

NILU OR: 83/92

NILU OR : 83/92
REFERANSE : O-92107
DATO : NOVEMBER 1992
ISBN : 82-425-0433-4

Konsentrasjonsfordeling rundt industriområdet ved Eydehavn

Mona Larsen og Trond Bøhler

Innhold

	Side
Sammendrag	2
1. Innledning	3
2. Utslippsforhold	4
3. Meteorologiske forhold.....	4
4. Spredningsberegninger.....	7
5. Konklusjon.....	11
6. Referanser	13
VEDLEGG A: Vindstyrke, vindretning og stabilitet	14

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har for NOTEBY A/S vurdert belastningsfeltet rundt industriområdet ved Eydehavn som følge av tidligere og eksisterende utslipp.

Beskrivelse av utslippsforhold er innhentet ved samtaler med tidligere ansatte og erfaring fra tilsvarende anlegg.

Det er i spredningsberegningene benyttet vindmålinger ved Eydehavn fra perioden 1986-87.

De meteorologiske forholdene er preget av at hovedvindretningen er fra sørvest og nordøst langs Tromøy-sundet.

Spredningsberegningene gjelder for gasser og partikler med fallhastighet opptil 1-2 cm/s. For partikler med egenvekt mellom 2 og 5 g/cm³ vil dette være oppfylt for diametre inntil 5-10 µm.

Utslippene fra de gamle industrihallene skjedde rett over tak og medførte at utslippene ble påvirket av bygningsturbulensen. Dette ga de høyeste konsentrasjonene nær utslippene. Konsentrasjonene avtar raskt med avstand fra utslippet.

Belastningsfeltene separat for de tre industriaktivitetene viser derfor de samme trekkene. Områdene som er mest belastet er områdene langs hovedvindretningene. Mot nordøst avtar konsentrasjonene en faktor 20 fra utslippet og ut til ca. 2500 meter. Mot sør og vest avtar konsentrasjonene med en faktor 20 i avstander henholdsvis 2200 meter og 1700 meter fra utslippene.

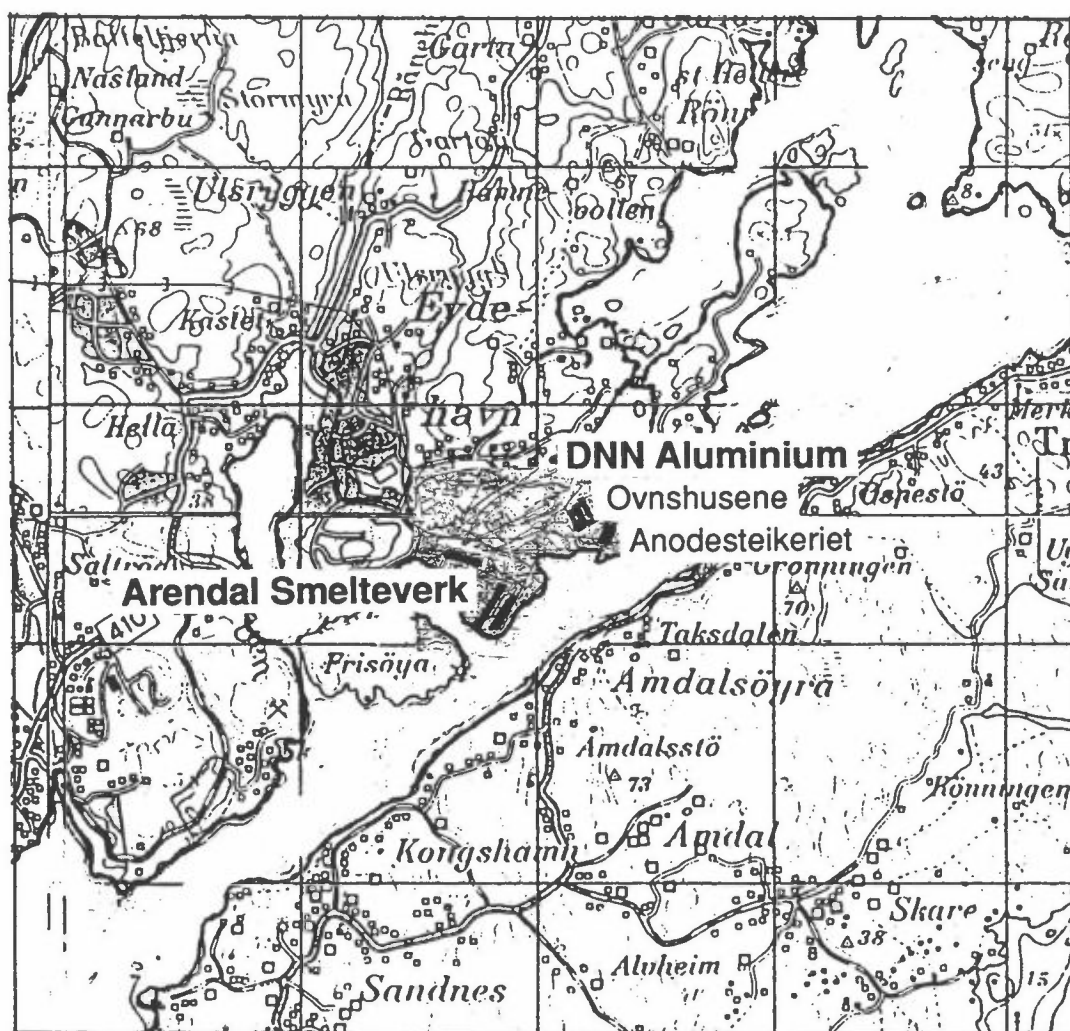
Totalt for alle utslippene avtok de beregnede konsentrasjonene med en faktor 10 fra utslippsområdet ut til ca. 2500 meter mot nordøst, ca. 2300 meter mot sør og ca. 1800 meter mot vest.

Det må understrekes at beregning av konsentrasjoner og avsetning ikke kan benyttes kvantitativt da utslippsmengdene er generelle og ikke basert på eksakte data. Konsentrasjonsfeltene kan kun benyttes for å vurdere gradientene i området for utvelgelse av lokaliteter for jord- og vannprøver.

Konsentrasjonsfordeling rundt industriområdet ved Eydehavn

1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har for NOTEBY A/S utført beregninger av belastningsfelter for tre ulike industriaktiviteter ved Eydehavn i Arendal. Formålet med beregningene er å gi et grunnlag for å ta jordprøver og analyser av forskjellige komponenter i omgivelsene. I 1986/87 ble det målt vindretning og vindstyrke i Eydehavn (Arendal smelteverk) i forbindelse med svevestøvmålinger (Anda og Hagen, 1987). Figur 1 viser lokaliseringen av utslippskildene.



Figur 1: Lokalisering av utslippskildene ved Eydehavn i Arendal

2. Utslippsforhold

I Eydehavn har det vært utslipp i forbindelse med forbaking av anoder og produksjon av aluminium i ovnshusene ved DNN Aluminium, og ved Arendal smelteverk. Utslippene skjedde rett over tak.

Til beregning av belastningsfeltene har NILU brukt typiske utslippsforhold for gamle haller, basert på samtaler med tidligere ansatte og erfaring fra lignende anlegg. I tabell 1 er det gitt typiske verdier for røykgassmengde, hastighet ut av taklukene og overtemperatur i utslippet. Utslippsmengden er satt slik at hver industriaktivitet totalt gir et utslipp på 30 g/s.

Tabell 1: Typiske utslippsverdier for gamle industrihaller

	Gassmengde m ³ /s	Utslippshastighet m/s	Overtemperatur °C
Anodesteikeri	380	3	10
Ovnshus	700	3	10
Arendal smelteverk	1160	3	10

3. Meteorologiske forhold

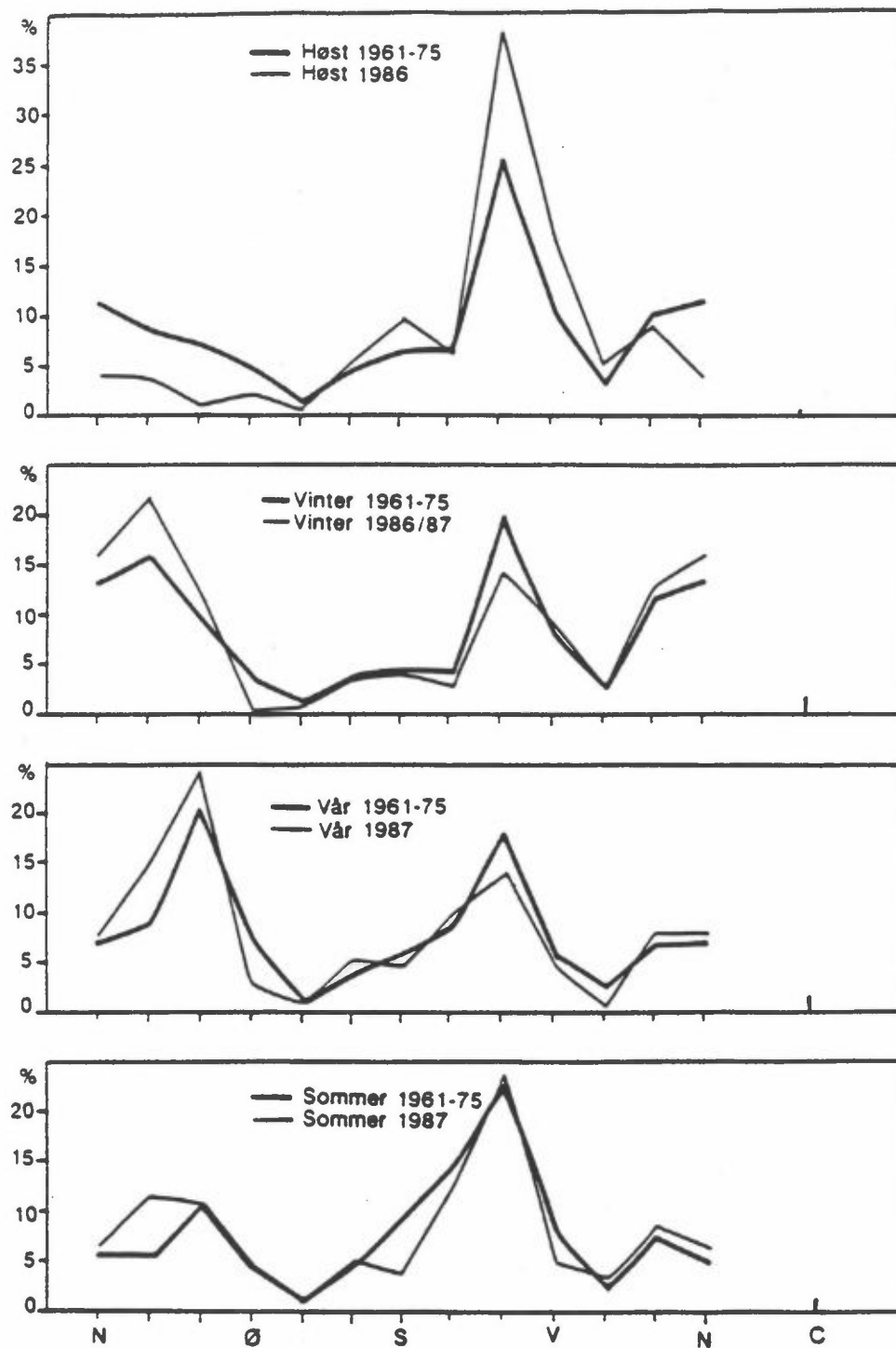
NILU har i tidligere rapporter beskrevet vindmålingene som ble utført i perioden 1986-1987 (Hagen og Anda, 1987). Vurdering av spredningsforholdene i området er utført med bakgrunn i vindmålingene og erfaring med hvordan stabiliteten varierer som funksjon av vindretning i områder nær kysten. Meteorologimatrisen som beskriver spredningsforholdene brukt i beregningene er gitt i vedlegg A.

Figur 2 viser representativiteten til vindmålingene i perioden september 1986 til august 1987 ved Torungen fyr. Figuren viser forekomst av ulike vindretninger i måleperioden sammen med 15-års normalen fra 1961 til 1975. I måleperioden var det små avvik fra normalen med noe større avvik om høsten. Representativiteten av måleperioden regnes imidlertid som god. Dette medfører at belastningen over flere år følger mønsteret som vist i beregningene.

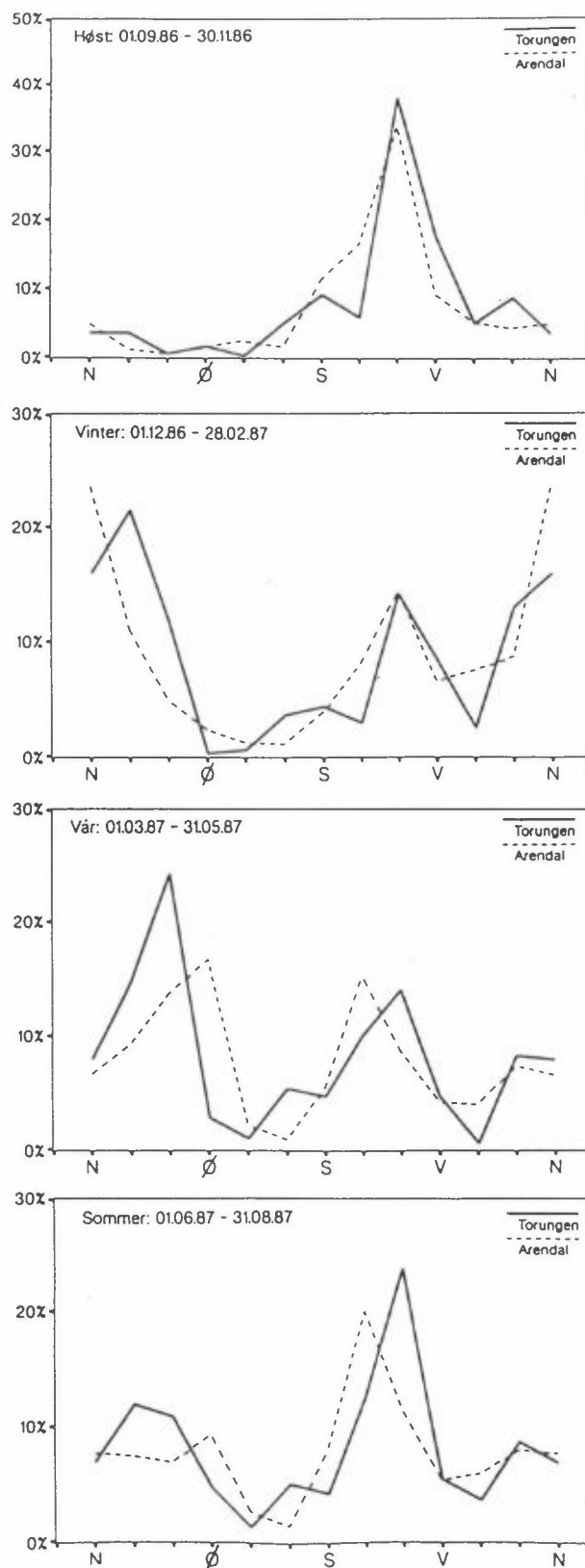
Figur 3 viser variasjonen i vindretning mellom målingene i Eydehavn (Arendal smelteverk) og Torungen fyr. Høsten 1986 var det liten forskjell mellom Eydehavn og Torungen. Hovedvindretningen var fra sørvest. Om vinteren og våren var hovedvindretningen på Torungen fyr nordøst og sørvest. I Eydehavn var imidlertid vindretningen om vinteren dreid mot nord og om våren mot øst sammenliknet med Torungen fyr. Om sommeren er vindretningen i Eydehavn dreid mer mot sør sammenliknet med Torungen der vindretningen er mer sørvest.

Forskjellen mellom Eydehavn og Torungen fyr kan skyldes den generelle friksjonen over land og topografisk styring fordi Tromøya ligger rett utenfor Eydehavn.

Hovedvindretningene i Eydehavn perioden september 1986 til august 1987 var vind fra omkring nordøst (360°-90°) og fra omkring sørvest (210°-240°).



Figur 2: Vindfrekvensfordelinger fra Meteorologisk institutts værstation Torungen fyr for 15-års perioden 1961-75 og for perioden september 1986-august 1987. C=vindstille (%).



Figur 3: Vindfrekvensfordeling fra Arendal smelteverk perioden september 1986-august 1987 og for samme periode for Torungen fyr.

Atmosfærens stabilitet er et mål på vertikal blandingssevne. Stabiliteten er inndelt i fire klasser; ustabile (U), nøytrale (N), lett stabile (LS) og stabile atmosfæriske forhold.

Ustabile atmosfæriske forhold (U) forekommer oftest om dagen og sommeren ved klarvær og lave vindstyrker. Solen vil varme opp bakken, og det dannes vertikale turbulente luftstrømmer som gir god vertikal spredning av utslippet. Når kald luft blir transportert over varmt hav, vil det nederste luftlaget bli oppvarmet og luftlaget blir instabilisert. Når utslippet spres som en bakkekilde vil konsentrasjonene avta raskt med avstanden fra utslippet.

Nøytrale atmosfæriske forhold (N) forekommer ved høye og moderate vindstyrker og oftest ved overskyet vær. Høy vindstyrke og mindre oppvarming av bakken gir gode spredningsforhold. Høye vindstyrker danner turbulens ved friksjon med bakken, slik at luftlaget blir vel blandet. Bakkekonsentrasjonen avtar raskt med avstanden fra utslippet.

Stabile atmosfæriske forhold (LS, S) er typiske for stille klare netter og vintersituasjoner med avkjøling av bakken og det nederste luftlaget. Temperaturen øker med høyden over bakken. Dette gir dårlig vertikal blanding i det stabile laget. Når relativt varm luft fra sjø transporteres over kaldt land, vil det nederste luftlaget stabiliseres. Om utslippet skjer i det stabile laget, vil røykfanen helt eller delvis fanges i laget og konsentrasjonene avtar langsomt med avtsnaden fra utslippet. I spredningsberegningene er stabilitetsfordelingen estimert av NILU. Stabilitetsmålinger utført av NILU i tilsvarende områder og en generell vurdering av stabilitetsforholdene i området er grunnlaget for estimatene.

4. Spredningsberegninger

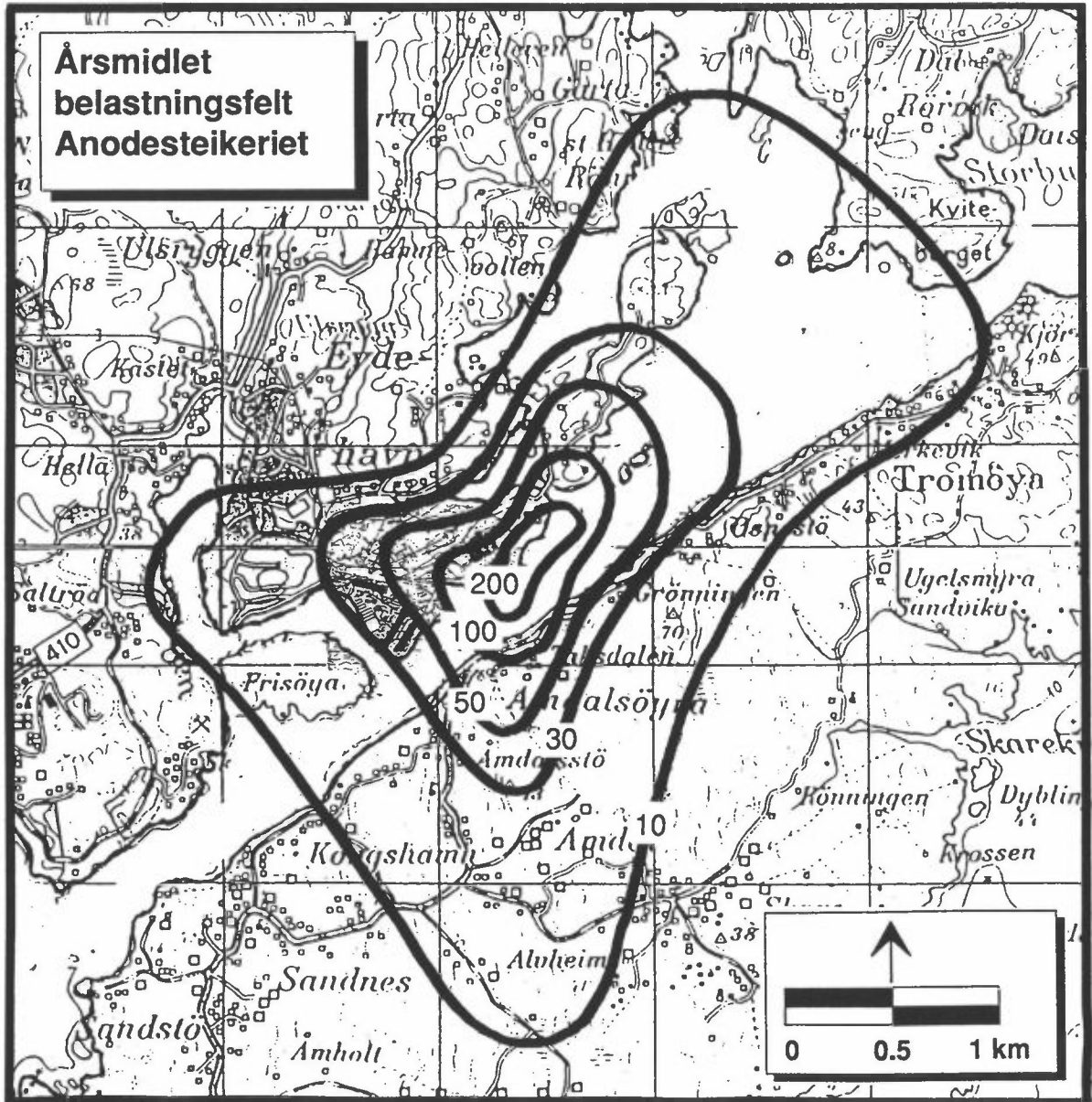
Det er utført spredningsberegninger ved hjelp av NILUs gaussiske spredningsmodeller, hvor det antas at konsentrasjonsfordelingen i røykskyen er normalfordelt både horisontalt og vertikalt vinkelrett på vindretningen (Bøhler, 1987). Modellen er spesielt tilpasset for å simulere utslippsforhold fra lange aluminiumshaller. Beregningene er utført for ustabile nøytrale og stabile atmosfæriske forhold og det er tatt hensyn til bygningsturbulens, topografi og at vindstyrken øker med høyden.

Ved bruk av utslippsdata gitt i Tabell 1 og meteorologiske data gitt i vedlegg A er det utført spredningsberegninger for å bestemme belastningsfeltet omkring Eydehavn.

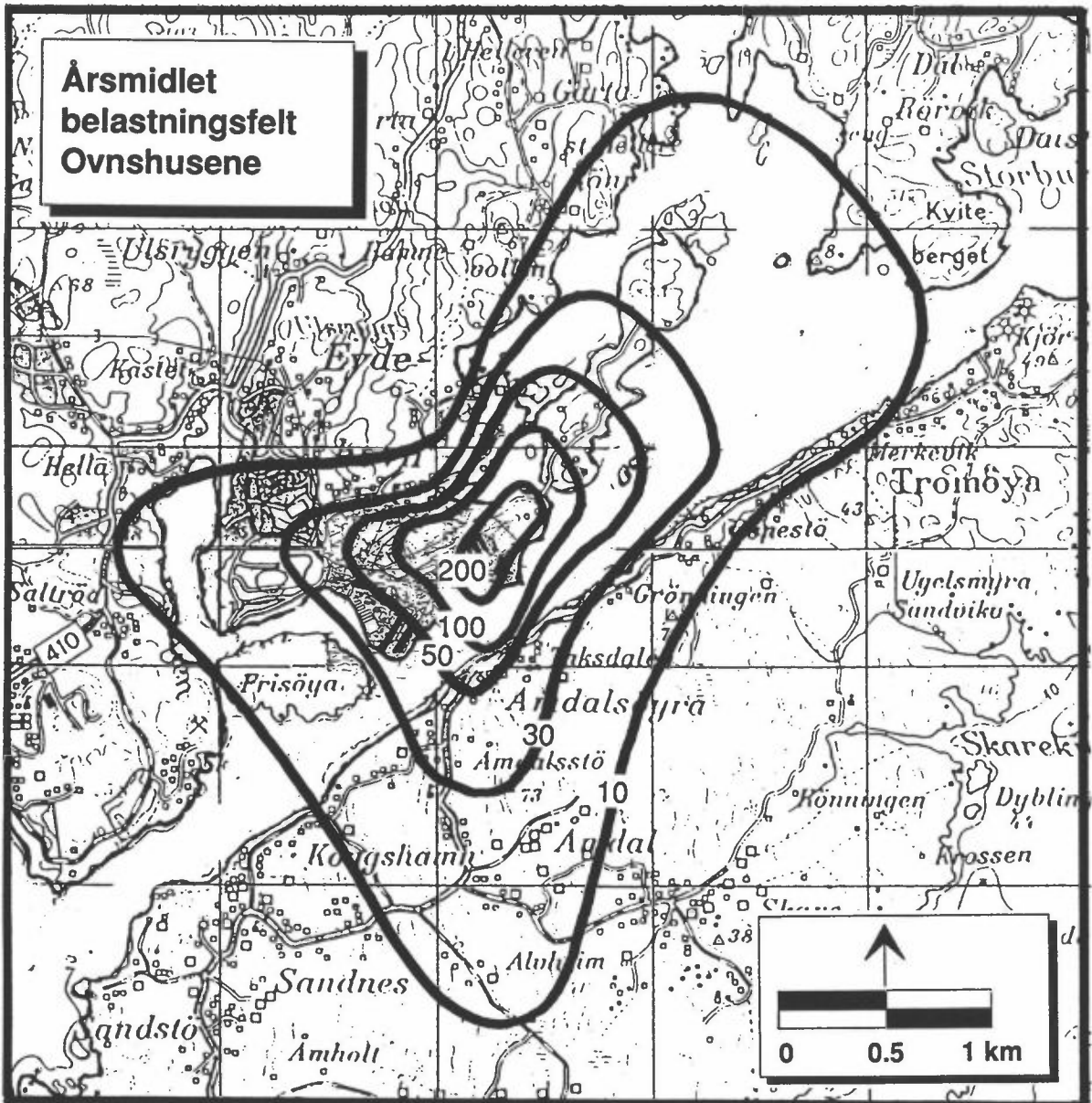
Spredningsberegningene gjelder for gasser og partikler med fallhastighet opptil 1-2 cm/s. For partikler med egenvekt mellom 2 og 5 g/cm³ vil dette være oppfylt for diametre inntil 5-10 µm.

I Figur 4,5 og 6 er det gitt belastningsfelter for hver av utslippskildene. Figur 4 viser belastningsfeltet fra anodesteikeriet. Utslippene fra anodesteikeriet var hovedsakelig PAH og tjærestoffer. Figur 5 viser belastningsfeltet rundt ovnshusene ved DNN Aluminium. Utslippene fra ovnshusene var hovedsakelig

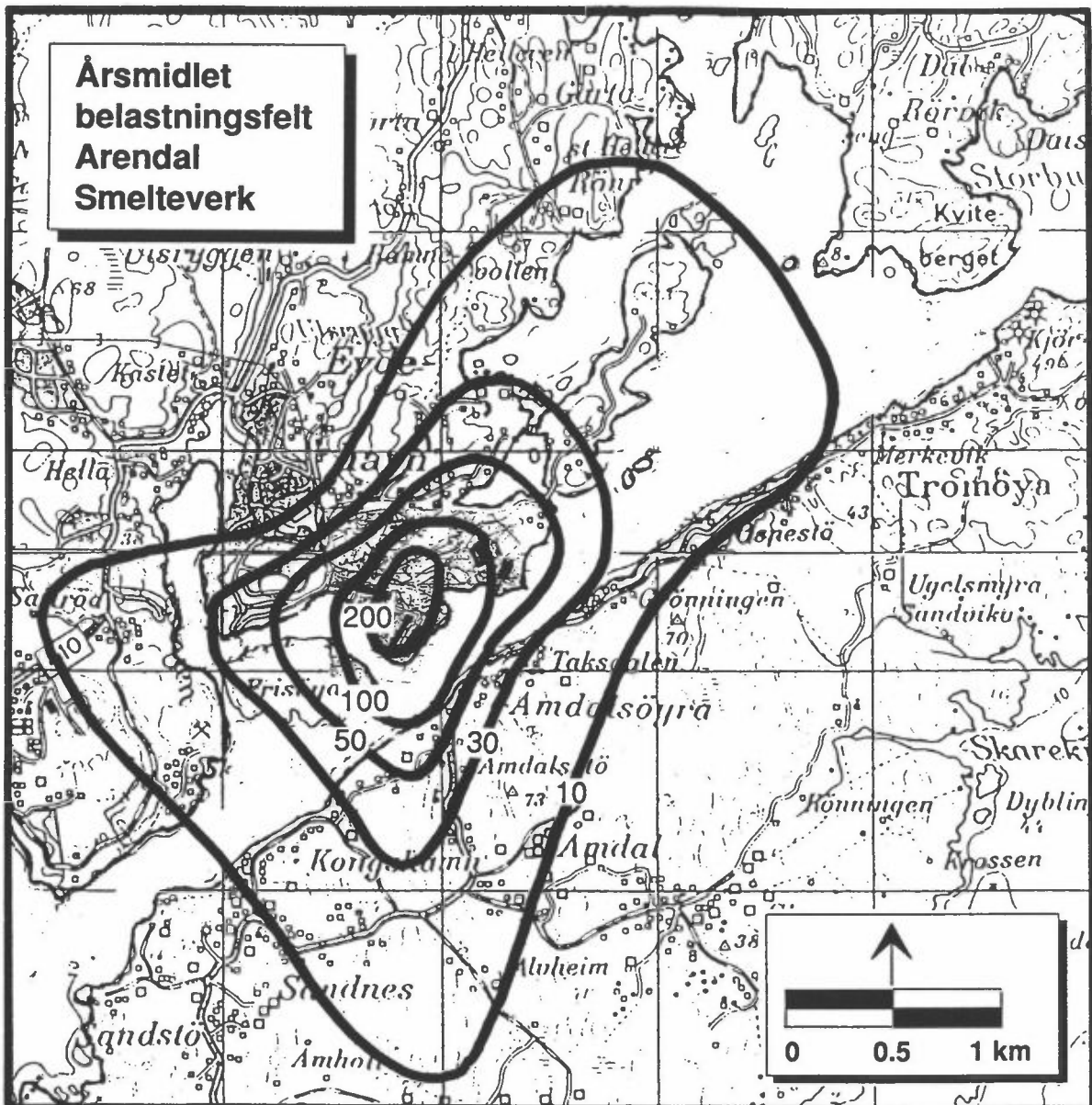
PAH, cyanid (CN), fluor (F) og tungmetaller i støv fra aluminiumproduksjonen. Figur 6 viser belastningsfeltet fra utslipp fra Arendal smelteverk. Utslippene fra Arendal smelteverk var hovedsakelig støv, PAH og tungmetaller.



Figur 4: Belastningsfelt for utslipp fra Anodesteikeriet med utslipp 30 g/s. Isolinjene er angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 5: Belastningsfelt for utslipp fra ovnshusene ved DNN Aluminium med utslipp 30 g/s. Isolinjene er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 6: Belastningsfelt for utslipp fra Arendal smelteverk med totalt utslipp 30 g/s. Isolinjene er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Da utslippsforholdene for de enkelte industriaktivitetene er den samme, viser figurene de samme spredningsmønstrene. De meteorologiske forholdene er derfor avgjørende ved spredningen av de ulike industriutslippene. Dette skyldes at for gamle industrihaller der utslippene skjer rett over tak er det bare varmeoverskuddet inne i hallene som gir utslippet oppdrift. Utslipet blir påvirket av bygningsturbulensen rundt hallene og blir nærmest å betrakte som en bakkekilde. Dette medfører at de høyeste konsentrasjonene forekommer nær utslippet og at konsentrasjonene avtar raskt med avstanden fra utslippet.

Figurene viser at områdene som har vært mest belastet av tidligere og eksisterende utslipp fra Industriområdet i Eydehavn ligger langs hovedvindretningen, som er fra sørvest og nordøst langs Tromøy-sundet.

De største gradientene i belastningsfeltene ble beregnet mot nordvest og sørøst. Ved bruk av en generell utslippsmengde på 30 g/s for hver industriaktivitet, ga beregningene at årsmiddelkonsentrasjonene avtok fra 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nær utslippet til 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstander ca. 500 meter mot nordvest og ca. 1100 meter mot sørøst. I hovedvindretningen avtok årsmiddelkonsentrasjonene fra 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nær utslippet til 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i en avstand av ca. 2400 meter mot nordøst. Avstanden ut til 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mot sør og vest ble henholdsvis ca. 2200 meter og ca. 1700 meter.

I Figur 7 er det angitt det totale belastningsfeltet fra utslipp fra de 3 kildetyperne. Fordi flere av kildene hadde eller har utslipp av ett eller flere felles komponenter er det hensiktsmessig å vurdere den totale belastningen fra utslipp fra industriområdet i Eydehavn.

De høyeste konsentrasjonene ble beregnet inne på industriområdet, der konsentrasjoner over 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble beregnet ut til en avstand ca. 700 m nordøst for anodesteikeriet og ovnshusene. De beregnede konsentrasjonene avtok med en faktor 10 fra utslippsområdet ut til ca. 2300 meter mot sør og ca. 1800 meter mot vest.

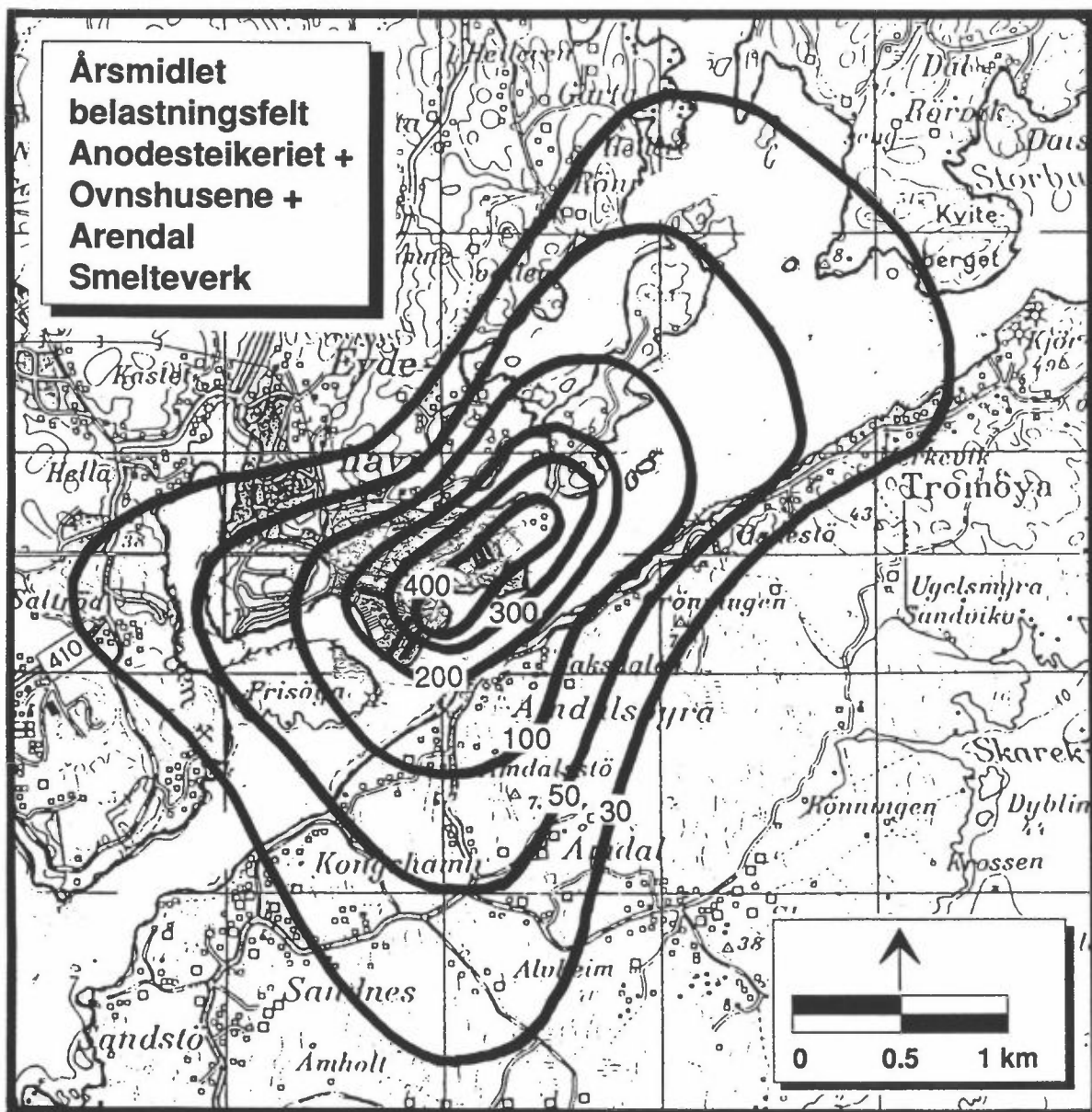
Innbyrdes vekting av utslippene er ikke foretatt, da detaljerte opplysninger mangler. Det samlede belastningsfeltet er trolig mest representativt for PAH og støvbelastning. Belastningen av fluor er bedre beskrevet av utslippsfeltet vist i Figur 5. Det må understrekes at beregning av konsentrasjon og avsetning ikke kan benyttes kvantitativt da utslippsmengdene er generelle og ikke basert på eksakte data. Konsentrasjonsfeltene kan kun benyttes for å vurdere gradientene i området for utvelgelse av lokaliteter for jord- og vannprøver.

5. Konklusjon

NILU har vurdert belastningen rundt industriområdet i Eydehavn som følge av tidligere og eksisterende utslipp.

Beskrivelse av utslippsforhold er innhentet ved samtaler med tidligere ansatte og erfaring fra tilsvarende anlegg. Beregningene ble utført med et generelt utslipp på 30 g/s for hver av de tre industriaktivitetene.

Beregningene gjelder for gasser og partikler med fallhastighet opp til 1-2 cm/s. For partikler med egenvekt mellom 2 og 5 g/cm³ vil dette være oppfylt for diametre inntil 5-10 µm.



Figur 7: Totalt belastningsfelt for utslipp fra industriområdet ved Eydehavn. Totalt utslipp er 90 g/s. Isolinjene er gitt i µg/m³.

De meteorologiske forholdene er preget av at hovedvindretningen er fra sørvest og nordøst.

Da utslippsforholdene er like for hver industriaktivitet, viser belastningsfeltene samme mønster. Dette indikerer at det er de meteorologiske forholdene som er avgjørende ved spredningen av utslippene fra de ulike kildegruppene. Dette skyldes at for gamle industrihaller der utslippene skjer rett over tak er det bare varmeoverskuddet inne i hallene som gir utslippene oppdrift. Utslippene blir påvirket av bygningsturbulensen rundt hallene og blir nærmest å betrakte som en bakkekilde. Dette medfører at de høyeste konsentrasjonene forekommer nær utslippene og at konsentrasjonene avtar raskt med avstand fra utslippene.

Områdene som er mest belastet av tidligere og eksisterende utslipp fra industriområdet i Eydehavn er områdene nordøst (30° - 60°) og sørvest (180° - 270°) for utslippene.

Belastningsfeltene for de fire ulike scenariene viser derfor de samme trekkene. Områdene som er mest belastet er områdene langs hovedvindretningene. Mot nordøst avtar konsentrasjonene med en faktor 20 fra utslippet og ut til ca. 2500 meter. Mot sør og vest avtar konsentrasjonene med en faktor 20 i avstander henholdsvis 2200 meter og 1700 meter fra utslippene.

Det må understrekes at beregning av konsentrasjon og avsetning ikke kan benyttes kvantitativt, da utslippsmengdene er generelle og ikke basert på eksakte data. Konsentrasjonsfeltene kan kun benyttes for å vurdere gradientene i området for utvelgelse av lokaliteter for jord- og vannprøver.

6. Referanser

Bøhler, T. (1987) Users guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).

Hagen, L.O., Anda, O. (1987) Målinger og vurderinger av støvbelastningen nær Arendal smelteverk i Eydehavn sommeren 1987. Lillestrøm (NILU OR 80/87).

Vedlegg A

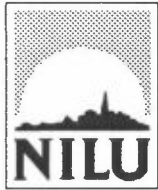
Vindstyrke, -vindretning og stabilitet

Estimert frekvensmatrise for samlet forekomst av vind og stabilitet fordelt på 4 vindstyrkeklasser (FF), 4 stabilitetsklasser og 12 vindretninger (DD).

FF DD	0.2-1.5 m/s				1.6-3.0 m/s				3.1-5.0 m/s				>5.0 m/s				Vind- rose
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	0.8	1.0	0.9	0.6	0.5	1.0	0.5	0.2	0.4	1.6	0.3	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	7.7
60	0.2	0.6	0.6	0.4	0.4	1.0	0.5	0.1	0.4	1.8	0.4	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	7.0
90	0.2	0.6	0.3	0.2	0.7	1.2	0.7	0.3	0.5	1.8	0.4	0.1	0.0	1.1	0.0	0.0	7.9
120	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	2.2
150	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.3
180	0.2	0.2	0.2	0.0	0.7	1.1	0.3	0.1	0.4	1.5	0.3	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	6.9
210	1.7	1.1	0.9	0.5	1.1	3.5	0.6	0.3	0.7	3.5	0.4	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	14.9
240	2.4	1.5	1.2	0.7	0.8	2.2	0.7	0.3	0.6	3.2	0.5	0.1	0.0	2.9	0.0	0.0	15.9
270	1.2	1.0	0.7	0.5	0.3	1.0	0.3	0.1	0.2	0.8	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	6.1
300	1.0	1.1	0.9	0.6	0.2	0.8	0.3	0.1	0.2	0.7	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	5.6
330	1.0	0.8	1.5	1.0	0.2	0.8	0.5	0.2	0.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	7.3
360	0.9	0.8	1.5	1.0	0.7	2.0	0.7	0.5	0.5	1.5	0.4	0.2	0.0	1.1	0.0	0.0	11.1

Stabilitetsklasser:

Ustabil (1): 20.0%, nøytralt (2): 54,5%, lett stabilt (3): 17,0%, stabilt: 4:8,5%.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norwegian Institute for Air Research
Postboks 64, N-2001 Lillestrøm

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 83/92	ISBN-82-425-0433-4	
DATO 4.12.1992	ANSV. SIGN. <i>Stromland</i>	ANT. SIDER 15	PRIS NOK 30,-
TITTEL Konsentrasjonsfordeling rundt industriområdet ved Eydehavn		PROSJEKTLEDER T. Bøhler	
		NILU PROSJEKT NR. O-92107	
FORFATTER(E) Mona Larsen og Trond Bøhler		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER NOTEBY A/S Postboks 9810 Ila 0132 OSLO			
STIKKORD Spredningsberegninger	Belastningsfelt	Industrihaller	
REFERAT Norsk institutt for luftforskning (NILU) har vurdert belastningen rundt Eydehavn som følge av tidligere og eksisterende utslipp fra industriområdet. Utslippsdata er bestemt ved samtaler med tidligere ansatte og erfaring fra lignende anlegg. Hovedvindretningen i Eydehavn er sørvest og nordøst. Utslippene var rett over tak og medførte de høyeste konsentrasjonene nærmest utslippene og rask avtaking med avstanden fra utslippene. Områdene som er mest belastet er områdene langs hovedvindretningene sør til vest, og nordøst for utslippene.			
TITLE Dispersion calculations around an industrial area in Eydehavn.			
ABSTRACT			

- * Kategorier:
- A Åpen - kan bestilles fra NILU
 - B Begrenset distribusjon
 - C Kan ikke utleveres