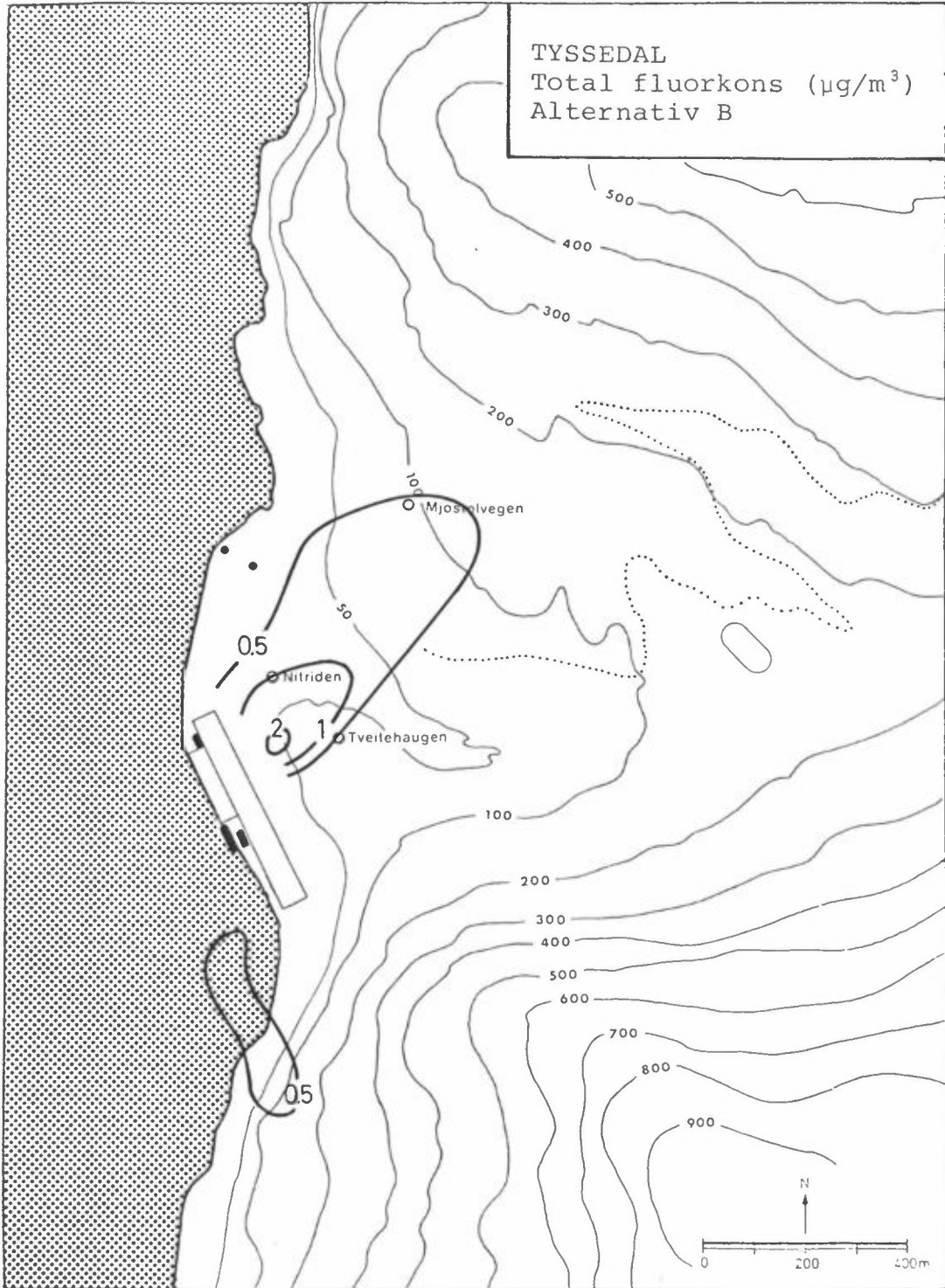
Av figur 4.3 fremgår at fluorkonsentrasjonene blir omlag halvert i forhold til alternativ A. På grunn av at hallgassutslippet slippes ut gjennom to 30 m høye skorsteiner med overtemperatur ($\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$) og utslippshastigheten er 10 m/s, får hallutslippet en overhøyde som gir reduserte bakkekonsentrasjoner i forhold til takutslipp (alternativ A).

Samme spredningsberegninger uten overtemperatur av de våtvaskete primærgasser (figur A.2) endrer spredningsbildet ubetydelig.

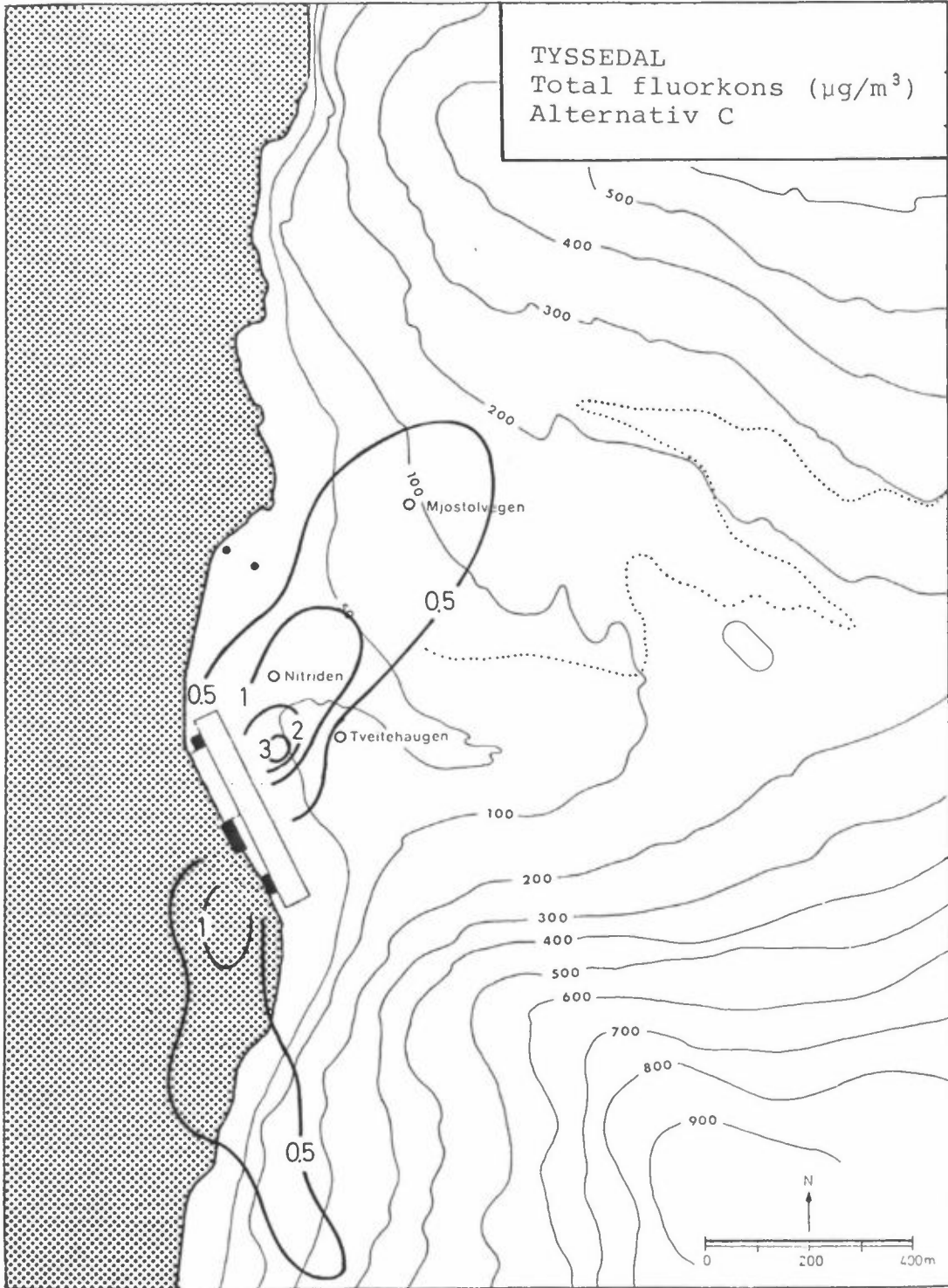
4.1.4 Alternativ C. Fluor

I dette alternativet foregår primærgassutslippet uten oppblanding av varm hallgass (som gir løft), og hallgassen vaskes gjennom 5 vaskeanlegg med 10 utslippspunkter på fjordsiden av ovnshallen. Den mest sannsynlige midlere konsentrasjonsfordeling er vist i figur 4.4, hvor det regnes med ingen overhøyde for primærgassen, men røykløft pga. en overtemperatur på 15°C på hallgassene. Figur A.3 viser ingen vesentlig endring av middelkonsentrasjonene om en forutsetter at hallgassen ikke har overtemperatur i forhold til omgivelsene.

Til tross for de langt større hallgassutslipp i alternativ B enn i alternativ C, gir alternativ B de laveste konsentrasjonene på grunn av høyere temperatur og gasshastighet av både primærgass og hallgass.



Figur 4.3: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ B.
Hallgass : Overhøyde
Primærgass: Overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.



Figur 4.4: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ C.
Hallgass : Overhøyde
Primærgass: Ingen overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.

4.1.5 Alternativ D. Fluor

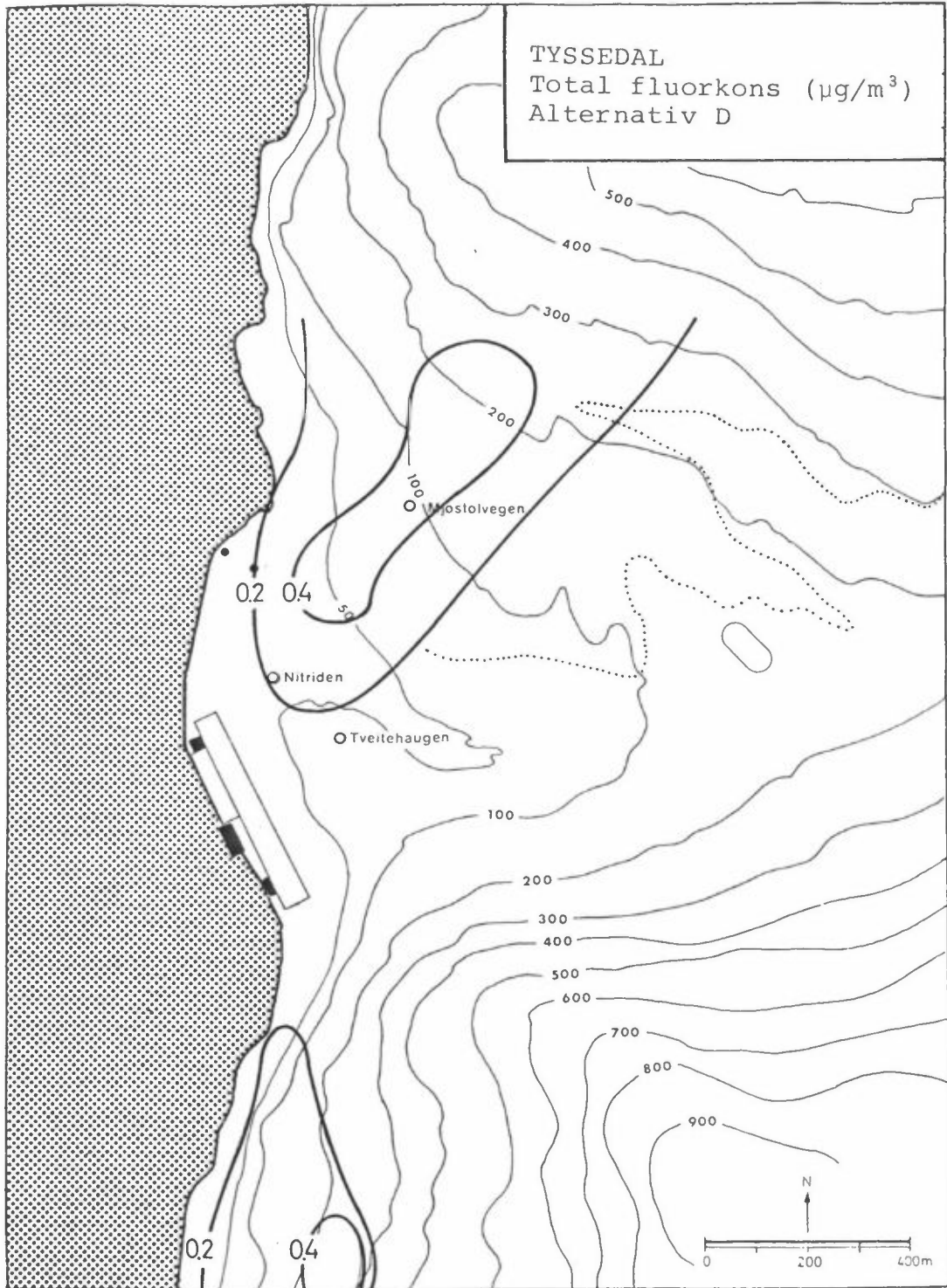
I figur 4.5 er vist beregnede midlere fluorkonsentrasjoner for alternativ D med overhøyde på alle utslipp. Dette gir laveste konsentrasjoner av alle alternativene. Spredningsberegninger under forutsetning av ingen overtemperatur (figur A.4) gir imidlertid omlag like høye konsentrasjoner som for alternativ C. En må regne med at middelkonsentrasjonene ved alternativ D om sommeren sannsynligvis vil ligge et sted mellom de som er vist i figur 4.5 og de som er vist i figur A.4.

4.2 Spredning av SO₂

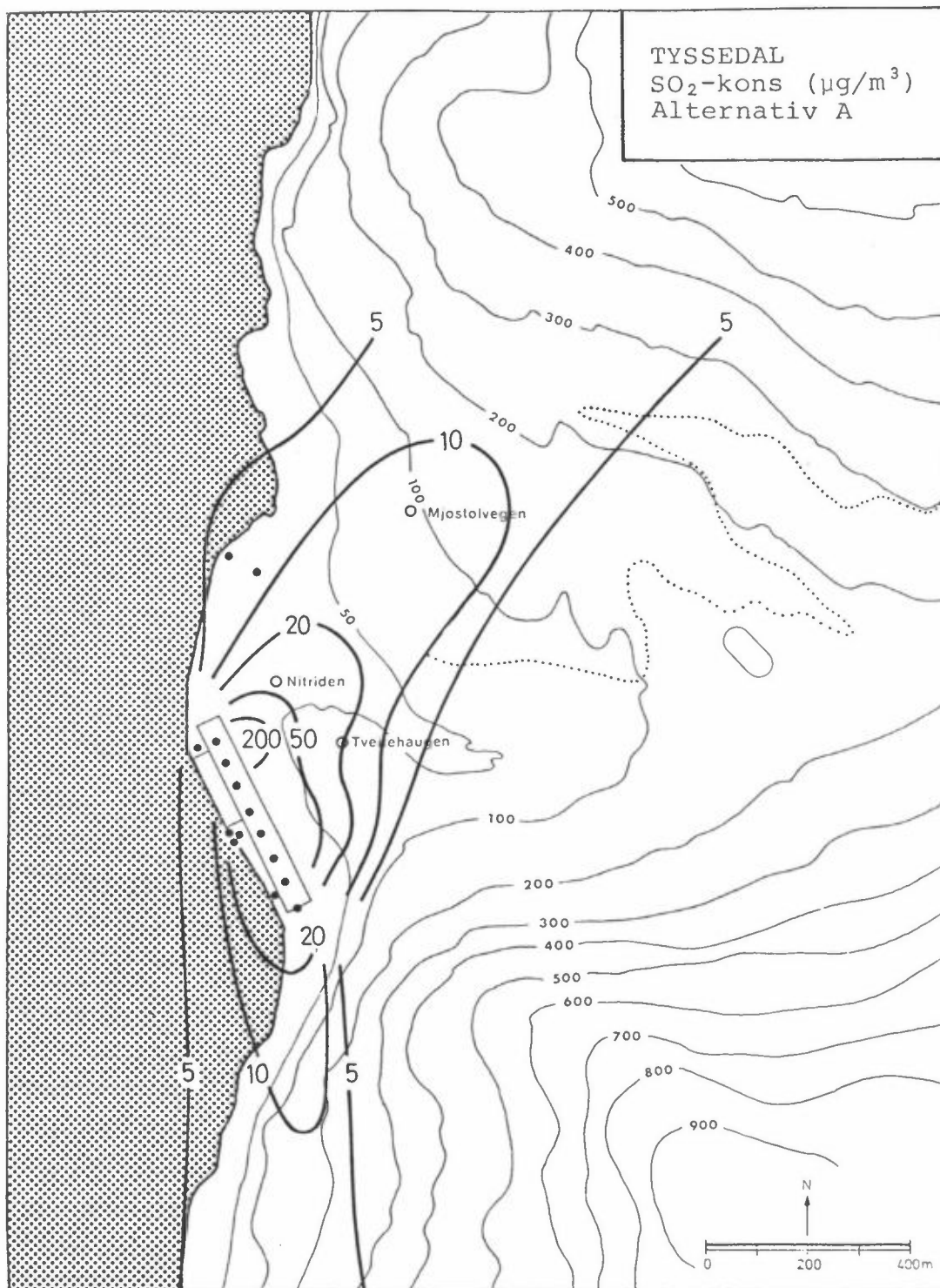
I figur 4.6, figur 4.7 og figur 4.8 er vist beregnede langtids-middelkonsentrasjoner av SO₂ for henholdsvis alternativene A, B og C i Tyssedal. De antatt sannsynligste verdier av ΔT for hvert alternativ er anvendt. Som for fluor varierer SO₂-konsentrasjonsnivået lite med varierende ΔT innen hvert av disse alternativene. På den annen side gir alt. D uten overtemperatur i utslippene (ikke vist) samme konsentrasjonsfordeling som alt. B (figur 4.7), mens alt. D med overtemperatur (overhøyde) reduserer konsentrasjonene til femteparten. De tre første alternativene viser omlag like høye konsentrasjoner, 5 til 20 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ i boligområdene i Tyssedal.

På avstander over ca 1 km fra fabrikkene ligger konsentrasjonsnivået som resultat av utslippene fra DNN Tyssedal omkring bakgrunnsverdien i området. Det midlere SO₂-nivået i Odda idag på ca 13 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ vil øke til ca 16 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og således bli lite influert av alle alternativer for planlagte utslipp av SO₂. Maksimal korttidsbelastning (middelkonsentrasjon over én time) i Odda som resultat av fremtidige utslipp i Tyssedal kan, basert på grove estimat, bli opptil ca 20 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ i situasjoner med stabil sjikting og svak vind inn fjorden.

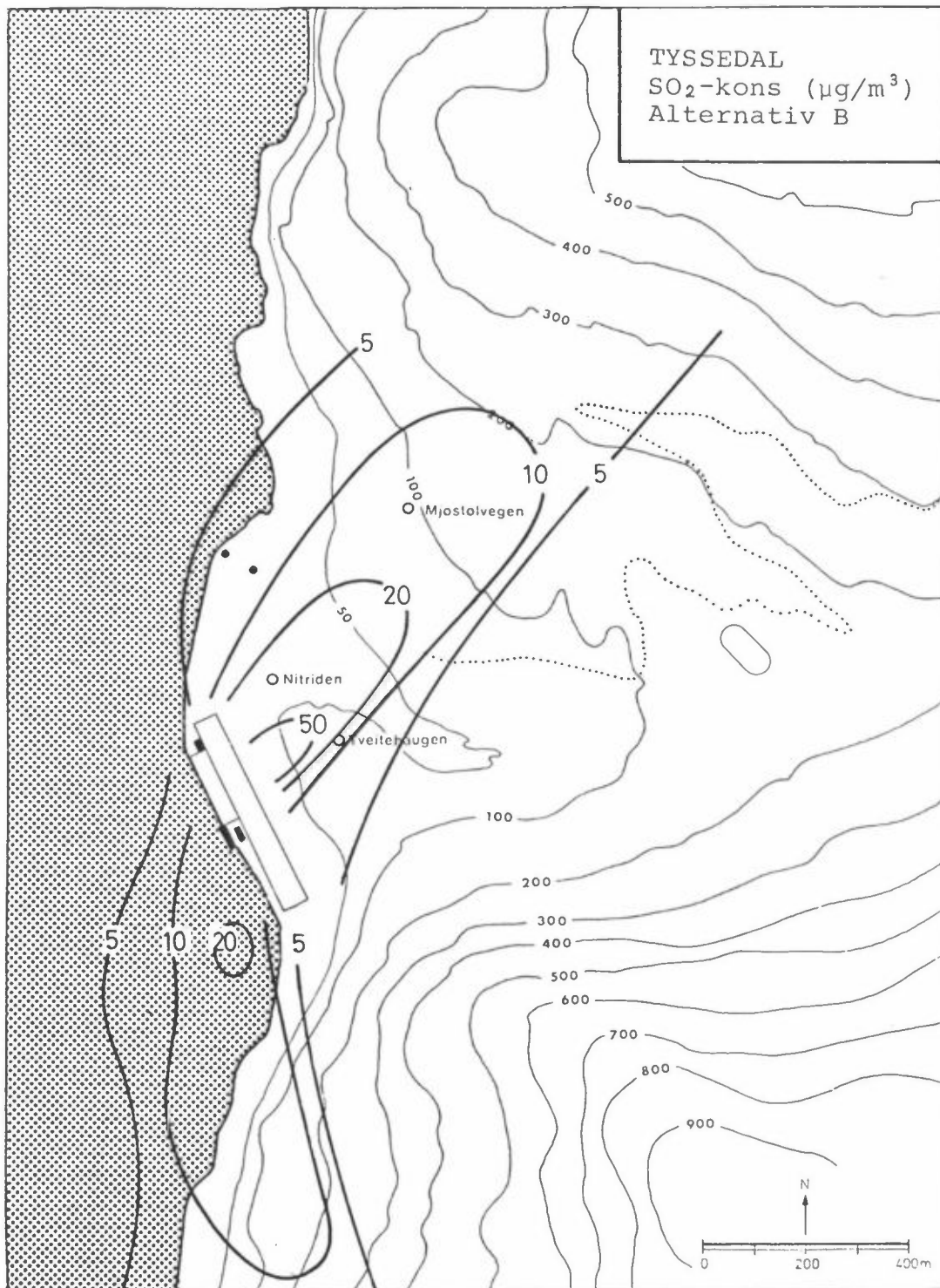
De planlagte utslippene av SO₂ ved DNN Tyssedal vil ikke merkbart endre det sulfatnivået i luft og nedbør i Odda-området. Estimert antyder at et utslipp på 40 kg SO₂/h i Tyssedal kan øke sulfatavsetningen i områdene omkring Hardanger med mindre enn 1%.



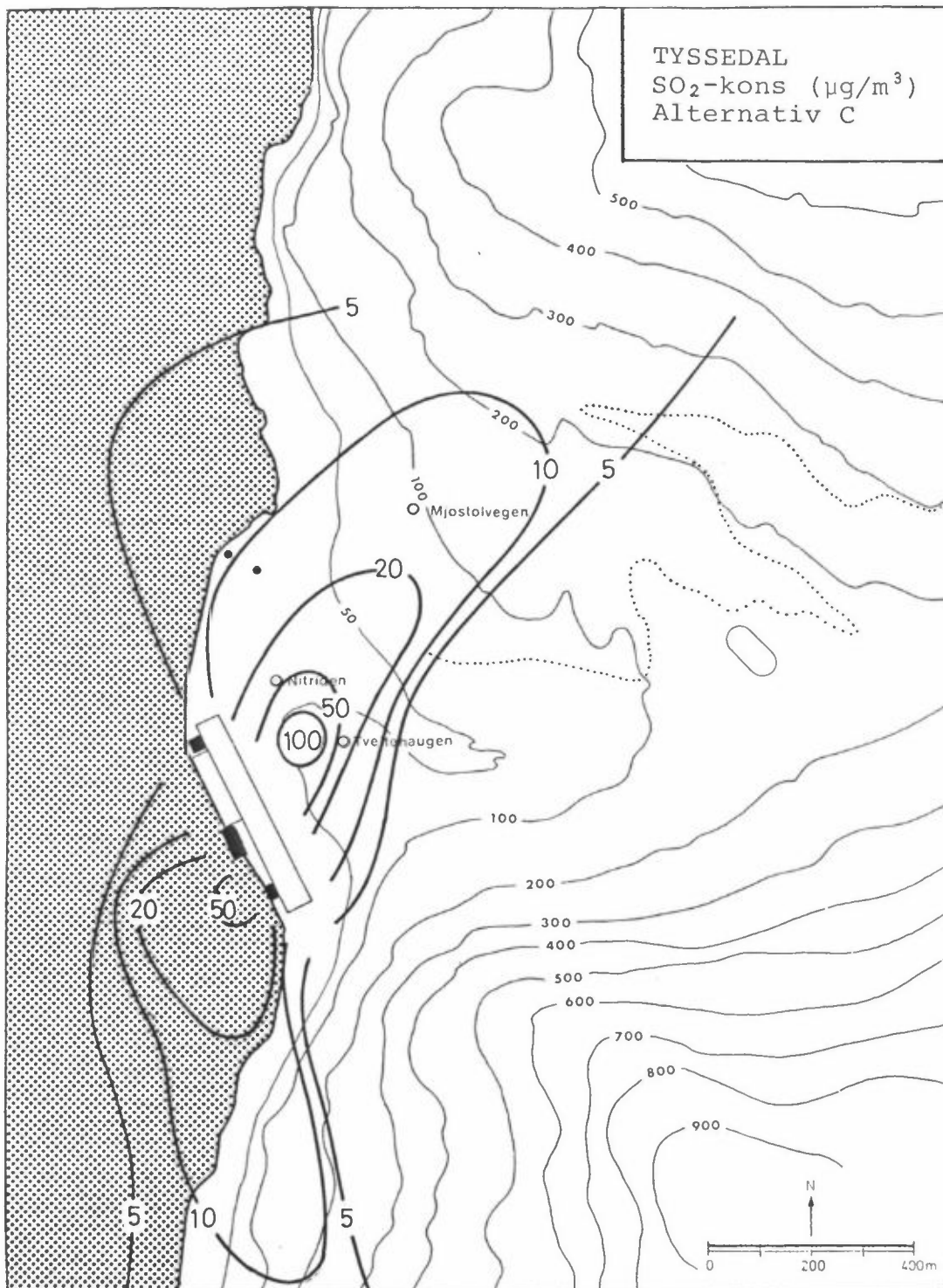
Figur 4.5: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ D.
Hallgass : Overhøyde
Primærgass: Overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.



Figur 4.6: SO₂-konsentrasjoner (µg/m³) for alternativ A.
Hallgass : Ingen overhøyde
Primærgass: Overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.



Figur 4.7: Midlere SO₂-konsentrasjoner (µg/m³) for alternativ B.
Hallgass : Overhøyde
Primærgass: Overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.



Figur 4.8: Midlere SO₂-konsentrasjoner (µg/m³) for alternativ C.
Hallgass : Overhøyde
Primærgass: Ingen overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.

Avsetningen ved nedbør pga. langtransporterte forurensninger er idag ca 2 g SO₄/m² pr år.

4.3 Spredning av støv

Tabell 4.1: Maksimale støvkonsentrasjoner med avstander samt konsentrasjoner i boligområder i Tyssedal (ca 500 m avstand).

Alternativer	Maks. konsentrasjon, støv		Konsentrasjon på avst. 500 m µg/m ³
	µg/m ³	Avstand maks. m	
Alternativ A	≈ 30	<150	7-8
" B	≈ 10	≈200	1-4
" C	≈ 20	≈200	2-7
" D	2-18	100-800	1-8

Hovedtrekkene av beregnede støvkonsentrasjoner er presentert i tabell 4.1. Alternativ B synes å være gunstigst. De store variasjonsbreddene for alternativ D gjenspeiler konsentrasjonsnivåets avhengighet av utslippenes overhøyde.

4.4 Alternative utslippspunkter for anodefabrikk

I figur 2.4 er avmerket de alternative utslippspunkter fra en eventuell fremtidig anodefabrikk, merket A₁ og A₂. Det er ikke grunnlag i foreliggende vinddata å kvantifisere forskjeller i valg av lokalisering av utslippssted.

Generelt vil en imidlertid anbefale at utslippspunktet plasseres lengst mulig ut mot fjorden fordi sannsynligheten for belastning over bebyggelsen da er minst.

5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER

I tabell 5.1 er gitt en sammenstilling av maksimumskonsentrasjonene for realistiske utslippbetingelser og overhøyder.

Tabell 5.1: Tyssedal. Maksimumskonsentrasjoner og deres avstander fra ovnshallen for de forskjellige alternativer med mest realistiske estimat for røykløft.

	Fluor		SO ₂		Støv	
	kons. µg/m ³	avst. m	kons. µg/m ³	avst. m	kons. µg/m ³	avst. m
Dagens utslipp	20	400	30	<200	-	-
Alternativ A	5	250	50 20	≈100 300	30	<100
Alternativ B	2	100	50	150	11	≈150
Alternativ C	3	150	105	≈100	20	≈150
Alternativ D*	0.5-2	250-800	8-70	1≈800	2-18	100-800

* beregnet med og uten røykløft.

Selv med en viss usikkerhet i beregningen av røykløftet for alternativ D synes dette å være det beste alternativet, når det gjelder fluorutslippene.

Når det gjelder SO₂ og støvutslippene kan alternativ B komme ut omtrent likt med alternativ D, mens alternativ C gir noe høyere belastning for både SO₂, støv og fluor.

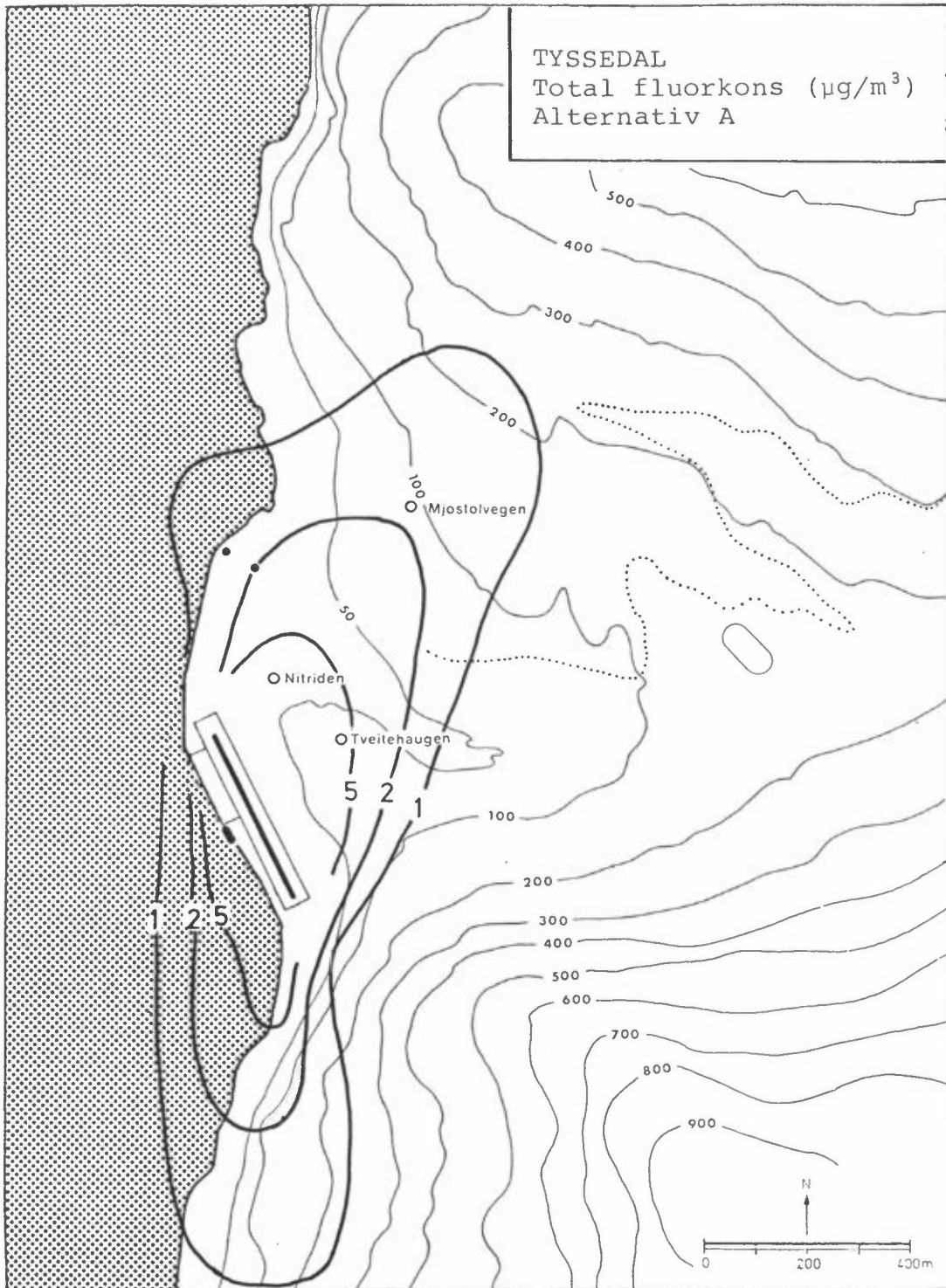
Alternativ A synes å være dårligst fordi det varme hallgassutslippet over taket i ovnshallen ikke antas å få noen overhøyde. Dette skyldes turbulensen som oppstår bak ovnshallen ved vind på tvers av hallen. Dessuten er sannsynligheten for at bebyggelsen i Tyssedal skal belastes av høye forurensningskonsentrasjoner større enn for de andre alternativene.

På grunnlag av fluormålingene i Tyssedal siden 1972 kan en anta at de maksimale døgnkonsentrasjonene av fluor, SO₂ og støv vil være omlag 5 ganger større enn de beregnete middelkonsentrasjonene. Høye konsentrasjoner vil derfor kunne forekomme enkelte døgn især for de kaldeste utslippene.

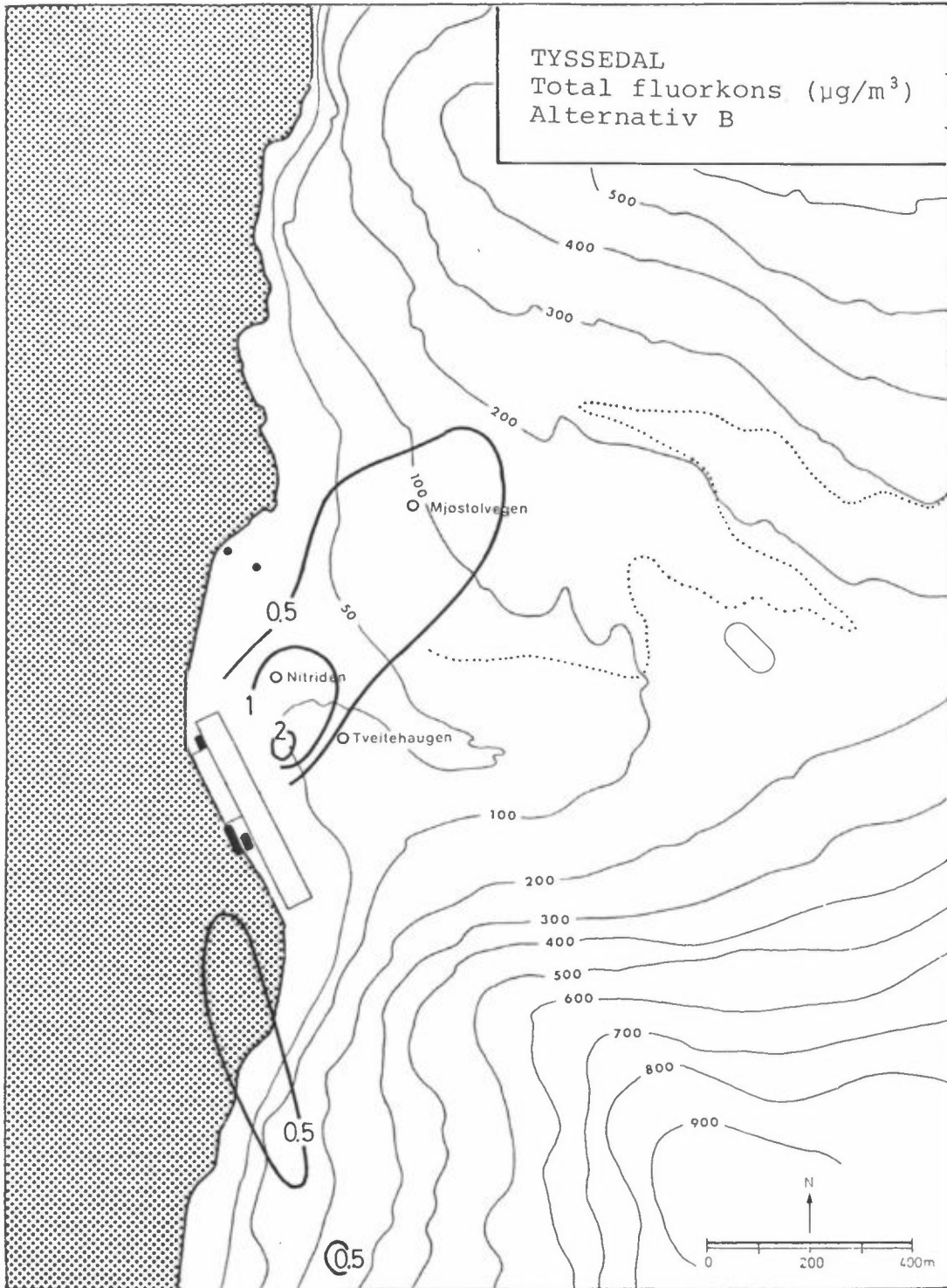
6 REFERANSER

- (1) Brev fra Årdal og Sunndal Verk a.s. Hovedkontoret den 22.10.1980. DNN Tyssedal, vurdering av utslipp og spredningsforhold av luftforurensninger fra aluminiumverket.
- (2) Notat. Besøk DNN Tyssedal med representanter fra SFT og NILU. Fra ÅSV-gruppen. FHD/th. 1.12.80.
- (3) Brev fra Årdal og Sunndal Verk a.s. Hovedkontoret den 12. desember 1980. DNN Tyssedal. Utbygging av aluminium-elektrolyseverket. Utslippsforhold.
- (4) Brev fra Årdal og Sunndal Verk a.s., Hovedkontoret. 29.01.1981. DNN Tyssedal. Modernisering av aluminium-elektrolyseverket. Undersøkelse av utslippsforhold. Teknisk notat om forventet utslipp fra DNN's moderniserte aluminiumsfabrikk i Tyssedal. FHD/BD/th 10.1.81.
- (5) Skogvold, O.F. Meteorologiske undersøkelser i Oddaområdet. Lillestrøm 1974. (NILU OR 74/74.)
- (6) Hagen, L.O. Overvåking av luftforurensningstilstanden i Norge. Fire rapporter om resultater av målingene i kommunene, 1973-1980. (NILU OR 14/77, OR 45/78, OR 29/79, OR 34/80.)
- (7) Sluttrapport fra Miljøvernkomiteén i Odda. Del 1, Del 2, Del 3. Odda, 7. mars 1974.
- (8) Brev fra DNN Aluminium A/S Tyssedal 29.12.80. S/TF File 22. Utslipp av fluorider, svovel og tjære fra DNN Aluminium A/S i Tyssedal.

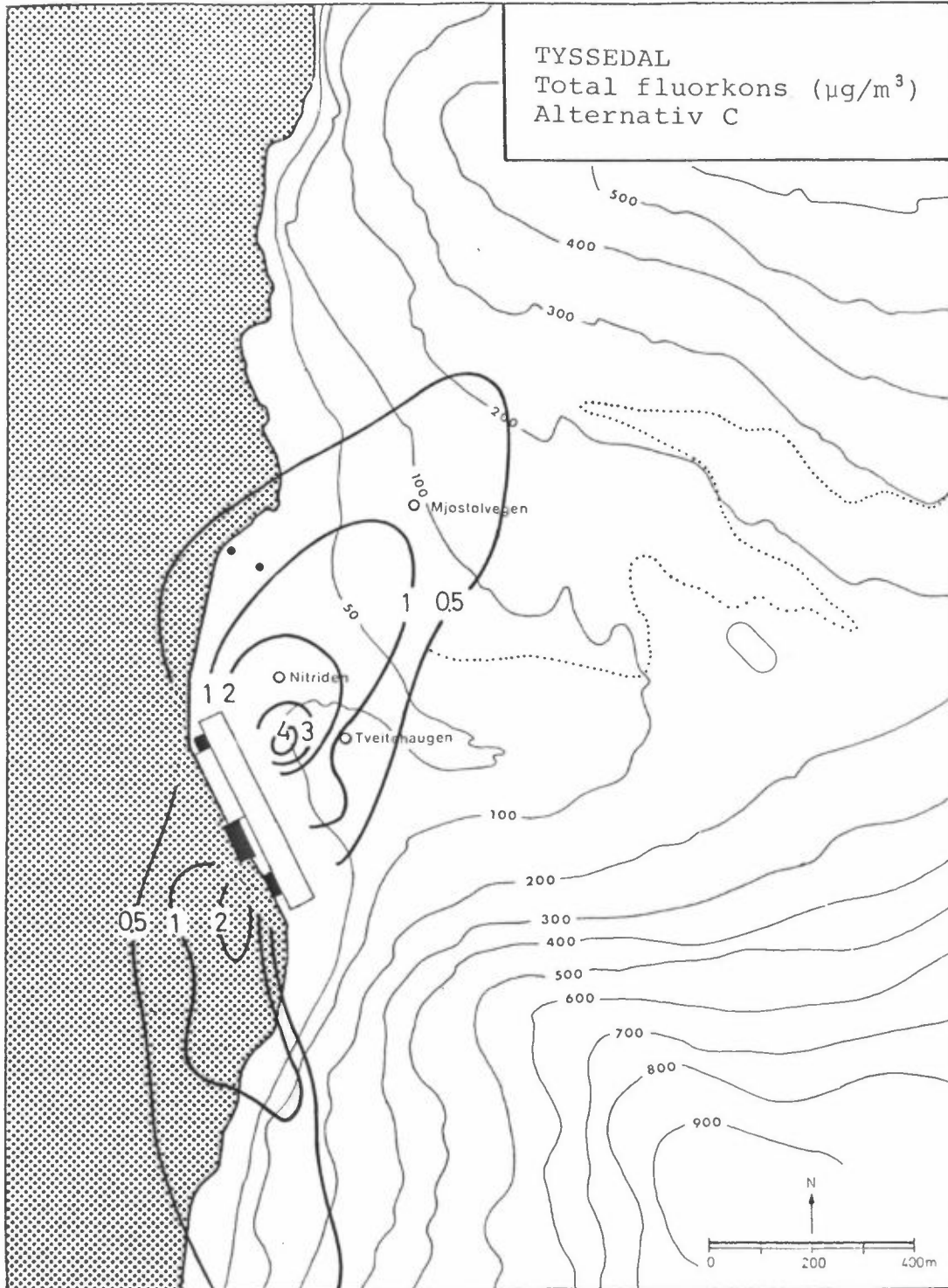
VEDLEGG A
BEREGNINGER AV FLUORKONSENTRASJONER
VED ALTERNATIVE ESTIMAT AV
RØYKLØFTET



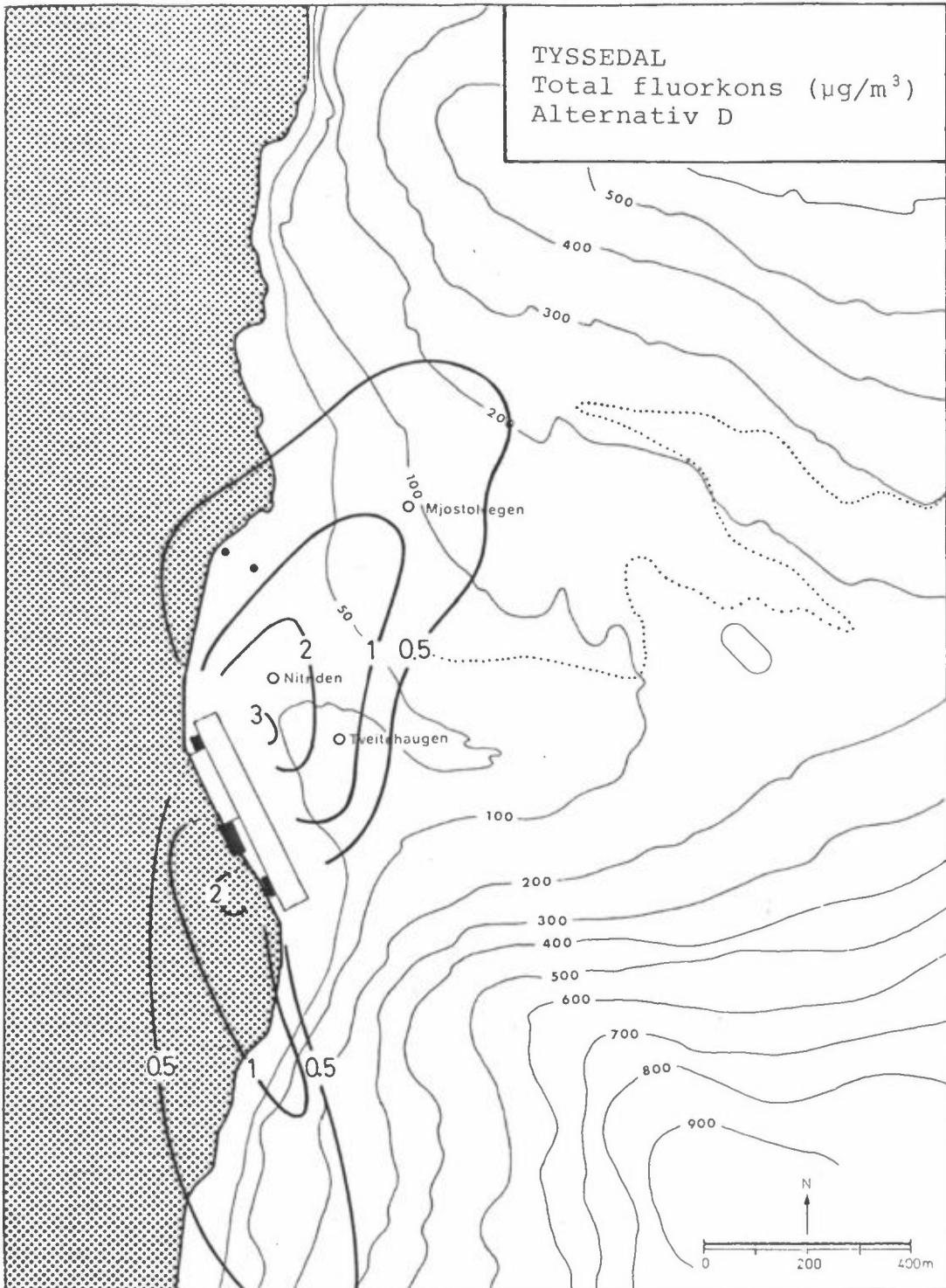
Figur A.1: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ A.
Hallgass : Ingen overhøyde
Primærgass: Ingen overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.



Figur A.2: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ B.
Hallgass : Overhøyde
Primærgass: Ingen overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.



Figur A.3: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ C.
Hallgass : Ingen overhøyde
Primærgass: Ingen overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.



Figur A.4: Midlere fluorkonsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for alternativ D.
Hallgass : Ingen overhøyde
Met.data : Sommeren 1972.

