

NILU OR: 23/90

NILU OR : 23/90
REFERANSE : O-8969
DATO : JUNI 1990
ISBN : 82-425-0128-9

MÅLING AV LUFTKVALITET
OVER
FORNEBU OG HURUM

S. Knudsen

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har fått i oppdrag fra Luftfartsverket å måle luftforurensning over Oslo lufthavn Fornebu og over Hurumlandet.

Denne rapporten inneholder måleresultater innhentet med NILUs forskningsfly. Det ble fløyet 6 tokt i alt. Rapporten konsentrerer seg først og fremst om forholdene ved Fornebu, da en utbygging på Hurum i løpet av prosjektet er blitt usikker.

Under spesielle meteorologiske situasjoner er det observert luftforurensninger langs innflyvnings- og utflyvningstraséer over Fornebu. Disse dannes ved svak vind og liten vertikal blanding i atmosfæren. Hvis det blåser, vil avgassene fra flyene etter hver flybevegelse transporteres bort fra traséene.

Fly slipper ut hydrokarboner, CO, NO_x og sot. NILUs forskningsfly var utstyrt med måleinstrumenter for NO, NO_x, O₃, SO₂, partikler, og meteorologiske parametre. De komponentene som ble målt i områdene med forhøyede forurensningskonsentrasjoner fra flyene, var NO_x, NO, NO₂ og O₃. NO₂ er den komponenten som det finnes grenseverdier for i Norge.

Konsentrasjonen av NO₂ langs traseéene er avhengig av tre forhold:

NO₂-utslippet fra flyene,

NO₂-konsentrasjonen i bakgrunnsluften,

NO-utslippene fra flyene og ozon-konsentrasjonen i bakgrunnsluft.

Av NO_x-utslippene fra fly slipper den vesentligste delen ut som nitrogenmonoksid (NO). NO oksideres til NO₂ av O₃. Denne reaksjonen tar kort tid.

De to gangene det ble funnet områder med forurensningsbidrag fra flyutslipp langs flytraséene, ble det målt forhøyede konsentrasjoner av

NO_x, NO₂ og reduserte konsentrasjoner av ozon. Den høyeste konsentrasjonen av NO₂ var 90 µg/m³ observert den 3.10.89 ca 150 m over bakken. Dette var lavere enn nåværende forslag til norsk grenseverdi på 200-350 µg/m³ som timemiddelverdi. Konsentrasjonsbidraget nær bakken som resultat av utslipp fra flyene (etter at disse har lettet) er derfor lite fordi forurensningskomponentene sluppet ut i flytraséene blir fortynnet før den kommer ned til bakken.

Konsentrasjonene i innflyvningstraseene på Fornebu er dermed på enkelte dager over de naturlige bakgrunnsverdiene på Østlandet. De er dog ikke så høye som i de verst belastede gatene i Oslo. De høyeste konsentrasjonene av NO₂ målt i innflyvningstraseéene på Fornebu er av samme størrelse som gjennomsnittlig konsentrasjon over Oslo sentrum for januar, februar når denne måles utenfor gatene. Her ble det i 1985-1987 målt middelerverdier av NO₂ på 90-100 µg/m³.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING	4
2 MÅLEPROGRAM	4
2.1 Flyinstrumentering	4
2.2 Beskrivelse av måleprogram	5
3 KJEMISK AKTIVITET I ATMOSFÆREN	6
4 RESULTATER	7
4.1 Flymålinger	7
4.1.1 Fornebu	8
4.1.2 Hurum	16
4.2 Målinger i bakkenivå	16
5 KONKLUSJON	17
6 REFERANSER	18
VEDLEGG 1: Meteorologi 3.10.89 og 4.10.89	20
VEDLEGG 2: Flytrafikkbelastningen på Oslo lufthavn Fornebu 3.10.89 og 4.10.89 fra kl 1700-2000	23

MÅLING AV LUFTKVALITET OVER FORNEBU OG HURUM

1 INNLEDNING

NILU har på oppdrag fra Luftfartsverket foretatt flymålinger av meteorologi og luftkvalitet over Fornebu og Hurumlandet. Dette er ut fra ønsket om å vite hvor stort bidrag en storflyplass på Hurum kan ha på luftkvaliteten over bakken og hvor stor betydning flytrafikken har på Fornebu i dag. Prosjektet er utført samtidig med et stort måleprogram for luftkvalitet rundt Fornebu.

Det har også vært et ønske å kartlegge grensesjikt og eventuelle forurensninger i området over det planlagte utbyggingsstedet på Hurum. Dette har i løpet av prosjektet fått lav prioritet, etter som Hurumutbyggingen er blitt mer usikker. Det er derfor i denne rapporten lagt størst vekt på bearbeiding av måleresultatene ved Fornebu.

2 MÅLEPROGRAM

2.1 FLYINSTRUMENTERING

NILUs forskningsfly, en Piper Navajo, var utstyrt med to typer instrumenter. Ett som måler luftkvalitet, nemlig SO_2 , NO , NO_x , og O_3 . NO_2 regnes ut ved å trekke NO fra NO_x -konsentrasjonen. I tillegg måles atmosfærens partikkelkonsentrasjon.

Et annet sett måler meteorologiske forhold; temperatur, turbulens og duggpunkt. Disse målingene blir brukt til tolkning av luftkvalitetsmålingene og for å undersøke grensesjikt dannet ved påvirkning fra bakken (topografi, innstråling).

2.2 BESKRIVELSE AV MÅLEPROGRAMMET

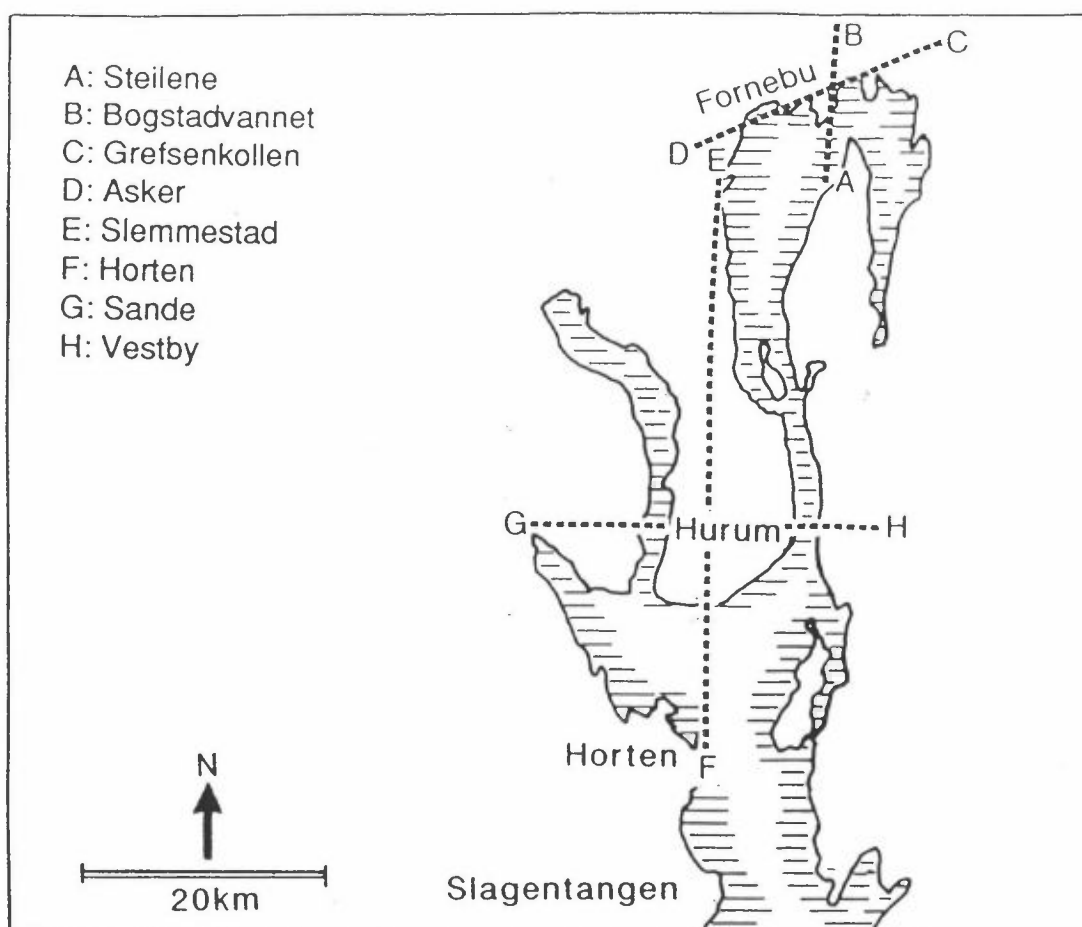
Ved måling fra fly innhentes informasjonen i løpet av korte tidsrom. Målingene er en serie "øyeblikksbilder". Det er derfor viktig å plukke ut situasjoner der det som ønskes undersøkt, sannsynligvis finnes. I dette prosjektet undersøkte vi forurensning over en flyplass. For å undersøke luftforurensningen er det ønskelig med lite vind og stabile atmosfæriske forhold, dvs. at atmosfærens evne til å fortynne avgassen fra flyene er liten. Samtidig ble bakgrunnskonsentrasjonen på Hurum undersøkt.

Et tokt har bestått av fire vertikalsnitt som ble bygd opp av flyvninger i tre og fire høyder, se tabell 1. Det ble fløyet to snitt over Fornebu, ett langs hver av rullebanene og to snitt over Hurumlandet, ett nord-sør og ett øst-vest. Beliggenheten av de vertikale snittene er vist i figur 1.

Tabell 1: Skjematisk beskrivelse av høydene som skulle flys i de forskjellige vertikale snittene over Fornebu og Hurumlandet. Bokstavkoden refererer seg til figur 1.

Høyde	150 m	300 m	450 m	600 m	900 m
AB	x	x	x	x	
CD	x	x	x	x	
EF		x		x	x
GH			x	x	x

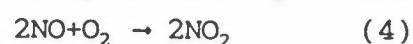
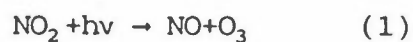
Det ble innhentet data for luftkvalitet i bakkenivå på fem steder rundt Fornebu. Disse ble innhentet under et annet program som NILU har for Luftfartsverket (Knudsen 90a, Knudsen 90b). Disse dataene vil bli sammenlignet med flydataene og er en viktig del av tolkningen.



Figur 1: Oversikt over hvor de vertikale snitt og referansepunktene slik de blir gjengitt i figurtekstene.

3 KJEMISK AKTIVITET I ATMOSFÆREN

De kjemiske stoffene som ble målt i atmosfæren, var NO_x , NO , SO_2 og O_3 . Det er en kjent kjemisk aktivitet som påvirker konsentrasjonen av NO , NO_2 og O_3 i atmosfæren. Denne kan sammenfattes i fire enkle kjemiske likninger:



(NO_2 : Nitrogendioksid, NO : Nitrogen monoksid, $\text{NO}_2 + \text{NO} = \text{NO}_x$)

NO_2 er nitrogendioksid, NO er nitrogenmonoksid, NO_x er nitrogenoksider og er en fellesbetegnelse på NO og NO_2 , O_3 er ozon og hv er sollys.

Disse reaksjonene dominerer til forskjellig tid på døgnet. Reaksjon (3) er en rask reaksjon og dominerer prosessen, hvis det er overskudd på O_3 og NO . Reaksjonen produserer NO_2 . Reaksjon (1) demper produksjonen av NO_2 litt. For å tolke de grafiske kurvene er det nødvendig å ta hensyn til disse relasjonene.

Et ozonmolekyl forbruker et NO -molekyl når det dannes NO_2 . NO_2 og O_3 har tilnærmet samme molekylvekt. Reaksjonen foregår raskt. Når NO_2 -konsentrasjonen følger NO_x -konsentrasjonen, er mengden forbrukt O_3 tilnærmet lik mengden produsert NO_2 . De obsererte konsentrasjonsfordelingene vist i figur 3 viser at flyutslippene hovedsakelig skjer i form av NO .

Hvor høyt NO_2 -konsentrasjonsnivået i en røykfane fra fly på Fornebu kan komme, er hovedsakelig bestemt av tre forhold, hvor mye NO_2 det allerede eksisterer i luften utenfor flytraséene, hvor stort utslippet av NO_2 er, og den tilgjengelige mengden av nitrogenmonoksid og ozon.

4 RESULTATER

4.1 FLYMÅLINGER

Flymålingene over Oslo lufthavn Fornebu viser at flyene hovedsakelig slipper ut NO og små mengder NO_2 . Dette kan ses ved at O_3 forsvinner omtrent like raskt som NO_2 øker. Dette vil si at maksimum NO_2 -konsentrasjon i en røykfane fra en flyplass hovedsakelig er bestemt av bakgrunnskonsentrasjonen av NO_2 og tilgjengelig ozonkonsentrasjon. Bidraget fra flyene til NO_2 -konsentrasjonen i røykfanen over en flyplass er altså bestemt av ozonkonsentrasjonen i den omkringliggende luften. Et eksempel på dette ses i travers CD i 150 m 3.10.89 (fig. 4d). Ozon-konsentrasjonen synker ned mot $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og NO -konsentrasjonen øker i det samme området.

4.1.1 Fornebu

Det ble fløyet seks tokt. To tokt ble fløyet på morgenen og formiddagen, ett ble fløyet midt på dagen og tre ble fløyet på ettermiddagen og kvelden.

Toktet som ble fløyet midt på dagen, hadde svært liten vindstyrke. Stabiliteten i atmosfæren var nøytral til ustabil, slik at utslippet i flytraséene ble godt blandet. Vi fant ikke forhøyede konsentrasjoner i flytraséene i denne situasjonen.

Under toktene på morgenen og formiddagen 29.9. og 30.9.89 ble det funnet luftforurensninger, men det var ikke noen veldefinert røykfaner. Sjiktningen var denne dagen nøytral til ustabil. Den 30.9.89 økte vinden på utover dagen med vindstyrke på mer enn 3 m/s fra kl. 1000 til toktet var ferdig. Utslippene fra flyene ble fraktet bort fra flyplassen, og vi fikk ikke registrert forhøyede konsentrasjoner i flytraséene.

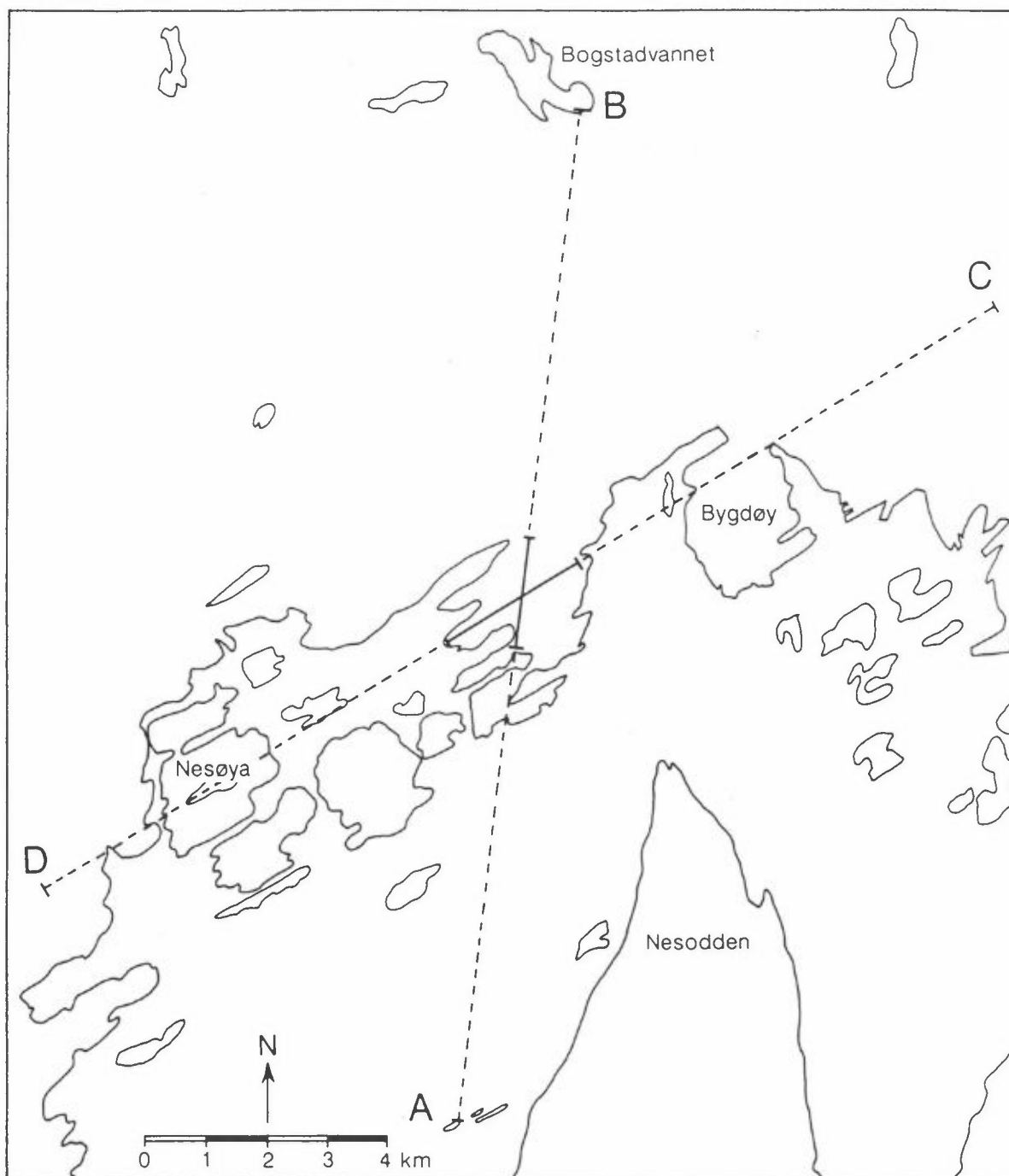
Det ble fløyet tre tokt om ettermiddagen. 1.10.90 var vindstyrken 3,3 m/s, og luftforurensningene ble fraktet ut av området. Den 3. og 4.10.89 var det ustabile forhold klokken 1500 og svak vind. Stabiliteten gikk så til nøytral og over til stabil. Vinden dreiet fra sør og sør-vest til nord og nord-øst. På begge disse to toktene ble det funnet forhøyede konsentrasjoner i flytraséene.

Det er bare ved spesielle meteorologiske situasjoner det finnes forhøyede konsentrasjoner i flytraséene rundt en flyplass, nemlig ved lite vind og stabil atmosfære (liten vertikal blanding). For at det skal dannes forhøyede konsentrasjoner i flytraséene forutsettes det at det slippes ut eksos, og stedene hvor disse finnes, avhenger av hvilken rullebane som er i bruk. Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner i flytraséene på toktene 3.10. og 4.10.-89. Flyaktiviteten for disse toktene er gjengitt i vedlegg 2. Det fremgår også av tabellen i dette vedlegget hvilken rullebane som var i bruk. Bane 06 ble i alt vesentlig brukt på begge disse dagene. Bane 06 brukes ved avgang over Bygdøy og landing over Nesøya. Det har unntaksvis blitt brukt andre baner. Toktene den 3.10.89 og 4.10.89 er nærmere beskrevet nedenfor.

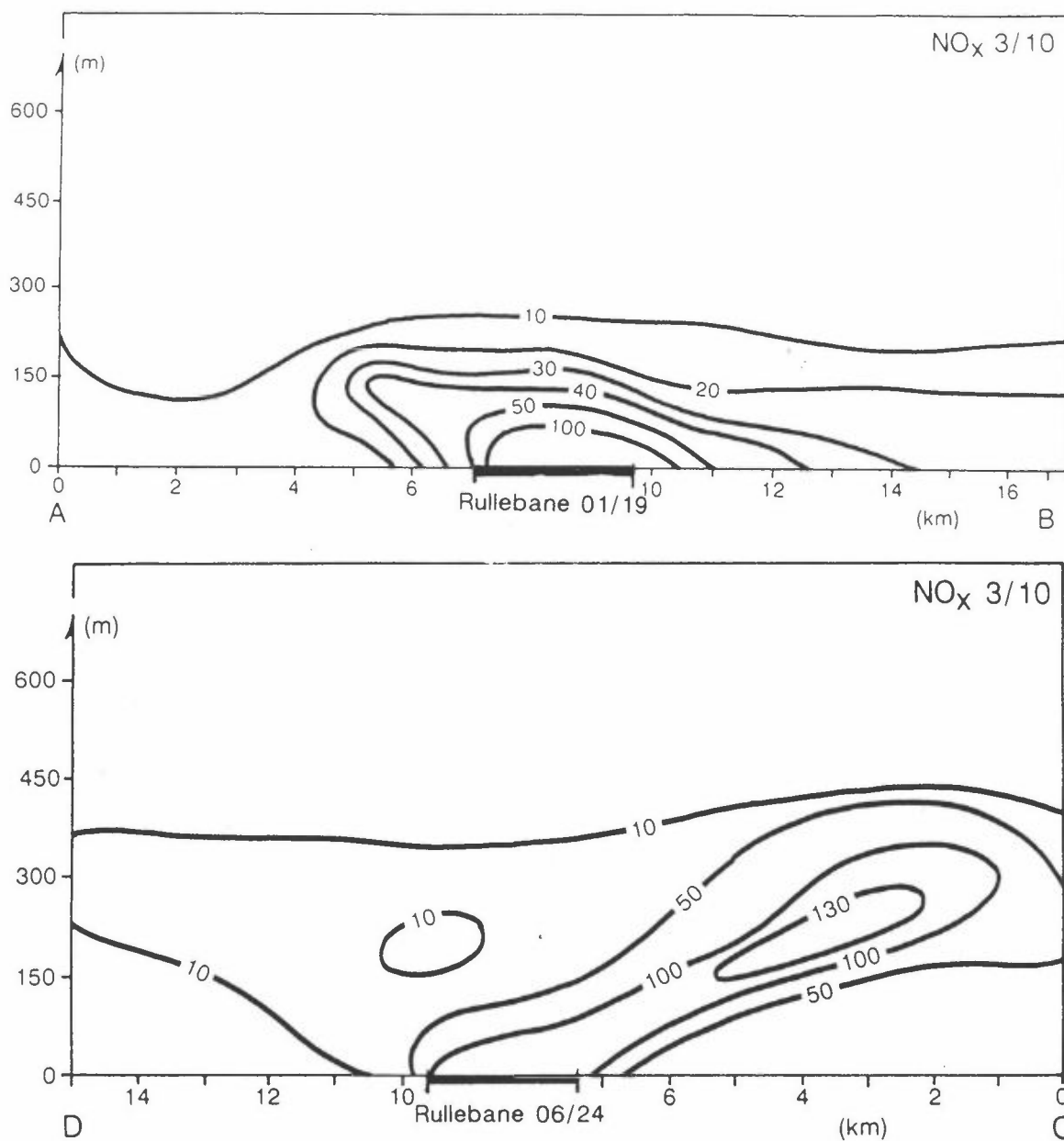
3.10.89

Det ble fløyet i fire høyder i to vertikale snitt over Fornebu lufthavn. Høydene var 150 m, 300 m, 450 m og 600 m.

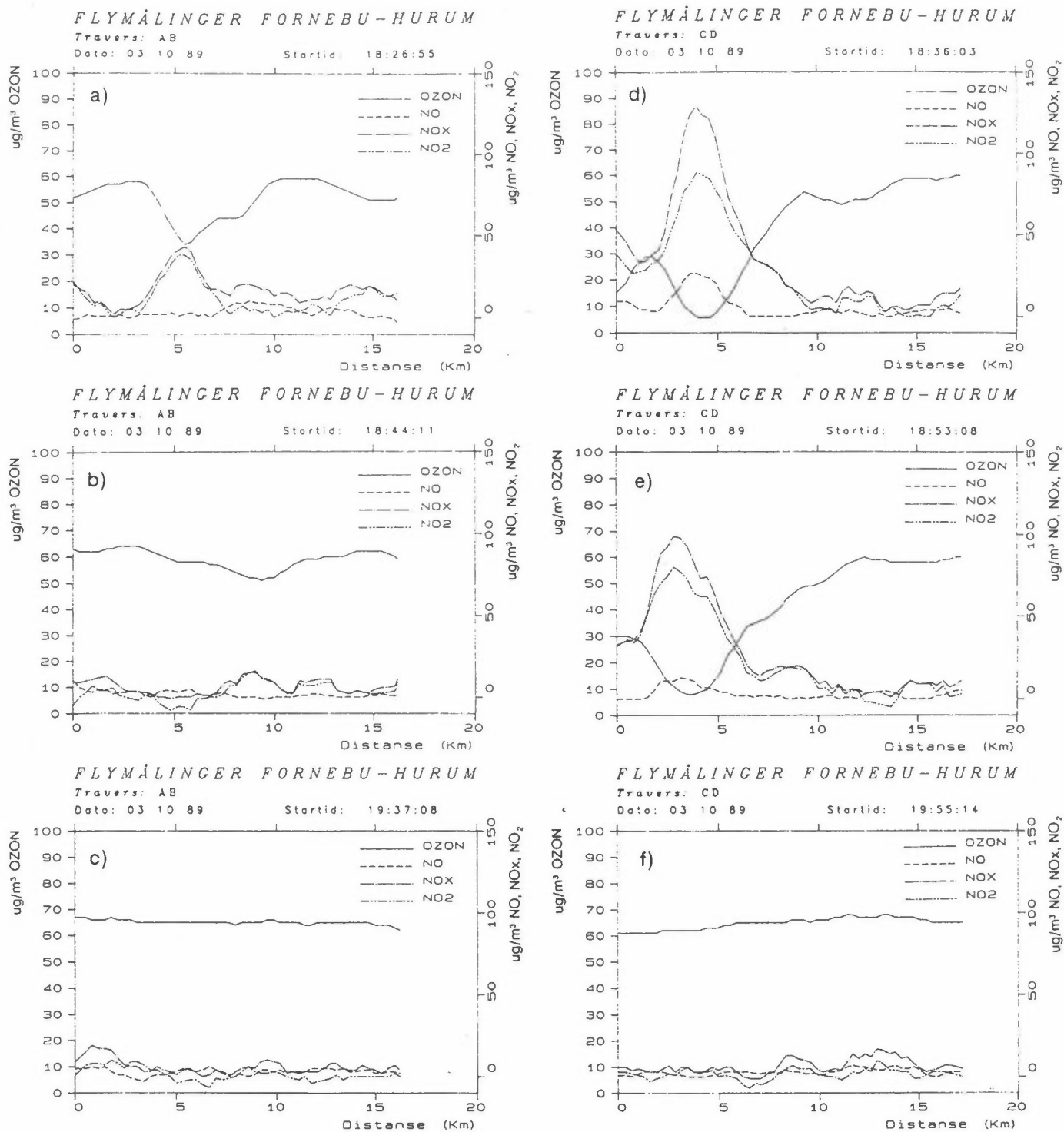
Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner i flytraséene på toktet 3.10.89. Ozon-konsentrasjonen avtok, og nitrogenoksid-konsentrasjonen økte. Maksimum NO_x-konsentrasjon ble målt i 150 m høyde og var 130 µg/m³ (som NO₂). Konsentrasjonen avtok til 100 µg/m³ i 300 m høyde. Figur 3 viser vertikalsnittene for nitrogenoksider under dette toktet. Rullebane 06 var i bruk, det vil si avgang mot Bygdøy og ankomst over Nesøya. Forhøyede konsentrasjoner i avgangstraséen ses her tydelig. Konsentrasjonen nær bakken hadde meget skarpe gradienter, og den er ikke tegnet inn. Den enkelte høyden som er fløyet og målingene som er tatt i disse høydene, er gjengitt i figur 4.



Figur 2: Oversiktskart over flyrutene og referansepunkt for Fornebu-flyvningene.



Figur 3: Vertikal konsentrasjonsfordeling av nitrogenoksider (NO_x) regnet som NO₂ over Oslo lufthavn Fornebu den 3.10.89. Enhet: µg/m³ regnet som NO₂. a) AB kl 1830 b) CD kl 1900



Figur 4: Målinger av luftkvalitet over Fornebu den 3.10.89. Hver figur viser en høyde i ett snitt.

- a) AB (150 m)
- b) AB (300 m)
- c) AB (450 m)
- d) CD (150 m)
- e) CD (300 m)
- f) CD (450 m)

I 150 m høyde (figur 4d) blir ozon-konsentrasjonen nær null i avgangstraséen. Samtidig øker konsentrasjonen av NO og NO_x. Så sant det er nok nitrogenmonoksid til stede, er det ozon-konsentrasjonen som er den bestemmende faktoren for hvor store konsentrasjoner av NO₂ flyene kan bidra med rundt en flyplass. Ozonkonsentrasjonen under dette toktet var ca. 60 µg/m³ utenfor avtangstraséen fra flyene. NO₂-konsentrasjonen kan altså bli ca 60 µg/m³ høyere enn bakgrunnslufta. Langs traversen figur 4d økte NO-konsentrasjonen i røykfanen fordi all tilgjengelig ozon var "brukt opp".

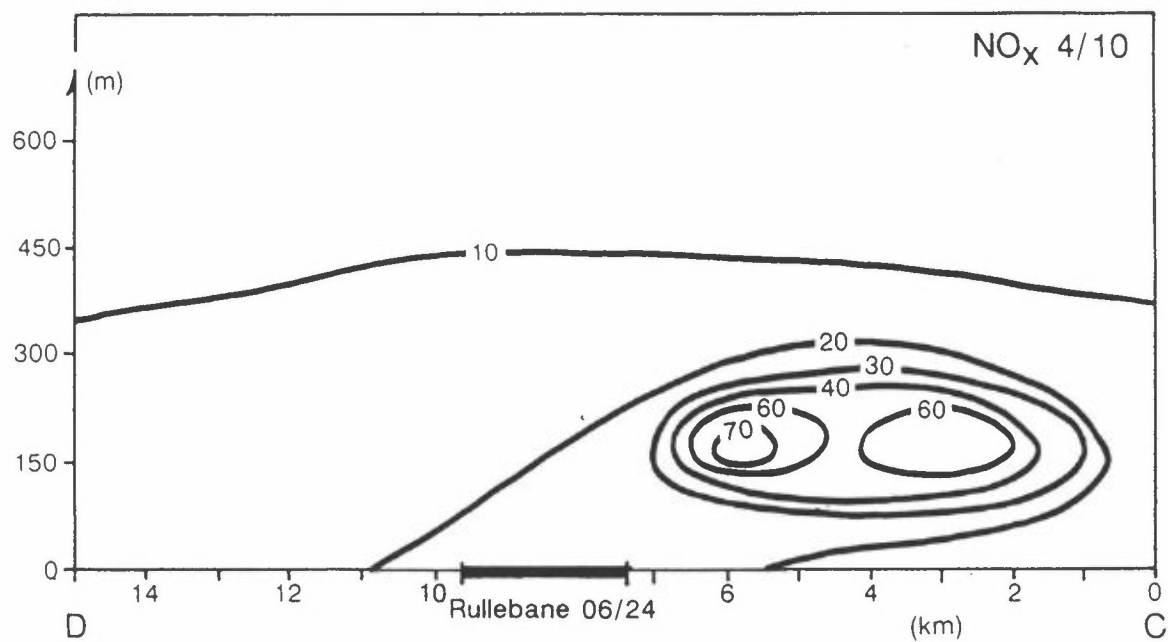
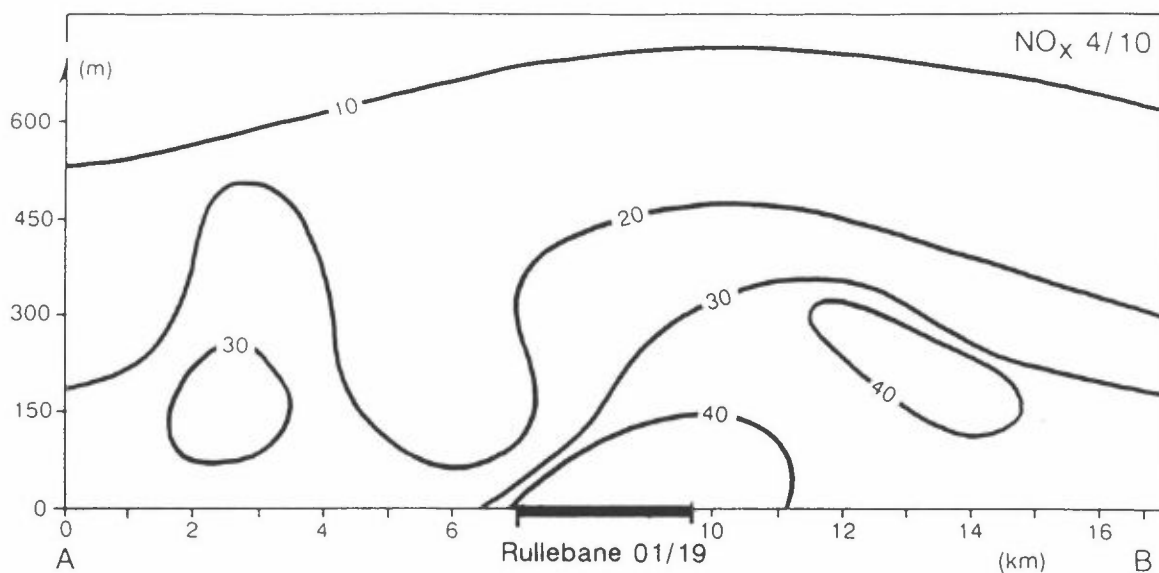
Vindfeltet har flyttet forurensningen fra flyene lite i forhold til rullebanesystemet, og utbredelsen av forurensningen var skarpt avgrenset.

På grunn av svak vind og den stabile atmosfæren var turbulensen liten.

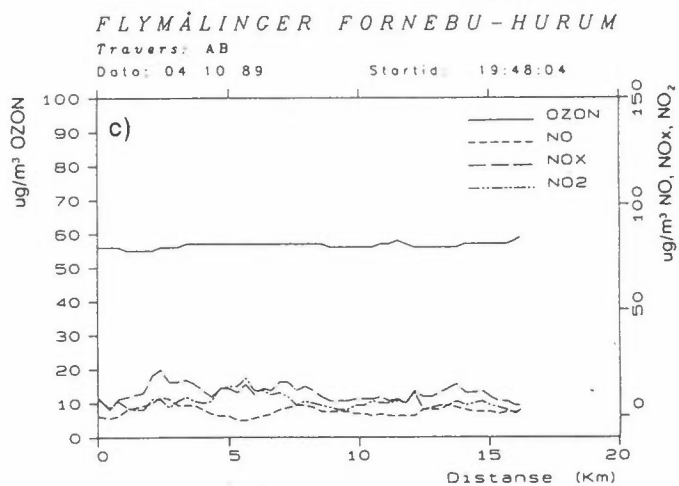
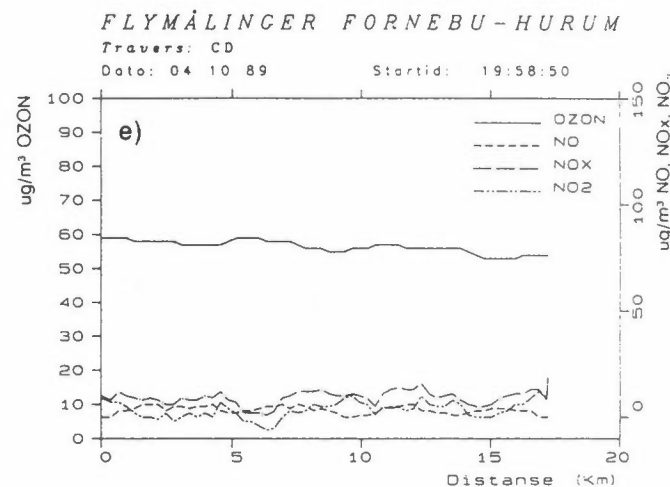
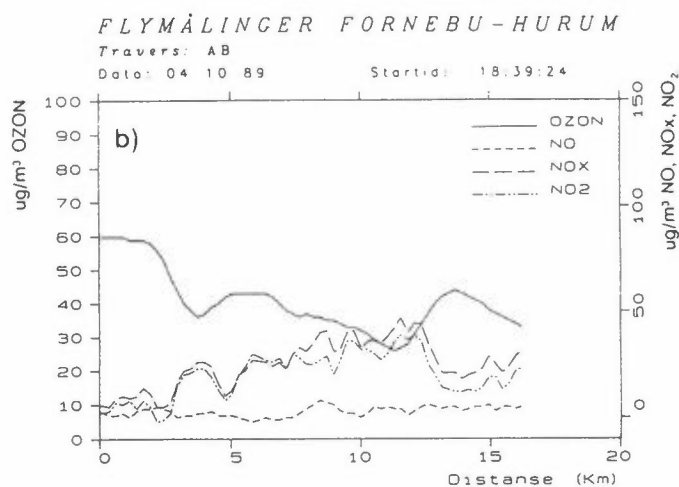
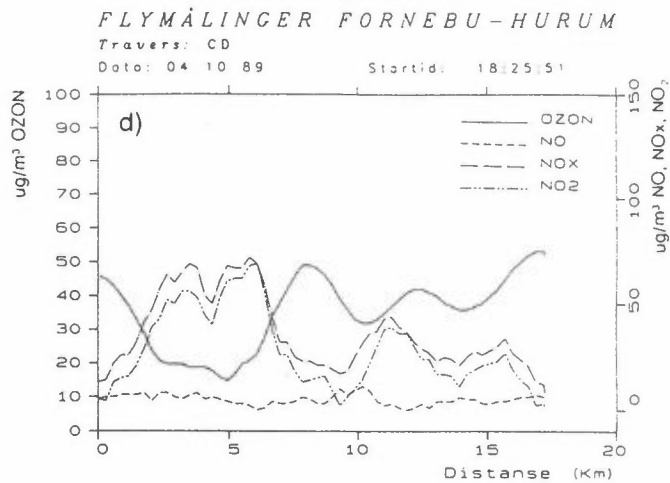
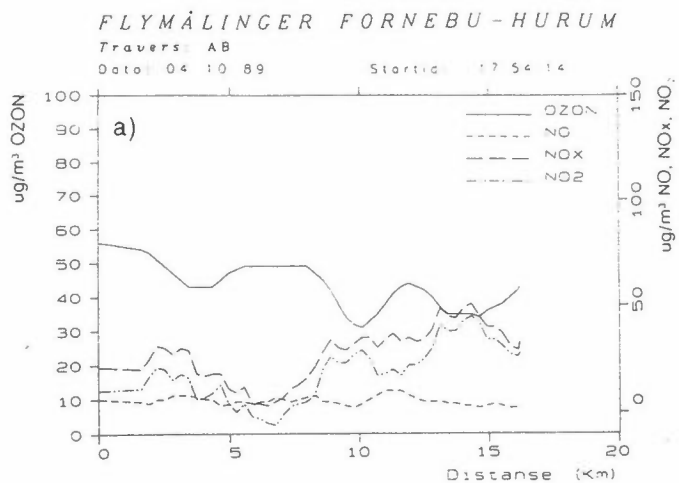
4.10.89

Det ble fløyet fire høyder over Fornebu denne dagen, 150 m, 300 m, 450 m og 600 m. Høyden 300 m parallelt med hovedrullenbanen (CD) ble ikke fløyet på grunn av stor trafikk på flyplassen.

Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner i flytraséene på dette toktet i likhet med toktet 3.10.89. Forurensningene var ikke så avgrenset som 3.10. Dette skyldes litt mer vind som forflyttet luftmassene. Denne vinden var ikke sterk nok til å bryte opp ansamlingen av forurensninger helt. Det er mange topper i konsentrasjonene. Figur 4 viser NO_x-konsentrasjonene i de to vertikalsnittene fløyet over Fornebu. Maksimumskonsentrasjonen av NO_x var ca 75 µg/m³. Så å si all NO_x forelå som NO₂. Bakgrunnskonsentrasjonen av NO og NO_x var lav. Konsentrasjonen i bakkenivå av NO_x var høy. Figur 6 viser konsentrasjonen av NO_x, NO, NO₂ og ozon for de forskjellige høydene. Det ses her den samme forbindelsen mellom NO, NO₂ og ozon som under toktet 3.10.



Figur 5: Vertikal konsentrasjonsfordeling av nitrogenoksider (NO_x) regnet som NO₂ over Oslo lufthavn Fornebu den 4.10.89.
 a) AB 1830
 b) CD 1815



Figur 6: Målinger av luftkvalitet over Oslo lufthavn Fornebu den 4.10.89. Hver figur representerer en høyde i ett snitt.

- a) AB (150 m)
- b) AB (300 m)
- c) AB (450 m)
- d) CD (150 m)
- e) CD (450 m)

4.1.2 Hurum

Det ble fløyet tokt over Hurumlandet de samme dagene som Fornebu. Det ble ikke funnet forhøyede konsentrasjoner i flytraséene på disse flyvningene. NO_x-konsentrasjonen og ozonkonsentrasjonen var slik som ventet i kontinental bakgrunnsluft på Østlandet.

Innholdet av nitrogenoksider var nær instrumentets deteksjonsgrense. Konsentrasjonen av NO_x varierte mellom 0 og 15 µg/m³. Ozonkonsentrasjonen var nær konstant med høyden og varierte mellom 60 µg/m³ og 70 µg/m³. Konsentrasjonene viser at luftmassene over Hurumlandet hadde lave konsentrasjoner på de dagene det ble fløyet tokt.

Disse målingene ble ikke bearbeidet i detalj da en utbygging på Hurum er usikker.

4.2 MÅLINGER I BAKKENIVÅ

Målingene av luftkvalitet i bakkenivå foregikk på fem forskjellige steder, Strand restaurant på Høvikodden, Lilløyveien på Polhøgda, Utbyggingskontoret på Fornebu (innkjøringen til Terminalbygningen). To stasjoner målte middelkonsentrasjonen langs en "lysløype", den ene var parallell med rullebane 06/24 og den andre gikk fra Brannstasjonen til taket på Fjellager-Widerøe-bygningen. Konsentrasjonen i bakkenivå for de to toktene som er beskrevet i detalj foran er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2: Konsentrasjonen av NO_x, NO, NO₂ i µg/m³ i bakkenivå for de aktuelle tidspunktene ved fem målestasjoner på bakken.

3.10.90	Rullebanen	Terminalbyggn.	Lilløyvn.			Utbyggn.kont.			Strandalléen		
Tid	NO ₂	NO ₂	NO	NO _x	NO ₂	NO	NO _x	NO ₂	NO	NO _x	NO ₂
1700	62	65	8	45	33	-	-	-	4	32	26
1800	91	89	163	308	60	-	-	-	393	669	68
1900			100	205	52	205	381	68	464	722	63
4.10.90	Rullebanen	Terminalbyggn.	Lilløyvn.			Utbyggn.kont.			Strandalléen		
Tid	NO ₂	NO ₂	NO	NO _x	NO ₂	NO	NO _x	NO ₂	NO	NO _x	NO ₂
1700	88	75	11	60	44	258	477	83	10	63	47
1800	-	-	97	199	52	273	497	79	469	785	69
1900			164	305	54	368	635	73	503	827	58

5 KONKLUSJON

Flymålingene utført ved bruk av NILU's forskningsfly har vist følgende: Ved svak vind og nøytral til stabil sjiktning i atmosfæren dannes det røykfaner langs flytraseene. Konsentrasjonene som er målt i disse røykfanene, var lave.

Flyene slipper hovedsakelig ut NO_x i form av NO. Den bestemte faktoren for hvor mye NO₂ som dannes i flytraseene er konsentrasjonen av ozon i den omliggende luften. I de fleste tilfeller vil det si at NO utslippene i løpet av kort tid er omdannet til NO₂.

Maksimumskonsentrasjonene målt i flytraseene er mye lavere enn de samtidige bakkemålingene, for NO_x en faktor 6-10 den 3.10.89. Dette toktet viste de største maksimumskonsentrasjonene.

Utslipp fra fly over bakken vil påvirke bakkekonsentrasjonene i liten grad.

Maksimumskonsentrasjonen av NO₂ i flytraseene fra Fornebu er av samme størrelse som gjennomsnittlig konsentrasjon over Oslo sentrum for

januar og februar når denne måles utenfor gatene. Her ble det i 1985-1987 målt middelveier av NO_2 på 90-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasjonene i innflyvningstraseene på Fornebu er dermed på enkelte dager godt over de naturlige bakgrunnsverdiene på Østlandet. De er dog ikke så høye som i de værst belastede gatene i Oslo.

6 REFERANSER

Knudsen, S., (1990 d) Målinger ved Oslo lufthavn, Fornebu. Lillestrøm (NILU OR under arbeid).

Grønnskei, K.E. (1981) Luftforurensninger i tilknytning til Fornebu lufthavn. Lillestrøm (NILU OR 25/81).

Larssen, St. og K. Hoem (1989) Overvåkning av luftforurensninger fra biltrafikk i Oslo 1980-89 (NILU OR under arbeid).

Knudsen, S. (1990 b) Beregning av luftforurensning ved Oslo lufthavn, Fornebu. Lillestrøm (NILU OR under arbeid).

VEDLEGG 1: METEOROLOGI

Tabell 1: Meteorologiske variable målt på Oksenøya 3.10.89.

Dato	Tid	Temp. (°C)	$\Delta+(10-2 \text{ m})$ (°C)	Retning (grader)	Styrke (m/s)
3.10.89	1700	13,7	-,32	218	,4
	1705	13,7	-,59	236	,3
	1710	13,6	-,40	263	,2
	1715	13,3	,08	259	,0
	1720	13,1	-,08	250	,5
	1725	12,9	-,16	230	,7
	1730	12,7	,36	232	,8
	1735	12,4	1,01	264	1,0
	1740	12,0	,81	269	,8
	1745	11,5	,93	281	1,0
	1750	11,5	,65	278	1,0
	1755	11,4	,42	256	,8
	1800	11,2	,65	263	,8
	1805	10,9	,77	301	1,0
	1810	10,9	,97	291	1,1
	1815	10,9	,65	273	1,1
	1820	10,7	,85	276	,6
	1825	9,9	,77	302	,7
	1830	9,7	,69	28	,8
	1835	9,0	,73	39	1,3
	1840	8,8	,65	13	1,4
	1845	8,4	,61	13	1,1
	1850	8,5	,81	359	1,0
	1855	7,7	,52	8	1,2
	1900	7,8	,61	3	1,3
	1905	7,7	,73	354	1,3
	1910	7,5	,65	1	1,2
	1915	7,2	,48	17	1,3
	1920	7,0	,40	4	1,2
	1925	6,9	,32	7	1,3
	1930	6,6	,40	11	,9
	1935	6,7	,52	356	1,3
	1940	6,6	,48	347	1,4
	1945	6,5	,40	349	1,3
	1950	6,6	,40	8	1,4
	1955	6,3	,40	24	,5
	2000	6,4	,56	8	1,0
	2005	6,3	,44	354	1,5
	2010	6,3	,48	6	1,4
	2015	6,1	,48	352	1,3
	2020	6,1	,52	350	1,0
	2025	6,1	,44	340	1,3
	2030	6,1	,40	354	1,3
	2035	5,9	,32	17	,9
	2040	5,6	,28	174	,2
	2045	5,4	,12	147	,1
	2050	5,6	,04	86	,6
	2055	5,5	,04	75	1,2
	2100	5,3	,28	295	,0
	2105	5,3	,24	301	,4
	2110	5,3	,28	325	,9
	2115	5,2	,44	305	,5
	2120	5,2	,32	301	,9
	2125	5,2	,12	299	,7
	2130	5,1	,12	304	,7
	2135	5,0	,08	267	,2
	2140	5,0	,36	240	,3
	2145	5,1	,56	254	,5
	2150	5,0	,52	281	,8
	2155	4,6	,24	55	,7

Tabell 2: Meteorologiske variable målt på Oksenøya 4.10.89.

Dato	Tid	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	$\Delta+(10-2\text{ m})$ ($^{\circ}\text{C}$)	Retning (grader)	Styrke (m/s)
4.10.89	1700	13.6	-.12	244	.7
	1705	13.4	-.28	233	.2
	1710	13.2	-.36	252	.8
	1715	13.0	.24	250	1.2
	1720	12.5	.24	248	1.3
	1725	12.5	.48	257	1.3
	1730	12.4	.69	254	1.0
	1735	12.4	.93	271	1.0
	1740	12.2	.85	295	.5
	1745	11.8	.85	285	.5
	1750	11.5	.73	283	.0
	1755	11.2	1.01	317	.0
	1800	11.2	1.13	329	.0
	1805	11.0	1.09	329	.0
	1810	10.9	.97	313	.8
	1815	10.7	.52	313	.9
	1820	10.2	.40	329	1.3
	1825	10.1	.32	340	1.4
	1830	10.1	.48	343	1.3
	1835	9.5	.40	340	1.1
	1840	9.2	.40	7	.7
	1845	9.1	.56	33	.7
	1850	8.9	.52	33	1.1
	1855	8.7	.52	11	1.5
	1900	8.6	.36	7	1.1
	1905	8.6	.61	358	1.0
	1910	8.6	.65	7	1.1
	1915	8.7	.81	36	1.4
	1920	8.5	.69	7	1.2
	1925	8.4	.61	360	1.2
	1930	8.2	.56	11	1.0
	1935	7.9	.56	8	.9
	1940	7.7	.44	347	.7
	1945	7.5	.32	1	.6
	1950	7.8	.61	26	.8
	1955	7.7	.65	26	1.1
	2000	7.5	.61	19	1.0
	2005	7.4	.52	1	1.1
	2010	7.5	.56	355	1.1
	2015	7.3	.61	19	1.1
	2020	7.2	.56	15	0.9
	2025	7.0	.44	358	.9
	2030	7.0	.44	2	1.1
2035	7.0	.44	11	1.0	
2040	7.1	.48	11	1.3	
2045	7.1	.40	1	1.2	
2050	7.1	.48	7	1.3	
2055	7.1	.48	1	1.3	
2100	7.1	.44	18	1.3	
2105	7.1	.40	23	1.4	
2110	7.2	.44	18	1.8	
2115	7.1	.36	14	1.4	
2120	7.0	.44	4	1.4	
2125	7.0	.40	9	1.1	
2130	7.0	.48	18	1.3	
2135	6.8	.40	22	1.3	
2140	6.9	.40	16	1.5	
2145	6.8	.40	8	1.4	
2150	6.8	.36	1	1.3	
2155	6.9	.40	5	1.3	

VEDLEGG 2

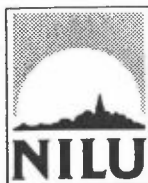
Flybelastningen på Oslo lufthavn Fornebu 3.10.89 og 4.10.89

Tabell 1: Flybelastningen på Oslo lufthavn Fornebu 3.10.89, kl 1700, 1900 og 2000.

Flytype	Tid	Bane	Landing	Avgang	Flytype	Tid	Bane	Landing	Avgang
DC9	1702	06	x		Cess	1828	19		x
B737	1705	06	x		Safir	1829	19		x
B737	1707	06		x	B737	1831	06	x	
DC9	1709	06		x	BE20	1833	06	x	
FK50	1709	06		x	DH7	1835	06	x	
E110	1710	06	x		BA31	1837	06		x
DC9	1711	06		x	B737	1838	06	x	
MD80	1712	06	x		DC9	1840	06		x
FK50	1713	06		x	DC9	1842	06		x
BE70	1715	06	x		DC9	1844	06	x	
DC9	1716	06	x		DC9	1845	06		x
B737	1720	06	x		B737	1847	06	x	
FK27	1723	06	x		B737	1850	06	x	
Cess	1726	19		x	DC9	1859	06	x	
DC9	1729	06	x		C404	1903	06	x	
DC9	1736	06	x		FK27	1905	06		x
B737	1738	24		x	B737	1907	06	x	
DC9	1742	06		x	B737	1908	06		x
Cess	1744	01	x		FK27	1909	06		x
DC9	1745	06		x	MD80	1911	06		x
B737	1746	24		x	DA20	1912	06	x	
DC9	1747	06	x		B737	1913	06		x
PA28	1748	19		x	FK50	1914	06	x	
B737	1748	06		x	MD80	1915	06		x
BE20	1749	19		x	DC9	1916	06	x	
BA31	1751	06	x		FK50	1918	06	x	
E110	1752	06		x	B737	1919	06		x
DC9	1753	06		x	B737	1921	06	x	
DC9	1754	19	x		DC9	1924	06	x	
B737	1756	06		x	B737	1927	06	x	
MD80	1804	06	x		BA31	1933	06		x
MD80	1807	06		x	Cess	1938	06	x	
DC9	1809	06		x	B737	1940	06	x	
B737	1811	06	x		DC9	1941	06		x
B757	1812	06		x	DH7	1945	06		x
B737	1814	06		x	DC9	1947	06	x	
DC9	1817	06		x	B737	1949	06		x
FK27	1819	06		x	C172	1949	06	x	
FK27	1822	06	x		B737	1951	06	x	
DC9	1823	06		x	B737	1953	06	x	
MD80	1825	06	x		B737	1955	06		x
MD80	1825	06		x	DC9	1957	06		x
B737	1827	06	x						
DC9	1828	06		x					

Tabell 2: Flybelastningen på Oslo lufthavn Fornebu 4.10.89, kl 1700, 1800 og 1900.

Flytype	Tid	Bane	Landing	Avgang	Flytype	Tid	Bane	Landing	Avgang
MD80	1700	06	x		B737	1828	06	x	
B737	1700	06		x	MD80	1831	06		x
PN68	1701	06	x		MD80	1832	06	x	
DC9	1703	06	x		B737	1833	06	x	
FK50	1705	06		x	PA28	1836	01	x	
FK27	1706	06	x		BA31	1837	06		x
FK50	1707	06		x	B737	1838	06	x	
B737	1708	06	x		DC9	1840	06		x
DC9	1710	06	x		DH7	1845	06	x	
B737	1711	06		x	FK27	1845	06	x	
PA28	1711	19		x	B737	1852	06		x
BA20	1713	06	x		B737	1854	06	x	
DC9	1713	06		x	B737	1859	06	x	
Cess	1714	19		x	FK50	1859	06	x	
Cess	1716	06	x		BA31	1902	06	x	
DC9	1717	06	x		B737	1904	06		x
DC9	1717	06		x	B737	1905	06	x	
B737	1719	06		x	C404	1905	06	x	
B727	1721	06		x	C406	1907	06	x	
B737	1722	06	x		MD80	1909	06		x
MD80	1729	06	x		AK27	1912	06		x
TB09	1734	01	x		B737	1912	06	x	
B757	1736	06		x	FK50	1912	06		x
DC9	1739	06	x		FK50	1916	06	x	
DC9	1740	06	x		FK50	1916	06	x	
B737	1740	06		x	B737	1918	24		x
DC9	1743	06		x	PN68	1918	19		x
BE20	1743	19		x	MD80	1920	06		x
DC9	1745	06		x	DC9	1920	06	x	
B737	1747	06		x	B737	1921	06		x
DC9	1748	06		x	B737	1921	06		x
B737	1750	06		x	B737	1921	06	x	
BA31	1751	06	x		DC9	1924	06	x	
DC9	1753	06		x	DC9	1932	06	x	
DC9	1754	06		x	BA31	1933	06		x
B737	1754	06	x		B737	1936	06	x	
C300	1800	06		x	B737	1937	06		x
B737	1804	06	x		DC9	1940	06		x
DC9	1806	06	x		Cess	1940	01	x	
MD80	1807	06		x	DC9	1943	00		x
DC9	1809	06		x	DH7	1945	06		x
DC9	1811	06		x	C210	1945	01	x	
B737	1813	06		x	B737	1951	24		x
B737	1814	06	x		B737	1956	06		x
DC9	1816	06	x		DC9	1957	24		x
FK27	1818	06		x					



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 23/90	ISBN-82-425-0128-9	
DATO JUNI 1990	ANSV. SIGN. <i>P. Ben</i>	ANT. SIDER 24	PRIS NOK 45,-
TITTEL Måling av luftkvalitet over Fornebu og Hurum		PROSJEKTLEDER Svein Knudsen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8969	
FORFATTER(E) S. Knudsen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. K. Solnørdal	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Luftfartsverket Storgaten 10A P.O.Box 8124 Dep. N-0032 OSLO 1			
3 STIKKORD (a maks. 20 anslag) Flymålinger Flyplass Luftkvalitet			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Det er fløyet 6 tokt med NILUs forskningsfly. Resultatene viste at ved lav vind og stabil atmosfære dannes det røykfaner i innflygningstraseene. Disse røykfanene ble funnet på to av toktene.			

TITLE Air quality measurements above Fornebu and Hurum
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) The air quality above an airport have been measured NILUs research aircraft has flown 6 missions above Oslo Airport Fornebu and over Hurum. There was found formation of plumes when there were little or no wind and a stable atmosphere. This was found at two of the missions flown.

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