

NILU OR: 61/90

NILU OR : 61/90
REFERANSE : O-8913
DATO : OKTOBER 1990
ISBN : 82-425-0190-4

VURDERING AV
LUFTFORURENSNING VED
OSLO LUFTHAVN FORNEBU
SOMMEREN 1989

S. Knudsen

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har foretatt en undersøkelse for Luftfartsverket av luftkvaliteten rundt Oslo lufthavn Fornebu i forbindelse med overføringen av chartertrafikken fra Gardermoen til Fornebu. Ifølge Luftfartsverkets statistikk medførte dette en økning på 13% i passasjerantall og 8,6% i flybevegelser.

Denne rapporten omhandler resultater av målinger og beregninger av luftkvaliteten ved og omkring Fornebu.

Utslipp av luftforurensninger

Det er tre hovedkilder til luftforurensning på Fornebu. Disse er biltrafikk, flytrafikk og fyring. Spredningsberegninger er utført for sommerhalvåret, da bidraget fra fyring på Fornebu er lite. Utslippet av NO_x fra biltrafikken i beregningsområdet (medregnet E18) er ca. 60% av totalutslippet. Av biltrafikkuutslippet skyldes 20% trafikken til og fra flyplassen. Utslippene av CO domineres helt av biltrafikken. Partikkelutslippet fra bilene utgjør 64% av totalutslippet fra biler og fly i Fornebu-området.

Målt luftkvalitet

Måleprogrammet viste at de forslag til retningslinjer for luftkvalitet som foreligger ikke ble overskredet i løpet av måleperioden april til oktober 1989. CO- og NO_x -konsentrasjoner målt ved veier i området var noe høyere enn ved en referansestasjon i Oslo sentrum. Denne stasjonen er plassert i taknivå nær midten av et kvartal i nærheten av St. Olavs gate. Belastningen av sot, SO_2 , støv og PAH var mindre på Fornebu enn ved denne stasjonen. Forurensningen i gatenivå i St. Olavs gate var høyere.

I vinterhalvåret er det sannsynlig at konsentrasjonene av CO og NO_x kan overskride grenseverdier på målestasjonene i Fornebu-området. Dette begrunnes med at bakgrunnstasjonen i Oslo sentrum har overskridelser nesten hver vinter og at de samtidige målingene ved Fornebu sommeren 1989 viste høyere konsentrasjoner enn ved referansestasjonen.

De kildene som belastet målestasjonene rundt Fornebu mest var biltrafikken på E18 og Snarøyveien, og deretter flyaktiviteten ved hoved- og charterterminalene. Det mest belastete området var i umiddelbar nærhet av E18. Dessuten var det sterk belastning på bilsiden av hovedterminalområdet.

På grunnlag av målingene har det ikke vært mulig å kvantifisere økningen av luftforurensningene som følge av økt aktivitet fra chartertrafikken. Variasjonene i spredningsforholdene har sannsynligvis vært større enn endringene i utslipp.

Spredningsberegninger

På grunnlag av utslippskartlegging og måling av spredningsparametre på Fornebu er luftforurensningen i området beregnet ved hjelp av spredningsmodeller. Spredningsberegningene er utført for nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO), partikler og hydrokarboner (HC). Det er beregnet timemiddelverdier og langtidsmiddelverdier for den tiden chartertrafikken gikk fra Fornebu.

Beregnet belastning av forurensende stoff som skyldes luft-havnsaktiviteten er generelt lav i Fornebu-området. Det finnes imidlertid områder med høyt forurensningsnivå, eksempelvis foran avgangsterminalen og ved kø av fly på taksebaner. Det sistnevnte problemet kan reduseres ved en køordning for flyavganger som fører til at flyene ikke forlater terminalområdet før nødvendig. Belastningen foran hovedterminalen er sterkt avhengig av hvordan tilbringertjenesten ordnes.

Beregningene viser at de høyeste timemidle konsentrasjonene av NO_x forekommer nær veiene. Den høyeste konsentrasjonen ble beregnet ved krysset mellom Snarøyveien og E18. Konsentrasjonene av NO_x kan komme opp i samme nivå som registrert ved Strømsveien ut fra Oslo. NO_x -konsentrasjonene forårsaket av flyene er høyest rett bak flyene når disse tar av.

Langtidsmiddelkonsentrasjonen av partikler var lav i måleperioden, vesentlig lavere enn utenfor gate-miljø i Oslo sentrum sommerstid.

CO-forurensningen skyldes hovedsakelig biltrafikken. De beregnede langtidsmiddelkonsentrasjonene ligger vesentlig lavere enn anbefalte grenseverdier for luftkvalitet. Under halvtaket på ankomsthallen kan imidlertid CO-nivået overskride grenseverdiene som timemiddel om vinteren. Det kan også forekomme høye konsentrasjoner på taksebanene når det forekommer kø av fly i situasjoner med dårlige spredningsforhold.

Beregningene viser også at overføringen av chartertrafikken hadde liten innflytelse ved luftkvaliteten på Fornebu. Dette skyldes først og fremst at flyene bidrar lite, og at økningen i flytrafikken pga chartertrafikken var mindre enn forventet.

Støvfall og lukt

I forbindelse med lufthavner er det ofte klager på partikkelnedfall og nedsmussing. Beregninger og målinger viser at støvnedfallet fra flytrafikken er lite.

Det kan også oppstå luktplager rundt en lufthavn. Disse er i hovedtrekk knyttet til bruk av avisingsvæsker og flydrivstoff. Avisingsvæskene har en karakteristisk "løklukt", og flydrivstoff lukter parafin. For å redusere disse plagene er det nødvendig å ta forholdsregler ved håndtering av avisingsvæsker og flydrivstoff.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING	7
2 KILDER TIL FORURENSNING VED EN LUFTHAVN	7
3 MÅLEPROGRAM	8
4 METEOROLOGI	13
5 LUFTKVALITET	14
5.1 Målestasjoner	14
5.2 Belastning av nitrogenoksider (NO _x) på Oslo lufthavn Fornebu	15
5.3 Målinger av karbonmonoksid (CO)	21
5.4 Målinger av svoveldioksid (SO ₂)	21
5.5 Sotbelastningen i Fornebu-området	22
5.6 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ...	22
5.7 Hydrokarboner	24
5.8 Nedfall av partikler og "oljedråper"	27
5.9 Støvmålinger	28
5.10 Målinger på Fornebu sett i relasjon til andre målinger i Oslo-området	28
6 BEREGNINGER	30
6.1 Bakgrunnsverdier	30
6.2 Utslippsoversikt	31
6.2.1 Utslippsfaktorer	31
6.2.2 Trafikkgrunnlaget	33
6.2.3 Utslippsoversikt	37
6.3 Spredningsberegninger	41
6.3.1 Resultater langtidsmidler	42
6.3.2 Resultater korttidsmidler	47
7 KONKLUSJON	51
8 REFERANSER	52
VEDLEGG A: Utslippsfaktorer for fly	55
VEDLEGG B: Kort om reaksjoner mellom NO, NO ₂ og O ₃ ..	59
VEDLEGG C: Grenseverdier for luftkvalitet	63
VEDLEGG D: Enheter og omregningsfaktorer	69

VURDERING AV LUFTFORURENSNING VED OSLO LUFTHAVN FORNEBU SOMMEREN 1989

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) ble bedt av Luftfartsverket om å foreta en undersøkelse av luftkvaliteten rundt Oslo lufthavn Fornebu, ved overføringen av chartertrafikken fra Gardermoen til Fornebu sommeren 1989.

Undersøkelsen skulle gi grunnlag for å vurdere luftkvaliteten rundt Fornebu ved to trafikkbelastninger (med og uten chartertrafikk) ut fra målinger og spredningsberegninger. Denne undersøkelsen er en del av en større undersøkelse som også omfatter støy og sosiologiske undersøkelser. Undersøkelsen bygger på en tidligere undersøkelse utført av NILU (Grønskei, 1981).

2 KILDER TIL FORURENSNING VED EN LUFTHAVN

Kildene til luftforurensning på og rundt en lufthavn kan sammenfattes til følgende kildetyper:

- Biltrafikk
- Flytrafikk
- Fyring

Biltrafikken er en av de viktigste kildene til forurensning i tettsteder i Norge. Fornebu-området ligger nær en av Norges mest trafikkerte veier (E18). Det bidrar til at biltrafikken er en betydelig kilde til luftforurensning ved Fornebu.

Flytrafikken er en kilde der det slippes ut forurensning i bakkenivå (taksing, tomgang) og når flyene er oppe i luften (avgang/landing). Utslipet varierer for de forskjellige flyfasene. Det er også store forskjeller mellom flytyper. Oljeforbrenning til oppvarmingsformål er en annen kilde. Energibehovet er størst når det er kaldt.

Det er også andre typer utslipp på en lufthavn, bl.a. utslipp av hydrokarboner som følge av håndtering av drivstoff. Dette er mest i forbindelse med tanking der fyllingen skjer ved at gass i tanken blir fortrent av flydrivstoff. Flydrivstoff lukter parafin. Det kan også forekomme "løklukt" som følge av fordampning av avisingsvæsker. For å redusere disse plagene mest mulig er det nødvendig å ta forholdsregler ved håndtering av avisingsvæsker og flydrivstoff.

3 MÅLEPROGRAM

Måleprogrammet tok sikte på å kartlegge forurensningsnivået ved Oslo lufthavn Fornebu, mens chartertrafikken ble avviklet i perioden 2.5.89-18.9.89. Måleperioden var 1. april-19. oktober. Målingene er også analysert for om mulig å skille chartertrafikkens bidrag fra andre aktiviteter på Fornebu. Økningen av passasjertallet ble 13% (tabell 1) og økningen i antall flybevegelser 8,6% (tabell 2).

Måleprogrammet kan deles inn i tre hoveddeler: luftkvalitetsmålinger i punkter, luftkvalitetsmålinger som middelveier langs "måleløyper" og målinger av meteorologiske parametere. Stasjonsplasseringene er vist i figur 1.

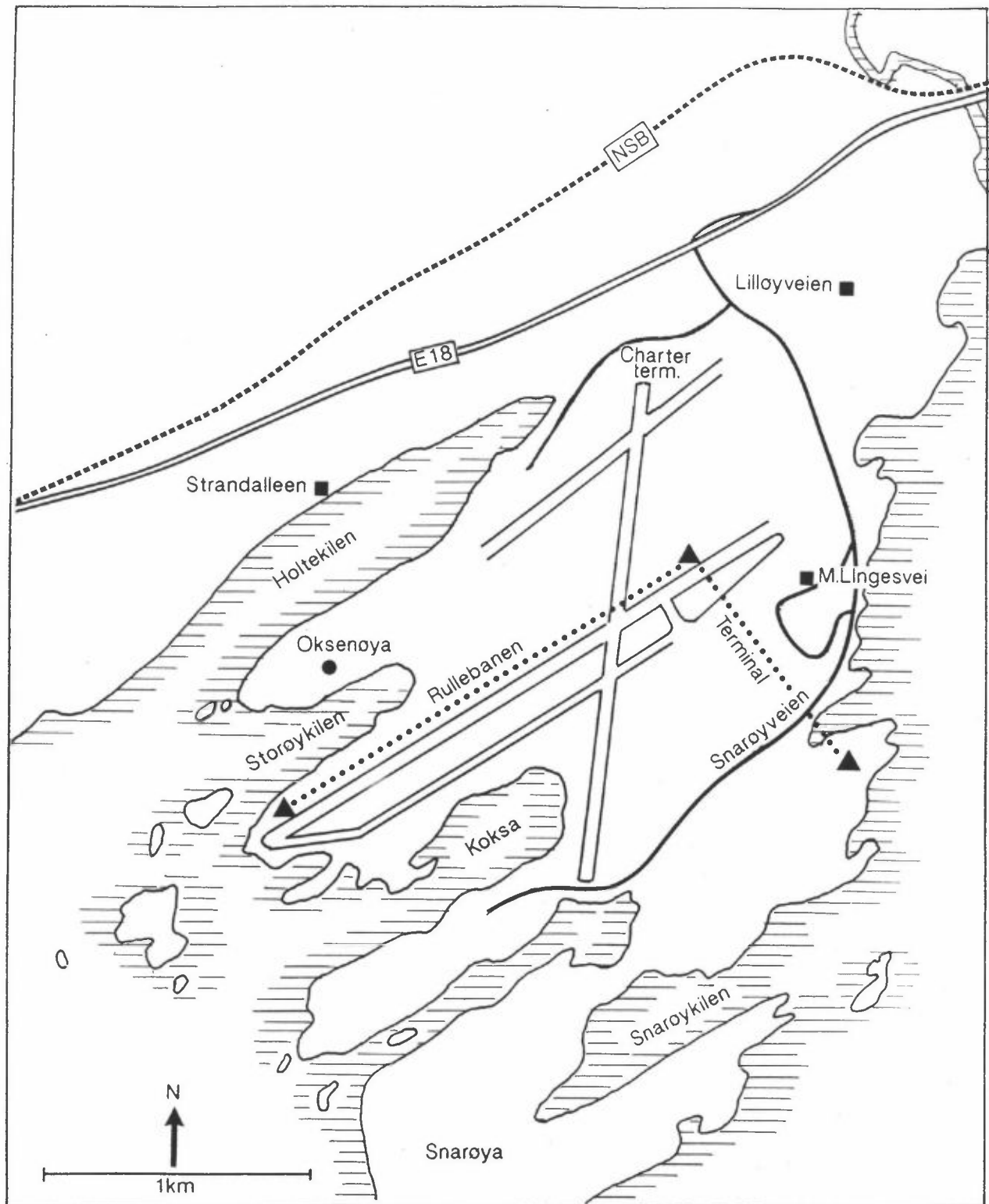
Tabell 1: Oversikt over passasjerantallet i 1989 på Fornebu.

RUTE	PASSASJERER			
	Ankommet		Reist	
	Innland	Utland	Innland	Utland
April	137 411	95 286	137 176	96 486
Mai	127 444	105 641	129 751	97 858
Juni	149 137	122 053	151 048	126 715
Juli	132 113	120 499	132 195	114 794
August	157 703	116 585	138 516	119 107
September	152 994	103 859	141 880	113 812
Sum	856 802	663 923	830 566	668 778

CHARTER	PASSASJERER			
	Ankommet		Reist	
	Innland	Utland	Innland	Utland
April	0	801	0	931
Mai	904	27 624	1 017	28 356
Juni	88	34 570	0	41 807
Juli	158	47 709	861	48 387
August	212	46 093	217	43 861
September	0	24 946	0	24 053
Sum	1 362	183 130	2 095	188 769

Tabell 2: Oversikt over antall flybevegelser i 1989 på Fornebu.

	SIVILE FLYBEVEGELSER							
	Rute				Charter			
	Utland		Innland		Utland		Innland	
	Avgang	Landing	Avgang	Landing	Avgang	Landing	Avgang	Landing
April	1 703	1 732	2 275	2 268	18	15	69	71
Mai	1 794	1 819	2 129	2 125	248	240	96	89
Juni	1 910	1 929	2 303	2 295	337	334	107	109
Juli	1 585	1 591	1 977	1 969	384	392	88	79
August	1 877	1 880	2 399	2 974	376	371	93	92
September	1 800	1 882	2 303	2 291	234	235	94	91
Sum	10 669	10 833	13 386	13 922	1 597	1 587	547	531



Figur 1: Målestasjoner ved Fornebu

- Luftkvalitet i punkter
- ▲ Luftkvalitet i områder (langs prikket linje)
- Måling av spredningsparametere og meteorologi

Meteorologiske parametere ble målt for å kartlegge spredningsforholdene rundt Fornebu. Følgende parametere ble målt i en 10 m høy mast på Oksenøya: Vindretning, vindstyrke, turbulens (horisontal), temperatur og temperaturdifferanse (10-2 m).

Vindretning, styrke og temperatur måles rutinemessig på Fornebu av Det norske meteorologiske institutt. Disse målingene er innhentet over lang tid og danner normalen slik at det kan bedømmes i hvilken grad sommeren 1989 avviker fra normalen når det gjelder spredningsforhold.

Måleprogrammet for luftkvalitet omfattet parameterene fra alle hovedkildetyper: fly, biler, oljefyring.

Det ble satt opp tre stasjoner for punktmåling av luftkvalitet villabebyggelse (Lilløyveien), villabebyggelse belastet med biltrafikk (Strandalléen) og terminalområdet (Martin Lingesvei). I tillegg til dette var det en målestasjon (med DOAS-instrument) som kartla konsentrasjonene langs to måle-løyper på selve flyplassen, den ene langs øst/vest-rullebanen, det andre gikk over rullebanen og terminalbygningen til taket på Fjellanger Widerøe A/S, (se figur 1).

NO_x , NO, NO_2 , CO, SO_2 og O_3 ble målt med kontinuerlig registrerende instrumenter. Fra disse rapporteres timesmiddelverdier. Det ble også foretatt målinger av sot (24-timers middelverdier), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (døgnprøver hver 8. dag), og støvprøver (døgnprøver hver 8. dag). Det ble også tatt prøver av hydrokarboner på stikkprøvebasis, på forskjellige steder.

Datatilgjengeligheten har stort sett vært utmerket, men det var problemer med å få DOAS-instrumentet til å måle stabilt.

Datatilgjengeligheten er vist i tabell 3 for luftkvalitet og tabell 4 for meteorologi.

Tabell 3: Datatilgjengelighet for luftkvalitet. Tallene er i % av antall mulige målinger i hver måned.

Parameter	Stasjon	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	START		
									Dag	Mnd	K1
									Dag	Mnd	K1
SO ₂	Terminalen	88,3	83,2	71,8	89,0	79,8	65,6	53,5	010401		191006
	Rullebanen	78,5	79,6	80,4	49,9	87,6	65,4	51,5	010401		191006
	Lilleøyveien	8,1	99,5	99,6	99,9	75,0	99,7	30,6	280415		101013
NO ₂	Terminalen	88,3	94,9	87,9	98,3	89,9	66,1	52,8	010401		191006
	Rullebanen	87,9	87,4	91,1	66,4	90,6	66,7	53,0	010401		191006
	Martin Lingesvei	54,3	99,5	99,4	99,9	99,3	99,7	30,0	140417		101013
	Strandalleen	54,0	99,5	99,3	99,7	99,2	89,4	30,4	140417		101014
	Lilleøyveien	41,5	99,5	99,6	99,9	99,2	99,7	30,6	180412		101013
NO _x	Martin Lingesvei	54,3	99,5	99,4	99,9	99,3	99,7	30,0	140417		101013
	Strandalleen	54,0	99,5	99,3	99,7	99,2	89,4	30,4	140417		101014
	Lilleøyveien	41,5	99,5	99,6	99,9	99,2	99,7	30,6	180412		101013
NO	Martin Lingesvei	54,3	99,5	99,4	99,9	99,3	99,7	30,0	140417		101013
	Strandalleen	54,0	99,5	99,3	99,7	99,2	95,3	30,4	140417		101014
	Lilleøyveien	41,5	99,5	99,6	99,9	99,2	99,7	30,6	180412		101013
O ₃	Terminalen	87,8	62,1	84,4	99,9	91,8	73,6	51,9	010401		191006
	Rullebanen	58,1	66,3	82,1	41,7	87,6	71,8	48,7	010401		191006
CO	Martin Lingesvei	41,3	99,5	99,6	99,9	99,3	99,7	30,0	180415		101013

Tabell 4: Datatilgjengelighet for meteorologi. Tallene er i % av antall mulige målinger i hver måned.

Parameter	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	START		
								Dag	Mnd	K1
								Dag	Mnd	K1
Temperatur 10 m	14,6	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	17,5	260416		061010
Temperaturdiff. 10-2m	14,6	100,0	98,6	100,0	99,9	100,0	17,5	260416		061010
Vindretning 10 m	14,6	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	17,5	260416		061010
Vindstyrke 10 m	14,6	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	17,5	260416		061010
Horisontal turb.SIG K+L	14,6	99,2	99,6	98,9	98,9	98,3	17,1	260416		061009
Horisontal turb.SIG K	14,6	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	17,5	260416		061010

4 METEOROLOGI

Spredningsforholdene på Fornebu i denne perioden var karakterisert av solgangsbris med gode spredningsforhold om dagen og dårlige om natten.

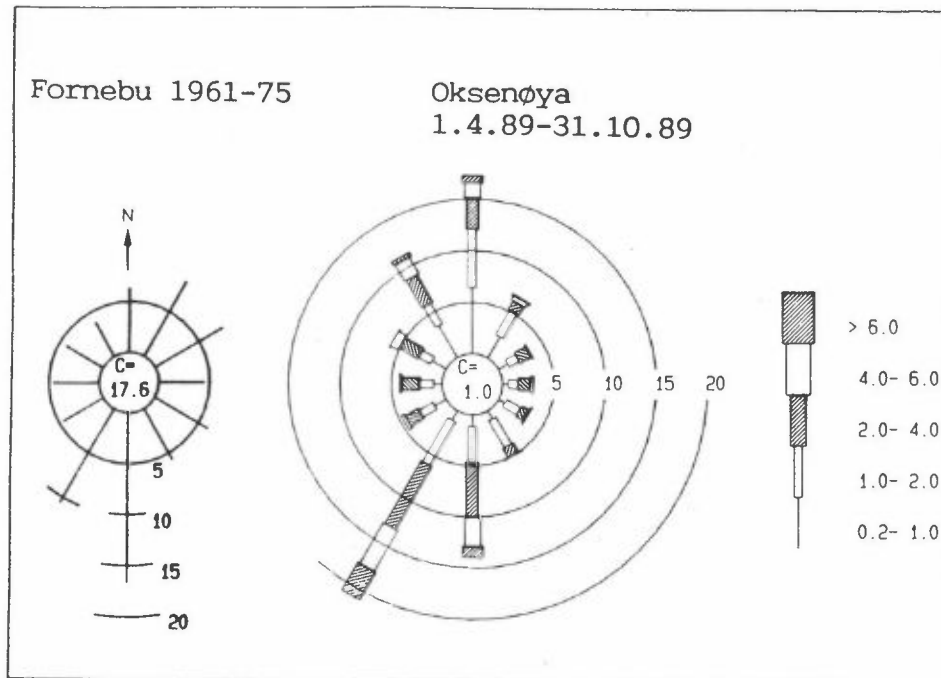
Solgangsbris i Oslo-området karakteriseres ved vind fra sør-sørvest om dagen med relativt sterk vindstyrke. Dette kommer av at solstrålingen treffer bakken, varmer denne opp. Land varmes fortere opp enn sjø, slik at luftmassene over land stiger og trekker luftmassene som befinner seg over sjø inn over land. Om natten er det motsatt, med større varmetap fra bakken enn fra sjøen. Luften over land blir avkjølt og tyngre og siger ut mot sjøen. Karakteristiske vindforhold om natta er nordlig svak vind.

Hyppigheten av solgangsbrisen øker fra vår til sommer, og avtar utover høsten. Den midlere vindstyrke hadde i hele perioden et markant maksimum i mest fremherskende vindretning (sør og sør-sørvest). Den midlere vindstyrken i disse to sektorene var 3-3,5 m/s. Den midlere vindstyrke i de andre sektorene var ca. 2 m/s.

Den horisontale turbulensen (som er viktig for spredning i horisontal-planet) uttrykkes ved standardavviket av vindretning midlet over en time. Den relative turbulensen (definert ved standardavviket dividert på vindstyrke) på Fornebu i perioden var høy. Den varierte mellom 25° og 43° . Den laveste relative turbulensen var forbundet med sterk vind. Vind som kommer fra sjøen har lavere relativ turbulens enn vind som kommer over land (vest).

Temperaturen for Fornebu hadde et midlere minimum ($10,6^{\circ}\text{C}$) kl. 0400 om morgenen (normaltid), og midlere maksimum kl. 1500 ($17,8^{\circ}\text{C}$).

Vindrosen for Fornebu 1.4.-31.10.89 (figur 2) skiller seg ikke vesentlig ut fra 15-års normalen for april-oktober 1961-1975. Det var litt mer vind fra sør-sørvest og nord enn "normalt".



Figur 2: Vindroser målt på Oslo lufthavn Fornebu 1.4.-31.10.89 og 15-års normalen 1961-1975.

5 LUFTKVALITET

5.1 MÅLESTASJONER

Luftkvaliteten ble målt på følgende stasjoner (se figur 1):

Martin Lingesvei:

Denne stasjonen var belastet av mange kilder, plassert nær vei og nær terminal/flystripe. Følgende parametere ble målt: CO, NO, NO_x, NO₂, PAH, hydrokarboner, sot og nedfall. Stasjonen stod ikke på det antatt mest belastede stedet, som er på

bilsiden av terminalen under "halvtaket". Stasjonen var plassert på en skrent, ca. 4 m over gatenivå.

Strandalléen:

Denne stasjonen var plassert ut mot Holtekilen i Høvik området, nær Strand restaurant. Stasjonen ble i liten grad belastet fra flyplassen, men den ble belastet fra E18, Snarøyveien og charterterminalen. Her ble målt NO, NO_x, NO₂, sot, PAH, og nedfall.

Lilløyveien:

Den tredje stasjonen var plassert på Polhøgda. Denne stasjonen lå nesten under inn/utflygingssektoren, og ble belastet fra E18 og Lysaker på den ene siden og flyplassen/Snarøyveien på den andre. Her ble målt NO_x, NO, NO₂, SO₂, sot, PAH, støv og nedfall.

"Rullebanen"/"Terminalen":

I tillegg til dette ble det satt opp en stasjon inne på flyplassområdet, som målte middelkonsentrasjonen langs to løyper (se figur 1). Måleinstrumentet (DOAS) målte NO₂, O₃ og SO₂. Den ene strekningen var ca. 2 000 m lang og gikk langs rullebanen (06/24). Den andre var ca. 1 000 m lang og gikk på tvers av rullebanen (06/24) over terminalbygningen og til taket på Fjellanger-Widerøebygget.

5.2 BELASTNINGEN AV NITROGENOKSIDER (NO_x) PÅ OSLO LUFTHAVN FORNEBU

Tabell 5 gir en oversikt over middelkonsentrasjonen og hyppigheten av høye konsentrasjoner av NO₂, NO og ozon på de forskjellige målestasjonene.

Middelkonsentrasjonene var lave og anbefalte grenseverdier ble ikke overskredet ved noen av stasjonene i måleperioden, bortsett fra ozonkonsentrasjonen ved rullebanen. Dette er et regionalt fenomen. Målingene viste at NO_x-belastningen er størst

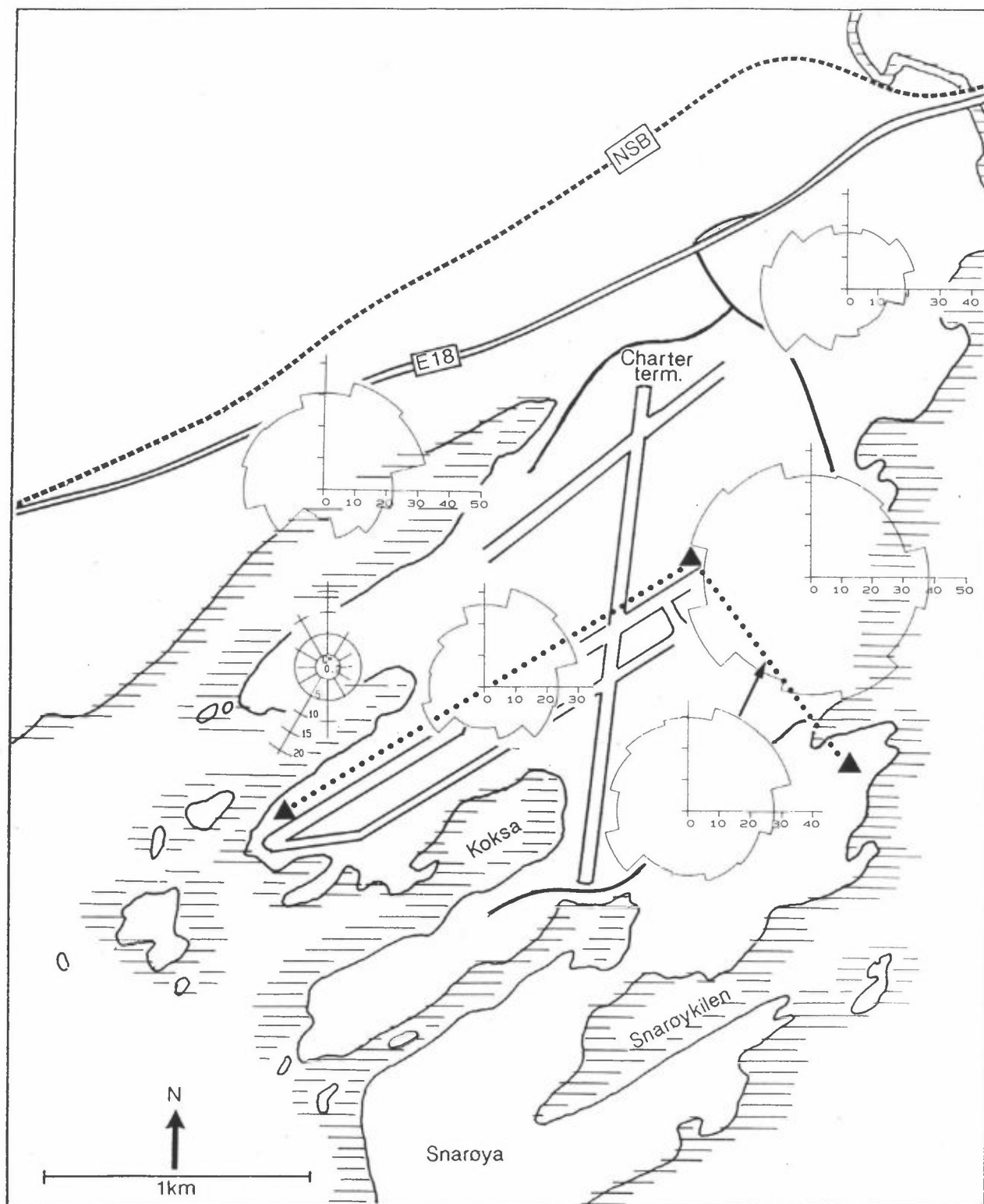
langs E18, Snarøyveien (avkjøringen til E18) og ved hovedterminalen.

Tabell 5: Middelkonsentrasjonen, varighet og hyppighet av NO₂, NO og ozonkonsentrasjonen målt på Fornebu, april-oktober 1989.

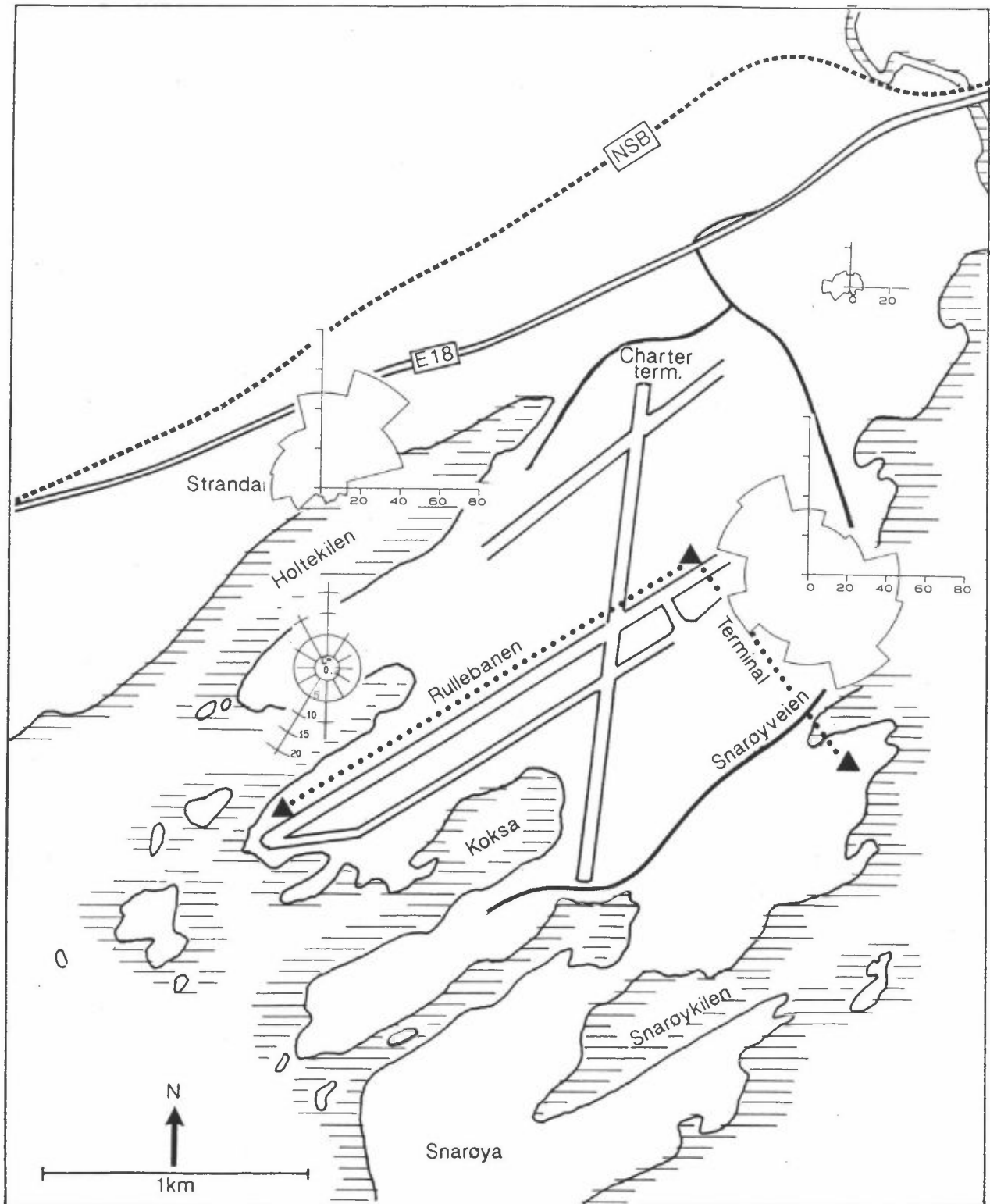
Stasjon	Middelverdi µg/m ³	Høyeste døgnmiddel µg/m ³	Antall døgn	Antall døgn over:			Antall timer	Høyeste timemiddel µg/m ³	Antall timer	
				>50	>100	>150			>100	>200
NO ₂										
Strandalleen	21,7	40	178	0	0	0	4452	106,6	3	0
Martin Lingesvei	35,8	59	179	13	0	0	4228	120,4	6	0
Lilløyveien	20,2	44,3	175	0	0	0	4141	89,8	0	0
Rullebanen	22,5	53,3	174	2	0	0	3944	117,0	4	0
Terminal	28,0	63,6	182	9	0	0	4202	126,0	25	0
NO										
Strandalleen	24,9	140,2	178	22	6	0	4194	530,1	310	105
Martin Lingesvei	41,7	137,2	179	48	3	0	4228	368,4	455	29
Lilløyveien	6,7	39,9	175	0	0	0	4141	241,6	19	1
Ozon										
Rullebanen	47,4	96,6	178	84	0	0	4009	130	26	0
Terminal	47,5	79,6	150	74	0	0	3311	105	1	0

Figur 3a, b, c og d viser middelkonsentrasjoner som funksjon av vindretning (30⁰-sektorer). Dette viser i hvilken retning kildene som belaster målestasjonene ligger.

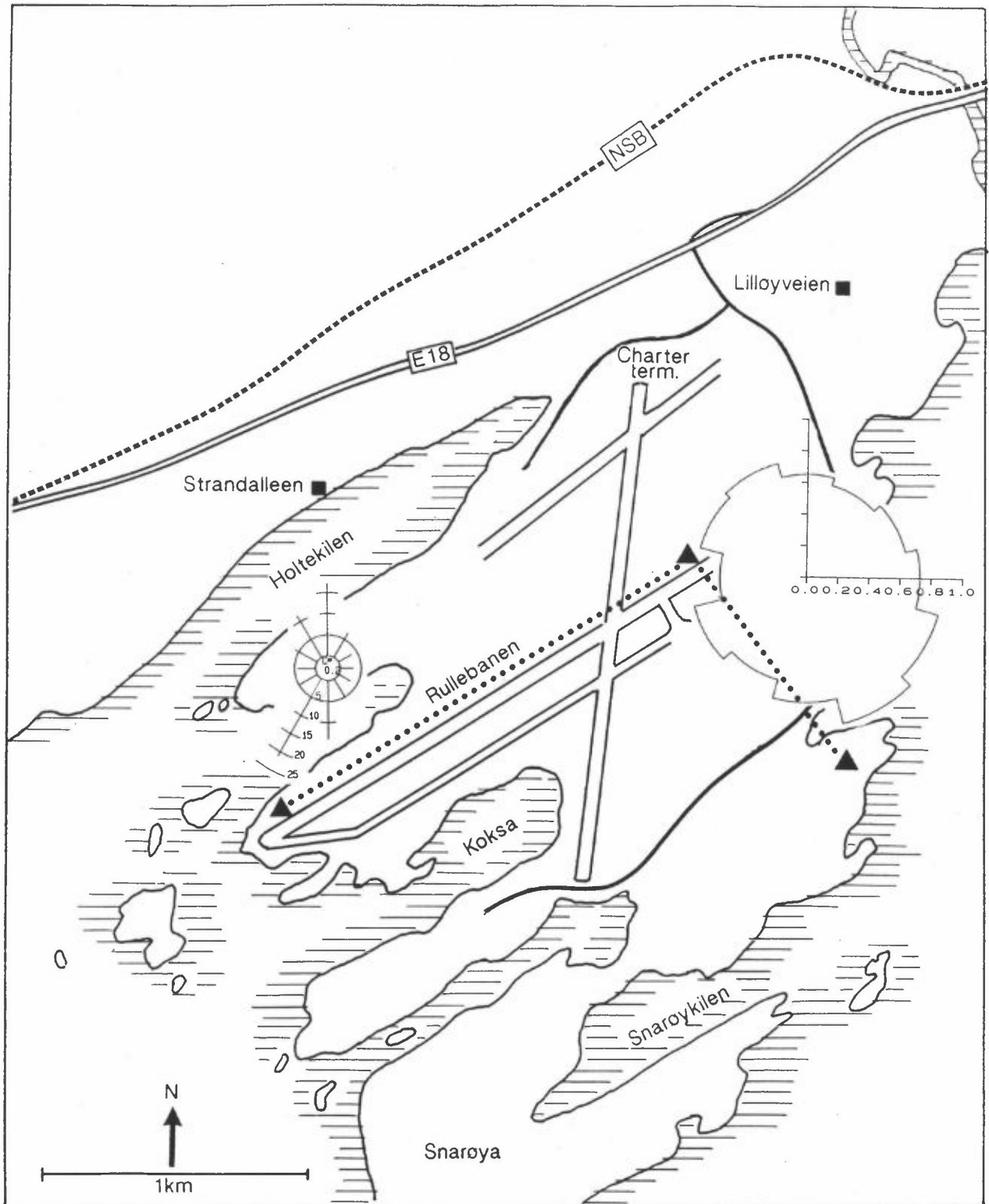
På Strandalleen viser målingene at den største NO_x-belastningen kommer ved vind fra sektoren mellom nordøst og nordvest, dvs. fra E18. Hvis en sammenligner disse målingene med Lilløyveien, må kilden(e) ligge mellom disse målestasjonene. Chartertrafikken med terminal og parkeringsplass ligger i sektoren men Snarøyveien er sannsynligvis de største enkeltkilden.



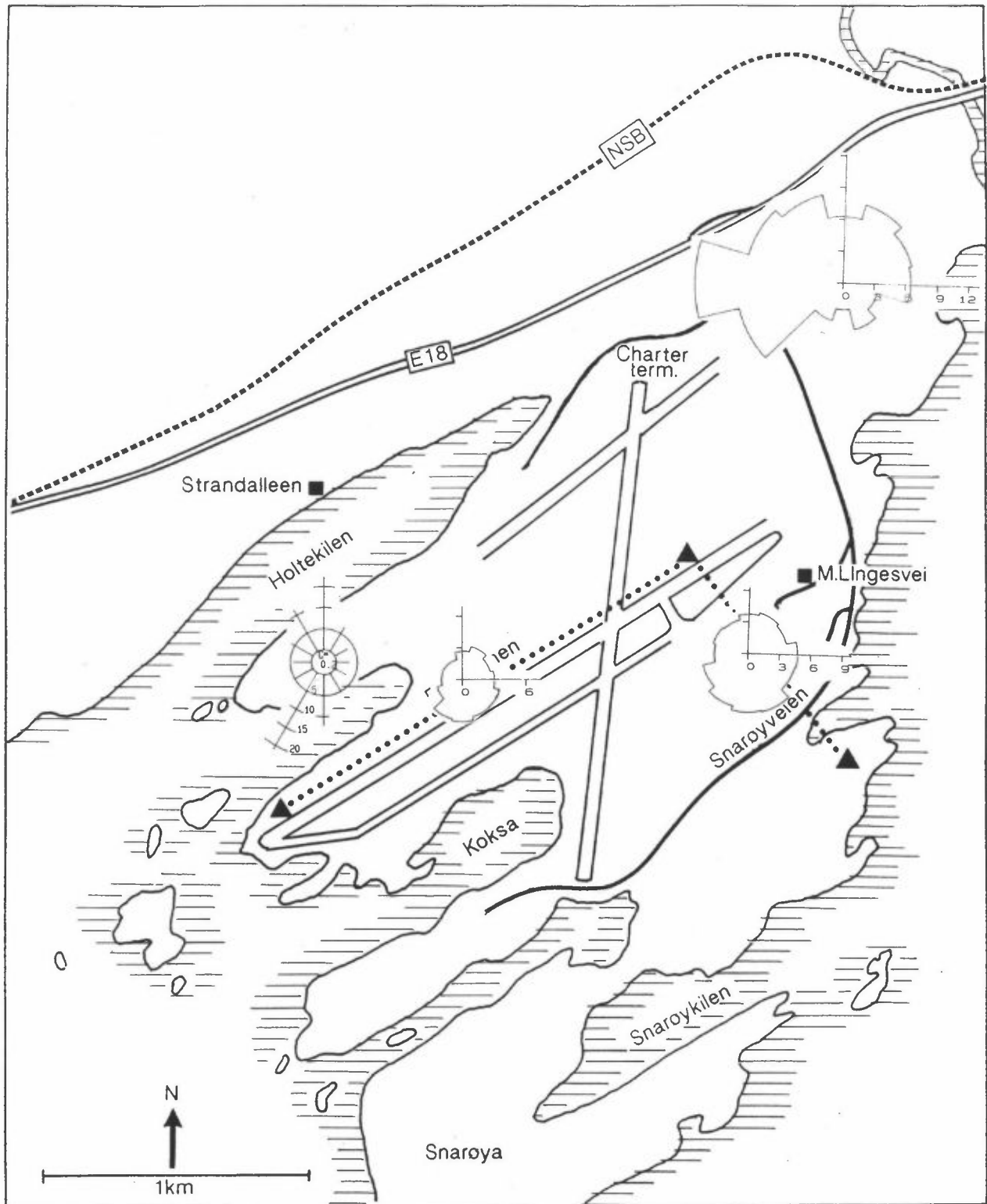
Figur 3a: Middelkonsentrasjon av NO₂ (μg/m³) som funksjon av retning på de 5 målestasjonene. Måleperiode april-oktober 1989.



Figur 3b: Middelkonsentrasjon av NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) som funksjon av retning på 3 målestasjoner. Måleperiode april-oktober 1989.



Figur 3c: Middelkonsentrasjon av CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) som funksjon av retning i M. Lingesvei. Måleperiode april-oktober 1989.



Figur 3d: Middelkonsentrasjon av SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) som funksjon av retning på 3 stasjoner. Måleperiode april-oktober 1989.

Målingene viser at området ved hovedterminalen antagelig er det mest belastede stedet på flyplassen. Målestasjonen Martin Lingesvei har en jevn NO_2 -belastning fra alle vindretninger. NO -konsentrasjonen viser klare bidrag fra Martin Lingesvei og rullebanen (06/24). Målinger av middelkonsentrasjonen tatt over taket på terminalen viser at det er størst forurensning på bilsiden av terminalen. Flysiden av terminalen belaster også, men ikke i like stor grad. Middelkonsentrasjonene inne på flyplassområdet er først og fremst en følge av flytrafikken, og vinder langs hovedrullebanen gir størst belastning.

5.3 MÅLINGER AV KARBONMONOKSID (CO)

CO ble bare målt nær Martin Lingesvei ved hovedterminalbygningen. CO -konsentrasjonen var lav i måleperioden. Stasjonen var ikke mer belastet i én retning enn i en annen. CO -konsentrasjonen har vært målt tidligere på terminalområdet. Disse målingene ble foretatt foran terminalbygningen en uke om vinteren 1977 (Larssen, 1977). Målingene viste at i alle de 7 måledagene ble grenseverdiene overskredet. Sammenligning med de tidligere målingene tyder på at høy belastning av CO forekommer svært lokalt, under halvtaket på terminalen.

5.4 MÅLINGER AV SVOVELDIOKSID (SO_2)

Det ble målt svoveldioksid på tre steder, Lilløyveien på Polhøgda og langs måle-løypene inne på flyplassområdet. Middeler verdien på alle stasjonene var lav. Det var større belastning på Lilløyveien enn inne på flyplassområdet. Dette stemmer overens med utslippskartleggingen. Biler slipper ut litt SO_2 og Lilløyveien er belastet med hovedsakelig bilutslipp.

5.5 SOTBELASTNINGEN I FORNEBU-OMRÅDET

Sotmengden ble bestemt ved å måle sverting på filtre. Dette gir et uttrykk for mengden av sotpartikler. Disse analysene ble gjort for hver dag på tre stasjoner. Tabell 6 viser middelveier, maksimumsverdier og antall dager med høyere belastning enn $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 6: Sotverdier på Oslo lufthavn Fornebu i måleperioden. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Strandalleen			Lilløyveien			Martin Lingesvei		
	Middel	>20	max	Middel	>20	max	Middel	>20	max
April	4,5	0	6,4	4,3	0	6,3	9,5	0	19,0
Mai	3,6	0	9,3	4,1	0	10,1	10,4	1	23,3
Juni	4,4	0	9,1	5,2	0	11,2	13,6	4	24,7
Juli	4,1	0	9,2	3,8	0	8,2	11,7	1	20,3
Aug.	5,6	0	16,5	8,1	0	10,2	15,6	7	25,0
Sept.	11,8	2	26,3	9,8	2	23,2	21,8	16	46,8
Perioden	5,7	2	26,3	5,9	2	23,2	13,9	29	46,8

Målingene viser at belastningen av sot i området er lav. Konsentrasjonen av sot i Oslo sentrum, bl.a. på St. Olavs plass er ca. dobbelt så høy som ved Martin Lingesvei.

Sotbelastningen fra fly er liten, fordi det generelle nivået på målestasjonene er lavt.

5.6 POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)

I måleperioden ble det foretatt 72 analyser av PAH-stoffer (døgnmiddelveier). Resultatene er vist i tabell 7. PAH er en fellesbetegnelse på mer enn 100 forskjellige stoffer, fra naftalen til koronen. Prøvene ble analysert på 33 forskjellige komponenter. Det ble tatt prøver både av partikkelfasen og gassfasen. PAH-prøvene ble tatt hver 8. dag på tre stasjoner.

Stasjonene var Lilløyveien, Martin Lingesvei og Strandalleen. En del av PAH-komponentene er klassifisert som kreftfremkallende.

Tabell 7: Måleverdiene av PAH (ng/m³).

Dato	Martin Lingesvei		Strandalleen		Lilløyveien	
	Filter	Gass	Filter	Gass	Filter	Gass
28.-29.4.89	7,1	27,5	0,2	61,4	0,23	21,5
6.-7.5.89		49,6	1,1	39,8	0,14	19,4
14.-15.5.89	0,16	46,2		27,0		26,5
22.-23.5.89	2,6	102,0		73,0	0,87	44,5
30.-31.5.89	0,12	66,1		28,3		79,6
7.-8.6.89	0,85	86,4				
15.-16.6.89		100,0	2,2			41,6
23.-24.6.89		43,9				402,0*
1.-2.7.89		48,2		35,6		18,8
9.-10.7.89		49,1		32,1		26,2
17.-18.7.89		21,6		12,0		10,8
25.-26.7.89		38,6		55,0		59,4
2.-3.8.89		65,3		33,7		
10.-11.8.89		51,9		12,2		11,4
18.-19.8.89		38,0		29,7		27,5
26.-27.8.89		42,3		32,7		22,4
4.-5.9.89				51,2		42,5
12.-13.9.89		156,0				77,3
20.-21.9.89		38,0		11,4		29,1
28.-29.9.89		159,0		107,0		54,3
		64,7		40,1		36,0

* Denne prøven er ikke tatt med i middelveiden da den er sterkt påvirket av St. Hansaften.

Prøvene ved Fornebu var alle vært svært lave. Den høyeste verdien var 402 ng/m³ ved Lilleøyveien den 23.-24.6.89. Det er trolig at denne relativt høye verdien skyldes bålbrekking St. Hansaften. Det gjennomgående trekket med analysene er at det var lite eller ikke kvantifiserbare verdier i partikkel-fasen. Det var 4 av 72 prøver der det var mulig å identifisere benzo(a)pyrene, som regnes som kreftfremkallende. Verdiene ble stort sett funnet på de lettere PAH-ene. Middelveidene for de tre stasjonene er vist i tabell 8.

Tabell 8: Middelerverdi av PAH på tre stasjoner.

Martin Lingesvei	64,7 ng/m ³
Strandalleen	40,1 ng/m ³
Lilløyveien	36,0 ng/m ³

PAH-belastningen i området var liten, og av liten forureningsmessig betydning.

5.7 HYDROKARBONER

Det ble målt hydrokarboner på Fornebu for å forsøke å finne en komponent eller en serie komponenter som kunne brukes som sporstoff for flytrafikken. Det ble tatt 5 prøver som innbyrdes ble analysert på hydrokarboner med karbontall fra 2 til og med 16. Disse analysene viste svært lave nivåer av de tunge hydrokarbonene. Resten av prøvene ble derfor analysert bare for lette hydrokarboner (karbontall 2-8).

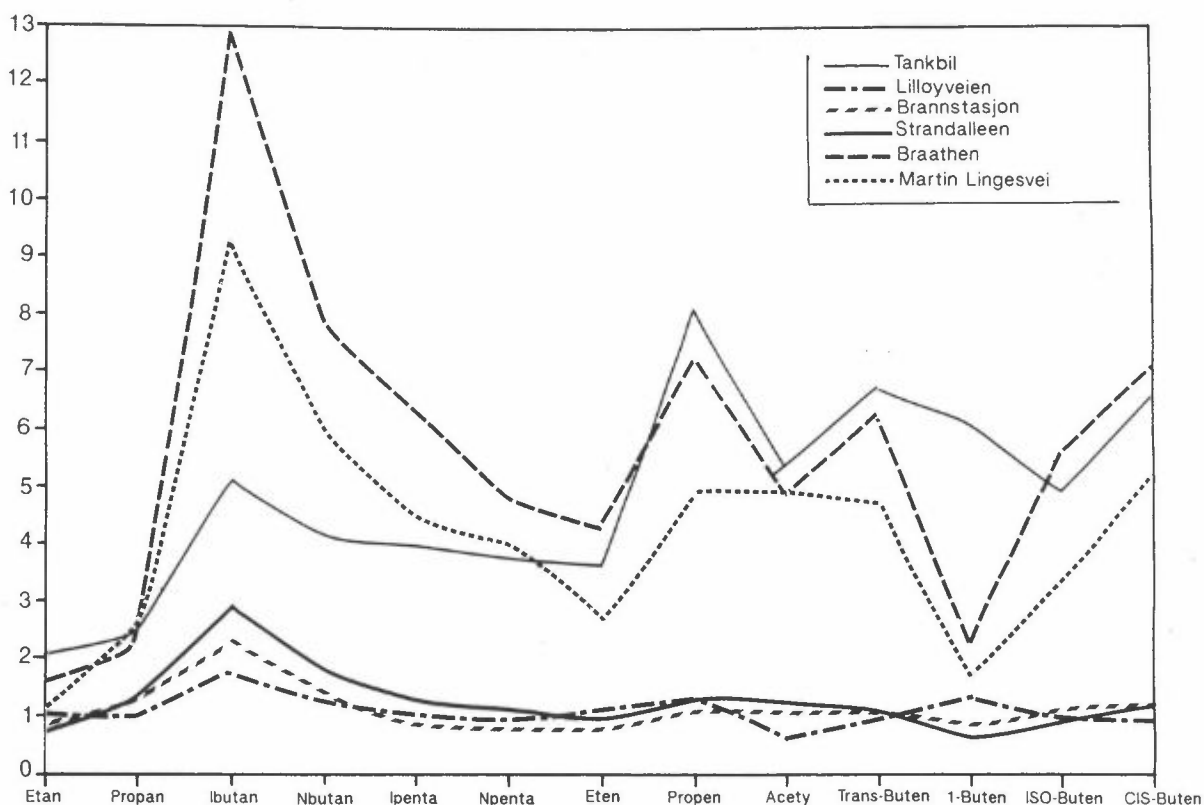
Det ble analysert 26 øyeblikksprøver for lette hydrokarboner. Prøvene ble bearbeidet for å forsøke å skille biltrafikk og flytrafikk. Dette viste seg vanskelig, men det er imidlertid fremkommet at bileksos inneholder mer umettede forbindelser enn flyeksos. Dette skyldes at forbrenningen i en jetmotor er bedre enn i en bilmotor. Forsøket førte ikke til at det ble funnet et sporstoff eller fingeravtrykk for flyutslipp. Målingene er gjengitt i tabell 9 og figur 4.

Tabell 9: Hydrokarbon-prøver tatt på Fornebu.

		Etan	Eten	Propan	Propen	I-butan	Acetylen	N-butan
Martin	29.09.89	2 835	16 598	4 884	3 686	13 967	15 102	25 785
Lingesvei	29.08.89	3 625	11 084	1 650	2 145	4 363	11 741	10 670
	25.07.89	1 256	4 972	1 286	1 368	4 003	3 604	8 748
	04.09.89	6 755	10 446	4 526	1 717	5 191	3 837	11 912
Strandaileen	25.07.89	897	564	866	143	1 563	596	3 105
	29.08.89	1 372	1 416	626	291	1 230	1 149	2 780
	29.09.89	2 173	5 741	2 535	1 120	4 580	5 212	7 996
	04.09.89	5 051	6 918	1 741	868	1 417	1 563	3 762
Bakgrunn	25.07.89	1 241	2 135	1 377	555	1 062	5 071	5 138
(Snarøya)	29.08.89	2 725	3 117	529	406	213	657	714
	29.09.89	1 527	5 461	269	122	1 334	1 388	3 282
	04.04.89	2 549	292	1 997	49	364	952	723
Braathen-	25.07.89	3 386	25 970	3 421	5 091	23 292	15 885	50 273
bygget	04.09.89	9 253	15 191	3 068	2 480	3 333	4 240	8 087
	29.08.89	2 949	16 369	1 252	3 837	6 498	7 904	8 459
	29.09.89	2 591	7 959	2 481	1 738	5 339	5 890	8 231
Brannstasjon	29.08.89	3 077	4 815	734	763	546	2 178	1 509
	04.04.89	2 634	916	2 429	201	1 324	1 542	2 788
	29.08.89	1 980	3 108	1 460	516	3 050	1 917	5 644
Lilleøyveien	25.07.89	856	634	706	157	1 399	575	3 007
	04.09.89	5 439	7 630	1 794	998	1 269	1 497	3 279
Tankbil	04.09.89	6 135	14 196	3 016	3 672	3 770	9 356	9 918
(jetfuel)								
Bak 4 fly	04.04.89	2 676	2 106	2 179	404	606	1 884	1 261
E18	04.04.89	4 493	22 436	7 729	5 160	22 536	25 453	48 076
Terminal (bilsiden)								
	04.04.89	4 585	12 433	5 839	2 743	15 411	10 126	32 771

Tabell 9, forts.

		Trans-buten	I-buten	Iso-buten	Cis-buten	I-pentan	N-pentan
Martin	29.09.89	1 172	1 327	1 280	950	12 327	5 441
Lingesvei	29.08.89	506	1 622	842	372	7 022	2 826
	25.07.89	323	415	631	291	5 464	1 505
	04.09.89	517	3 133	661	355	6 432	2 404
Strandalleen	25.07.89	63	86	193	57	1 808	527
	29.08.89	105	299	179	95	1 593	593
	29.09.89	273	669	433	197	3 802	1 639
	04.09.89	168	2 149	383	101	1 782	769
Bakgrunn	25.07.89	171	214	406	130	3 558	1 273
(Snarøya)	29.08.89	92	1 039	196	63	247	154
	29.09.89	170	217	164	186	4 033	1 783
	04.04.89	0	0	53	0	230	132
Braathen- bygget	25.07.89	1 972	2 080	2 809	1 633	29 399	7 891
	04.09.89	525	4 569	731	320	4 097	1 907
	29.08.89	527	1 217	1 315	444	6 282	2 459
	29.09.89	322	740	757	253	4 141	1 908
Brannstasjon	29.08.89	144	1 205	326	87	924	396
	04.04.89	84	84	118	79	922	381
	29.08.89	215	556	243	156	2 490	1 021
Lilleøyveien	25.07.89	73	100	171	72	1 875	664
	04.09.89	188	2 524	346	111	1 591	735
Tankbil (jetfuel)	04.09.89	900	5 927	1 255	621	6 938	2 790
Bak 4 fly	04.04.89	0	143	158	0	476	211
E18	04.04.89	1 701	1 475	1 879	1 515	16 072	5 114
Terminal (bilsiden)	04.04.89	1 122	894	1 150	1 027	11 967	3 846



Figur 4: Oversikt over konsentrasjoner av hydrokarboner på målestedene på Fornebu. Midlet over alle prøvene tatt på ett sted, fratrukket bakgrunn.

5.8 NEDFALL AV PARTIKLER OG "OLJEDRÅPER"

Det har over lang tid kommet inn klager på luftforurensning i Fornebu-området. Disse har i hovedsak gått på lukt og et sort klebrig nedfall. Dette nedfallet ble forsøkt kvantifisert ved å utplassere glassplater som ble belagt med et klebrig belegg for å fange opp nedfallet.

Det ble eksponert 36 prøver. Prøvene hadde forskjellig eksponeringstid. De fleste prøvene ble eksponert i 24 timer.

Det ble funnet rester etter forbrenning på alle prøvene (karbonpartikler). Disse kan imidlertid ikke tilbakeføres til flytrafikken. Det ble funnet oljelignende partikler ("oljedråper") med sotinnhold på 13 av prøvene. Det var få partikler av denne

typen på platene. Disse partiklene har antagelig inneholdt lette hydrokarboner som så har fordampet. Det som blir igjen er de tunge hydrokarbonene. Ved langtidseksponering kan det dannes klebrige overflater på ting som dette avsetter seg på, som båter, biler, hagemøbler etc.

Plater ble eksponert ved enden av rullebanen, for om mulig å kunne identifisere disse partiklene til utslipp fra fly. Det var slike "oljedråper" på noen av platene og på andre ikke. Dette antyder at oljedråpene kan kobles til flytrafikken. Muligens er slikt nedfall bare knyttet til enkelte flytyper. Denne undersøkelsen var ikke omfattende nok til å klargjøre dette.

5.9 STØVMÅLINGER

Svevestøvmålinger ble foretatt på Lilløyveien, Strandalleen og Martin Lingesvei. Disse foreligger som døgnmiddelverdier for hvert døgn.

Tabell 10: Middelerdi av svevestøv på Fornebu, april-oktober 1989, enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Lilløyveien	28,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Strandalleen	26,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Martin Lingesvei	45,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

5.10 MÅLINGENE PÅ FORNEBU SETT I RELASJON TIL ANDRE MÅLINGER I OSLO-OMRÅDET

Forurensningsnivået ved Fornebu er sammenlignet med resultater fra målinger utført i Oslo i sammenlignbare perioder. Målinger er utført i St. Olavs gate, med en årsdøgntrafikk (ÅDT) på ca.

15 000, og på en referansestasjon plassert i takhøyde midt i et kvartal i Oslo sentrum (kalt Ref. Oslo sentrum).

På disse stasjoner ble målinger utført somrene 1980-84. Her er 1984 brukt som sammenligningsgrunnlag. Også vintermålingene i 1984 er gjengitt. Tabell 11 gir en oversikt over de tre største verdiene og gjennomsnittsverdiene i Oslo sentrum og på Fornebu.

Tabell 11: Oversikt over luftkvalitet på Fornebu 1989 og Oslo sentrum 1984.

	CO mg/m ³ time				NO _x µg/m ³ døgn				Sot µg/m ³ døgn				SO ₂ µg/m ³ døgn				Støv µg/m ³ døgn	PAH ng/m ³
	Mid- del	3 største verdier			Mid- del	3 største verdier			Mid- del	3 største verdier			Mid- del	3 største verdier				
SOMMER																		
St. Olavs gate*	5,0	8,0	7,5	6,4	243	394	377	373	43	71	60	57	15	35	24	23	96	87
Ref. Oslo sentrum*	0,6	1,6	1,3	1,0	33	102	80	59	13	28	25	22	10	41	24	17	50	87
Lilløyveien					36	83	80	76	9,0	10	10	10	1,7	3,8	3,7	3,4	23,9	37,8
Strandalléen					79	219	207	206	8,7	17	11	10					23,3	39,7
M. Lingesvei	0,9	3,7	3,6	3,4	111	206	194	180	18,7	25	23	23					42,6	78,6
Terminal													4,3	13,0	11,6	10,4		
Rullebanen													3,0	8,4	7,7	7,0		
VINTER																		
Ref. Oslo sentrum*	11,6	16,4	10,5	7,9	243	394	377	373	28,0	110	64	58	44	87	84	81		
St. Olavs gate*	35,8	44,8	33,0	29,5	376	1020	873	860	58,5	145	136	126	42	130	84	75		

* Målinger utført i 1984.

Målingene av CO ved Martin Lingesvei viste høyere verdier enn Ref. Oslo sentrum, men lavere enn St. Olavs gate. I 1984 hadde begge disse stasjonene overskridelser av grenseverdien for CO om vinteren.

NO_x-verdiene på Fornebu var også litt høyere enn referansestasjonen i Oslo sentrum, men lavere enn St. Olavs gate. NO₂-konsentrasjonen på vinteren er vanligvis høyere enn grenseverdien hvert år på begge stasjonene i Oslo sentrum.

Sotbelastningen i Martin Lingesvei var høyere enn på Ref. Oslo sentrum, men lavere enn i St. Olavs gate. På de øvrige stasjoner var sotbelastningen lavere enn i Oslo sentrum. Sot-grenseverdiene overskrides også hver vinter i Oslo sentrum. Støvbelastningen og PAH-belastningen var omtrent halvparten så stor på Fornebu som i Oslo, bortsett fra Martin Lingesvei, der den var omtrent som i Oslo sentrum.

Målingene viser at anbefalte normer for luftkvalitet ikke ble overskredet i måleperioden. CO- og NO_x-nivået var noe høyere enn på referansestasjonen i Oslo sentrum (takhøyde midt i et kvartal). Fornebu har omtrent like stor belastning som Oslo sentrum. Det var lavere støv og PAH-konsentrasjoner (ca. 1/2-parten) på målestasjonene på Fornebu (bortsett fra Martin Lingesvei) enn i Oslo sentrum i 1984.

På bakgrunn av forholdet mellom sommer- og vintermålingene i Oslo sentrum (1984) og forholdet mellom sommerverdiene på Fornebu i 1989 og Oslo sentrum i 1984 er det sannsynlig at anbefalte normer for luftkvalitet for CO og NO₂ overskrides i vinterhalvåret.

6 BEREGNINGER

6.1 BAKGRUNNSVERDIER

Ved en beregning av denne typen vurderes bidraget fra de kildene som er med i beregningen. Det er imidlertid klart at hvis disse kildene tas bort fra området, vil det fremdeles være forurensninger i luften. Kommer luften over Fornebu fra Oslo sentrum, bidrar Oslo by til forurensningene på Fornebu. Andre viktige kilder til forurensning i området er langtransport av forurensninger og biltrafikk utenfor området. Bakgrunnskonsentrasjonen er altså et mål på hvor stor belastningen hadde vært uten de kildene det her er beregnet for. Bakgrunnskonsentrasjonen på Fornebu varierer i tid. Den er blant annet avhengig av vindretning, atmosfærisk stabilitet og tid på året. Ut fra

målingene utført på Fornebu kan denne bakgrunnskonsentrasjonen vurderes.

Den beste målestasjonen for vurdering av bakgrunnsbelastningen er Lilløyveien (figur 5). Denne stasjonen har svært få nærliggende kilder som er med i beregningene, mellom stasjonen og Oslo by. Middelkonsentrasjonen ved vind fra Oslo sentrum og Nesodden gir et estimat for bidraget fra Oslo by, se tabell 12.

Tabell 12: Oversikt over midlere bakgrunnskonsentrasjon målt på Lilløyveien ved Oslo lufthavn Fornebu sommeren 1989. "Lav" betegner middelkonsentrasjon ved vind fra Nesodden (vest). "Høy" betegner middelkonsentrasjonen ved vind fra Oslo sentrum (vest-nordvest).

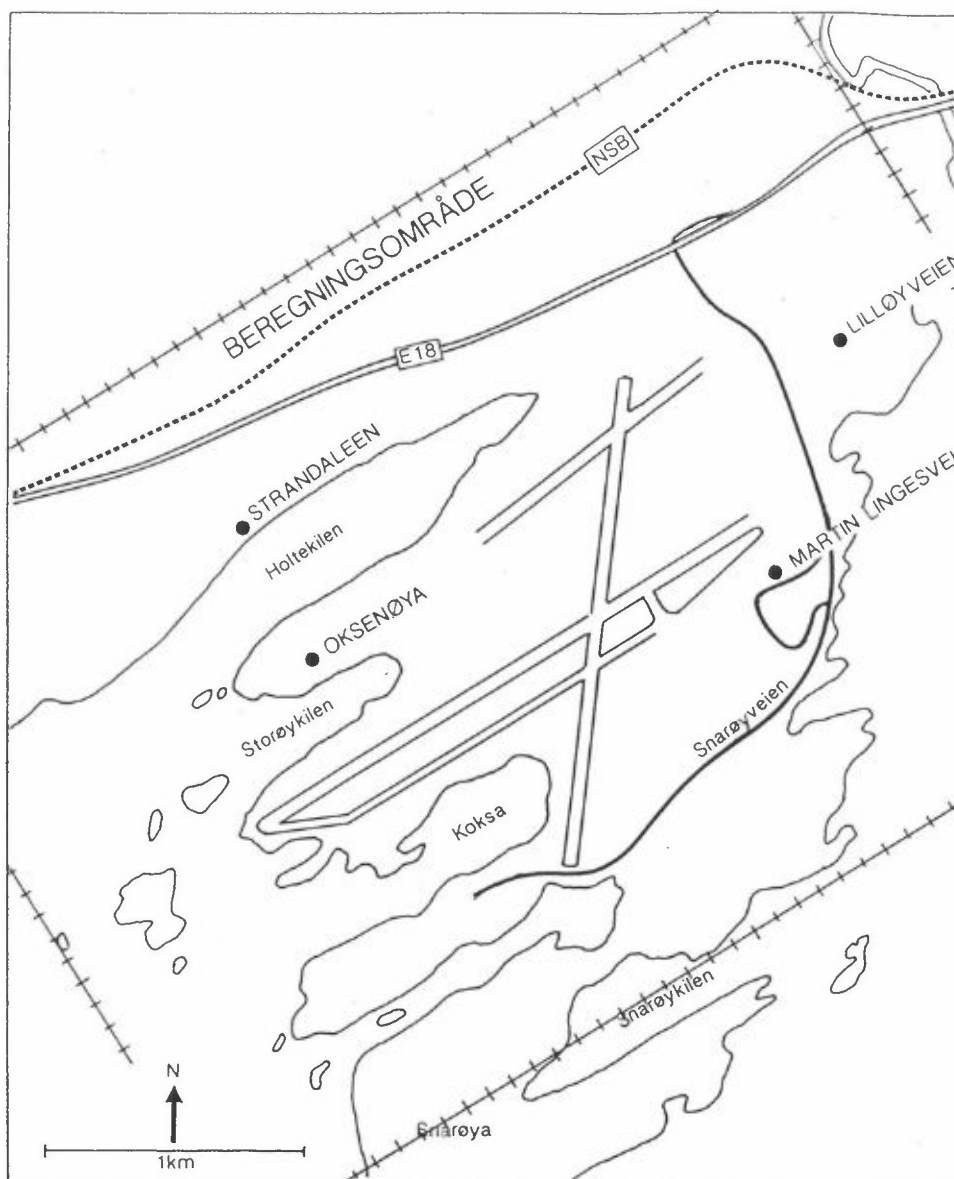
Stoff	NO ₂ (µg/m ³)		NO _x (µg/m ³ som NO ₂)		NO (µg/m ³)		CO (µg/m ³)
	lav	høy	lav	høy	lav	høy	lav
Konsentrasjon	14	22	20	33	5	7	700

6.2 UTSLIPPSOVERSIKT

6.2.1 Utslippsfaktorer

Biler

Grunnlaget for utslippsfaktorene for bil er data fra Norden (Larssen, 1990b). Utslippsfaktorene som er brukt i beregningene på Fornebu, er gjengitt i tabell 13.



Figur 5: Oversikt over beregningsområde og målestasjonene.

Tabell 13: Utslippsfaktorer for biltrafikk (Larssen, 1990b).
Enhet: g/km.

	Motorvei (E18)		Bytrafikk utenom sentrum	
	Bensin	Diesel	Bensin	Diesel
SO ₂	0,07	1,5	0,055	1,5
NO _x (som NO ₂)	3,2	15	2,5	15
CO	10	10	20	7
Partikler	0,15	1,0	0,15	1,0

Fly

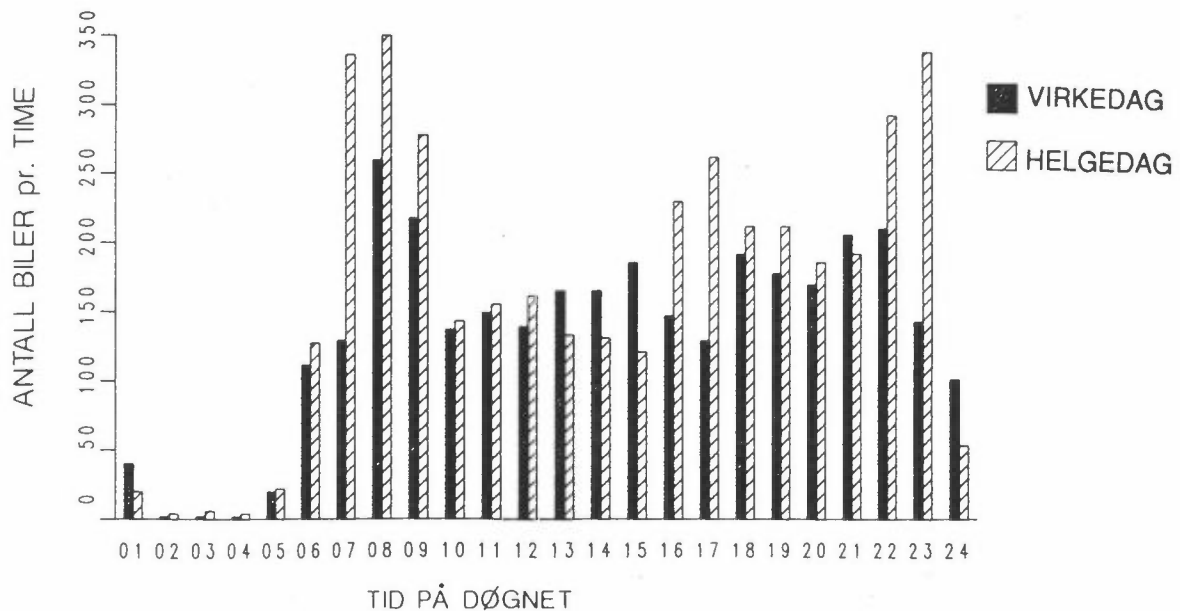
Utslippsfaktorer for fly bygges opp annerledes enn utslippsfaktorer for bil. Utslippsfaktorene er knyttet til bevegelsestyper og flytyper. Utslippsfaktorene kommer i hovedsak fra "Avgasemissioner - civil flygtrafik" (Westerberg, 1987) og "Handbook of emission factors, Part I, Non industrial sources" (Ministry of health and environmental protection, 1980). Utslippsfaktorene bygger på målinger utført av flyfabrikkene. Det er mange flytyper som trafikkerer Fornebu, men det er noen få flytyper som utgjør den vesentligste delen av trafikken. Det er tatt ut sju flytyper som enten er store eller trafikkerer lufthavnen ofte. Disse er behandlet spesielt. Disse sju flytypene utgjør 69% av flybevegelsene på Fornebu. De andre flytypene er delt inn i følgende klasser: To-motors jetfly, to-motors stempelmotor-fly, og enmotors stempelmotor-fly.

Utslipppet er svært avhengig av motorbelastningen. Utslippsfaktorene er derfor delt inn i tre; taksing, avgang og landing. Utslippsfaktorene omfatter fire forskjellige komponenter; karbonmonoksid (CO), hydrokarboner (HC), nitrogenoksider og partikler. Utslippsfaktorene er gjengitt i vedlegg A.

6.2.2 Trafikkgrunnlaget

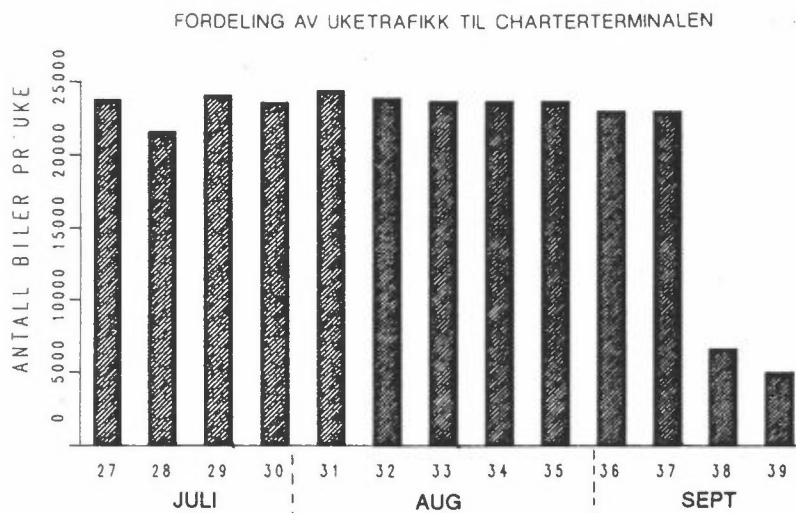
I forbindelse med planleggingen av storflyplass på Hurum har konsulentfirmaet Bruer IKB A/S foretatt en undersøkelse av trafikkmønsteret på og ved Fornebu. Det er foretatt trafikk-tellinger mange steder i området. Disse tellingene samt kontinuerlige tellinger i Snarøyveien og avkjørselen til charterterminalen er utført av Akershus Vegkontor og danner grunnlaget for beregning av bidraget fra biltrafikken med og uten chartertrafikk på Fornebu.

Figur 6 viser trafikkfordelingen på en typisk virkedag og helgedag for trafikk i Snarøyveien.



Figur 6: Oversikt over døgnlig trafikk i Snarøyveien for helgedager og yrkesdager. (Bruer IKB A/S, 1989).

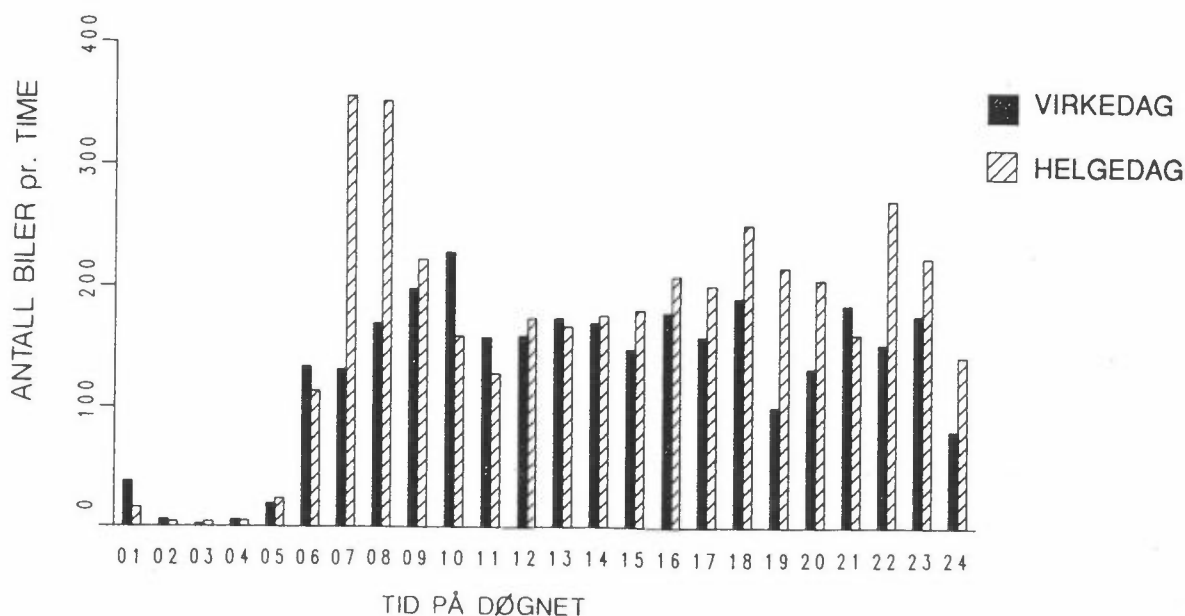
Figur 7 viser antall biler midlet over en uke til og fra charterterminalen fra uke 26 (slutten av juni) til uke 39 (september).



Figur 7: Oversikt over ukentlig biltrafikk inn til charterterminalen fra midten av juni til september. (Datagrunnlag: Trafikktellinger Akershus vegkontor).

Figuren viser at det var lite trafikk ved charterterminalen de to siste ukene i september. Dette kan skyldes omlegging av trafikken, eller at det var få charteravganger i disse to ukene.

Figur 8 viser døgnfordelingen for trafikk ved charterterminalen for helge- og yrkedager.



Figur 8: Døgnfordeling av trafikk ved charterterminalen for helge- og yrkedager. (Datagrunnlag: Trafikktellinger Akershus vegkontor).

Det er en tydelig topp tidlig på morgenen og sent på kvelden for helgedagene. Denne fordelingen skyldes at chartertrafikken har et mønster med mye trafikk i helgene. Det er størst trafikk i nærheten av helgene, med mest trafikk om kvelden og om morgenen.

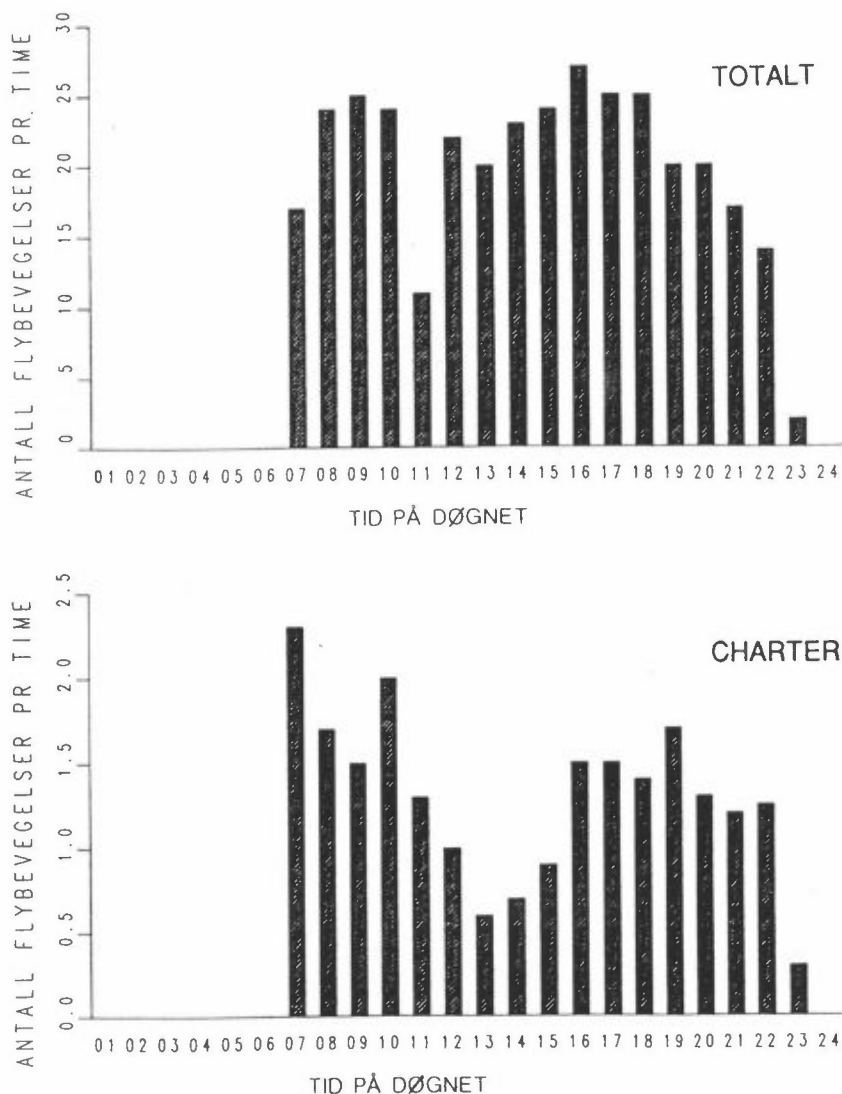
Trafikkgrunnlaget for fly er fra tårnjournalen. Denne inneholder alle flybevegelser fra april til og med oktober. For hver flybevegelse er det registrert flytype, klokkeslett,

rullebane, om det er landing eller avgang, om det er charterflyging eller en vanlig flyging. Datagrunnlaget er brukt til å lage en statistikk over hvilke flytyper som trafikkerte Fornebu i det aktuelle tidsrommet. Statistikken viser at tre flytyper står for 63% av trafikken på Fornebu. Dette er B737 med 28%, DC9 med 27% og MD80 med 8%. De resterende flygingene fordeler seg på en rekke andre flytyper (ca. 200 stk.).

Chartertrafikken stod for ca. 8,6% av flybevegelsene på Fornebu. En del av de chartrede flyene er småfly som gikk fra Fornebu også før chartertrafikken for øvrig ble overført fra Gardermoen. Disse er regnet med som chartertrafikkbelastning på Fornebu. Figur 9 viser den døgnlige fordelingen av de forskjellige flybevegelsene.

Figur 9 viser at chartertrafikken har en annen fordeling over døgnet enn den andre trafikken på Fornebu. Rutetrafikken har en relativt jevn fordeling i perioden 07-18. Det er avtagende trafikkbelastning fra kl. 18 til 23. Kl. 11 til 12 er belastningen liten.

Chartertrafikken har størst aktivitet om morgenen fra kl. 7 til 11. Det er lite aktivitet fra kl. 11 til 15, og en økning igjen i perioden 16-22.



Figur 9: Oversikt over døgnlig fordeling av flybevegelser totalt og for chartertrafikken. (Datagrunnlag: Tårnjournalen).

6.2.3 Utslippsoversikt

Utslippsoversikten er utarbeidet for et område på 3,3x4,4 km². Dette inneholder de antatt største kildene til luftforurensning i Fornebuområdet. Området er delt opp i ruter på 100x100 meter. Figur 5 viser beregningsområdet.

Kildetyperne er delt i to, biltrafikk og flytrafikk:

Biltrafikk

De største veiene i området er E18 fra Lysaker til Ramstad-sletta, Snarøyveien fra E18 til Rolfstangen, Martin Lingesvei (Hovedterminalen) og avkjøringen til charterterminalen. Tabell 13 viser en oversikt over årstdøgns-trafikk (ÅDT) for disse veiene.

Tabell 13: Trafikkbelastning på de mest trafikkerte veiene i området uttrykt ved årstdøgns-trafikk (ÅDT).

Veibenevnelse	ÅDT
E18	71700
Snarøyveien	28349
Martin Lingesvei	10000
Ved charterterminalen	5700

De detaljerte tellingene foretatt av Akershus Vegkontor og Bruer IBK A/S gjør det mulig å ta hensyn til varierende ÅDT langs veiene. Dette gjelder spesielt E18 og Snarøyveien.

Dette danner grunnlaget for utslippsoversikten fra biltrafikken. Tabell 14 gir en oppsummering av hvor mye som slippes ut fra biltrafikken innenfor beregningsområdet.

Tabell 14: Gjennomsnittlig utslipp fra biltrafikken innenfor beregningsområdet.

Stoff	All biltrafikk i området (kg/h)	Biltrafikk til luft-havnen (kg/h)
NO _x	59,5	15,0
CO	179	102
SO ₂	1,5	
Partikler	3,2	

Biltrafikken til lufthavnen står for 25% av utslippet av NO_x og 57% av CO-utslippet. Utslipp fra bilene som skal til charterterminalen utgjør bare en liten del (ca. 2%) av utslippet.

Fly

Utslippsoversikten bygger på utslippsfaktorene i vedlegg A og tidsforbruket flyene har på de forskjellige bevegelsestypene. Tidsforbruket bygger på en tidsstudie på Fornebu (Hooton, 1988). Utslippet er beregnet for fly lavere enn 300 m over bakken. Tabell 15 viser totalutslippet fra flytrafikken midlet over hele perioden (alle døgnets timer). Tabellen viser også utslippet midlet over de timene lufthavnen er åpen.

NO_x -utslippet fra chartertrafikken utgjør 6%, CO-utslippet 7%, partikkelutslippet 3% og utslippet av hydrokarboner 6%. Chartertrafikken som utgjør 8,6% av trafikken (2. mai til 18. oktober). Dette viser at partikkelutslippet er mindre fra charterflyene enn fra vanlige rutefly.

Tabell 15: Utslipp fra flytrafikken på Fornebu midlet over hele perioden (1.4.-1.10.). Tabellen viser også utslippet som skyldes chartertrafikken for samme periode, og utslippet midlet over de timene lufthavnen er åpen for trafikk.

Stoff	Utslipp fra alle flybevegelser Hele perioden (kg/h)	Utslipp fra charterfly Hele perioden (kg/h)	Utslipp fra alle flybevegelser Åpen lufthavn(7-23) (kg/h)
NO_x	39,3	2,3	58,9
CO	20,5	1,4	30,6
HC	7,7	0,5	11,4
Partikler	1,8		2,8

Tabell 16 viser fordelingen av utslippet fra flyene på forskjellige bevegelsestyper, altså ved forskjellig motorbelastning. Det er tatt hensyn til hvor lang tid de forskjellige flyene bruker ved de forskjellige bevegelsene.

Tabell 16: Utslippsoversikt for de forskjellige bevegelsestypene (taksing, avgang, landing).

Stoff	Taksing (kg/h)	Avgang (kg/h)	Landing (kg/h)
CO	16,5	1,3	1,5
HC	6,0	2,7	0,6
NO _x	1,1	32,2	1,7
Partikler	*	1,8	*

* Utslippsfaktorer ikke gitt.

Forbrenningen ved tomgang og taksing er dårlig. Ved disse motorbelastningene slippes det ut lite NO_x (som krever høy forbrenningstemperatur for å dannes), mye CO og uforbrente hydrokarboner. Når belastningen på motorene er stor (ved avgang) er forbrenningen god og det slippes ut lite uforbrente hydrokarboner og CO. Det slippes ut mye NO_x. Det dannes også partikler ved avgang.

Utslipp i beregningsområdet

Tabell 17 viser totalutslippet og de lufthavnrelaterte utslipp. Utslippet i beregningsområdet er sterkt påvirket av E18. Luft-havnsrelaterte utslipp står for 55% av NO_x-utslippene, 61% av CO-utslippene og 25% av partikkel-utslippene. Tabell 17 viser totalutslippet.

Tabell 17: Utslippet av de forskjellige stoffene fra hele beregningsområdet og den delen som er lufthavnsrelatert.

Stoff	Totalutslippsrate fra beregningsområdet kg/h	Utslipp fra lufthavnsrelatert virksomhet kg/h
NO _x	98,8	54,3
CO	199,9	122,9
Partikler	4,3	1,1

6.3 SPREDNINGSBEREGNINGER

Spredningsberegningene tar sikte på å kartlegge konsentrasjoner av forskjellige forurensende stoff rundt Fornebu. De tar også sikte på å beregne i hvor stor grad overføringen av chartertrafikken fra Gardermoen til Fornebu i tidsrommet fra 2. mai til 18. oktober 1989 innvirket på luftkvaliteten.

Ved spredningsberegninger kan en skille de forskjellige kildenes bidrag i målepunktene og beregne bidragene i områdene mellom målepunktene. Spredningsberegningene bygger bl.a. på vind- og turbulensmålingene utført på Fornebu i det samme tidsrom som målingene pågikk.

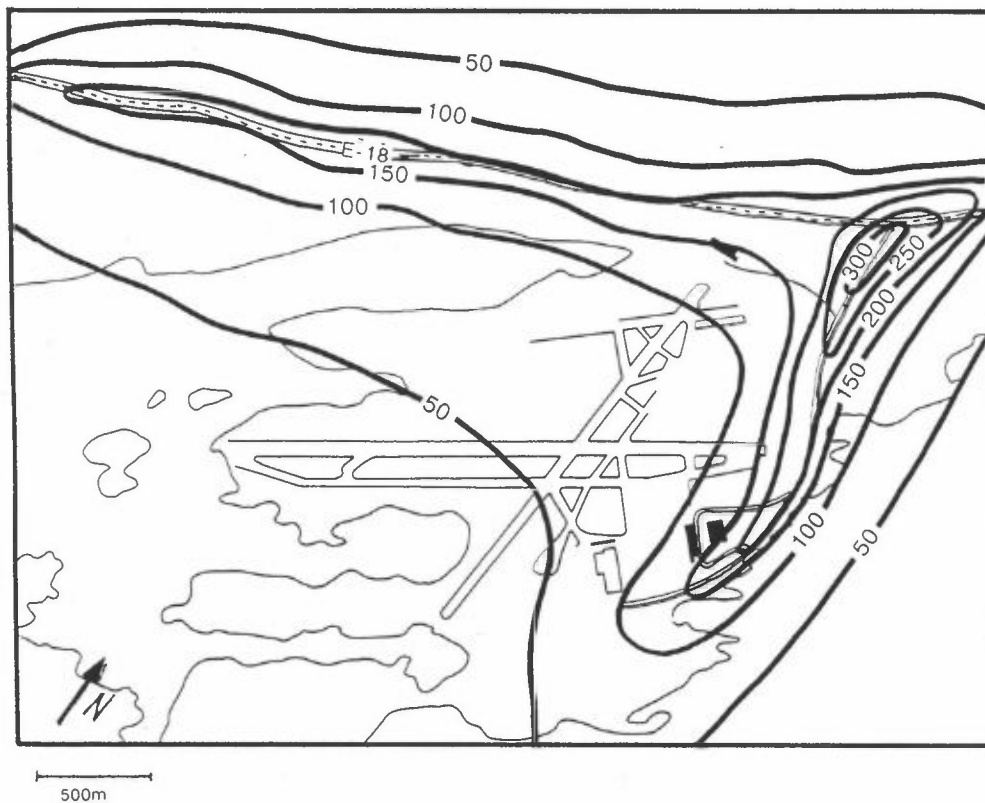
Langtidsmiddelverdier beregnes for å se på hvor stor gjennomsnittsbetlastning de enkelte kildene gir. Langtidsmiddelverdier gir et bilde av gjennomsnittsbetlastningen i delområder. Beregningsområdet ble delt opp i ruter på 100x100 meter.

Forurensningene ved en lufthavn er karakterisert ved at det kan være høye konsentrasjoner over korte tidsrom. Det er derfor plukket ut en periode for å se på spesielle problemer som kan oppstå ved kortvarige høye konsentrasjoner.

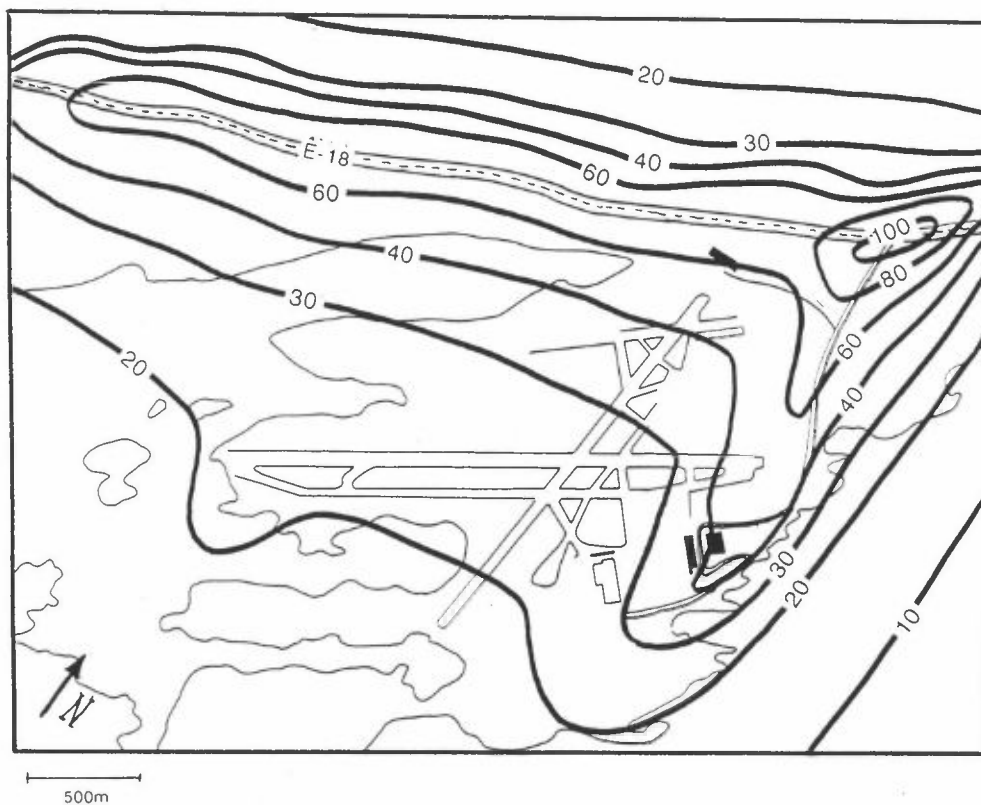
6.3.1 Resultater, langtidsmidler

Langtidsmiddelverdier defineres her som middelverdier for den tiden chartertrafikken gikk fra Fornebu. Denne typen beregninger må også sammenholdes med målte verdier for konsentrasjon for å sikre at alle vesentlige kilder til forurensning er tatt med.

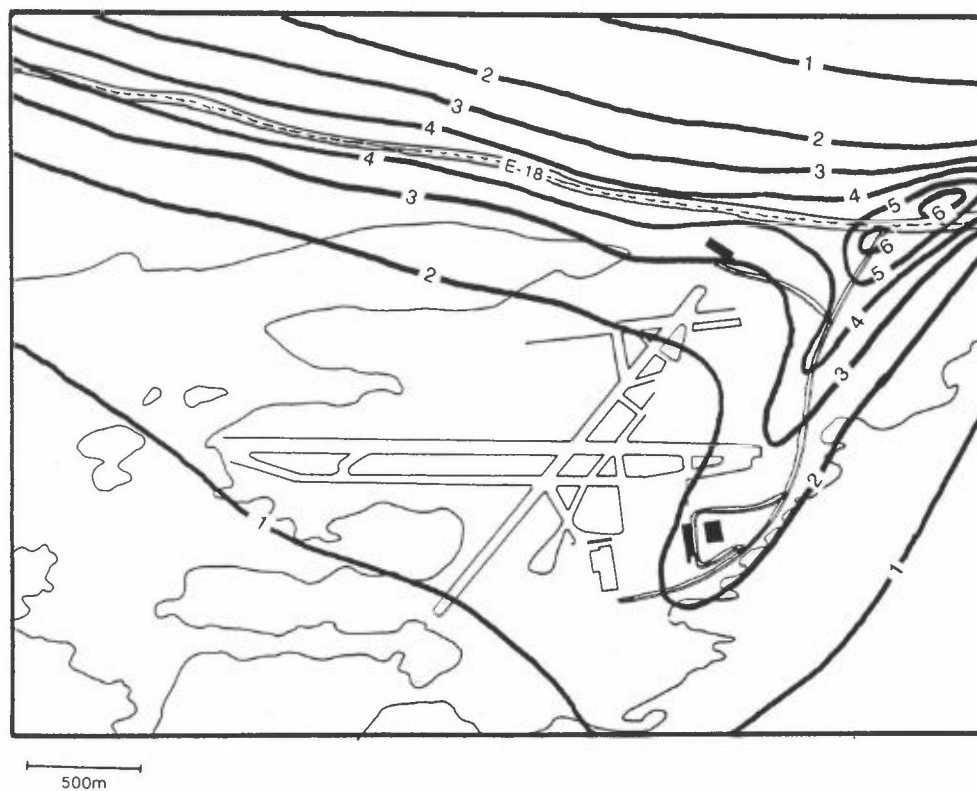
Beregningene av langtidsmiddelverdier er vist i figur 10, 11, og 12. Figur 10 viser fordelingen av karbonmonoksid. Den høyeste langtidsmiddelverdien for CO er $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den forekommer nær krysset mellom Snarøyveien og E18. Den har liten utbredelse. Det er tydelig at bilene er den dominerende kilden da utbredelsen følger veinettet. Sammenlignes CO-konsentrasjonen med grenseverdien for luftkvalitet, ses at konsentrasjonen er svært lav.



Figur 10: Fordelingen av langtidsmiddelverdi for CO fra biltrafikk og flytrafikk. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 11: Langtidsmiddelkonsentrasjon (sommer) av NO_x på Fornebu. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, regnet som NO_2 .



Figur 12: Langtidsmidlede konsentrasjoner av partikler (om sommeren) på Fornebu. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

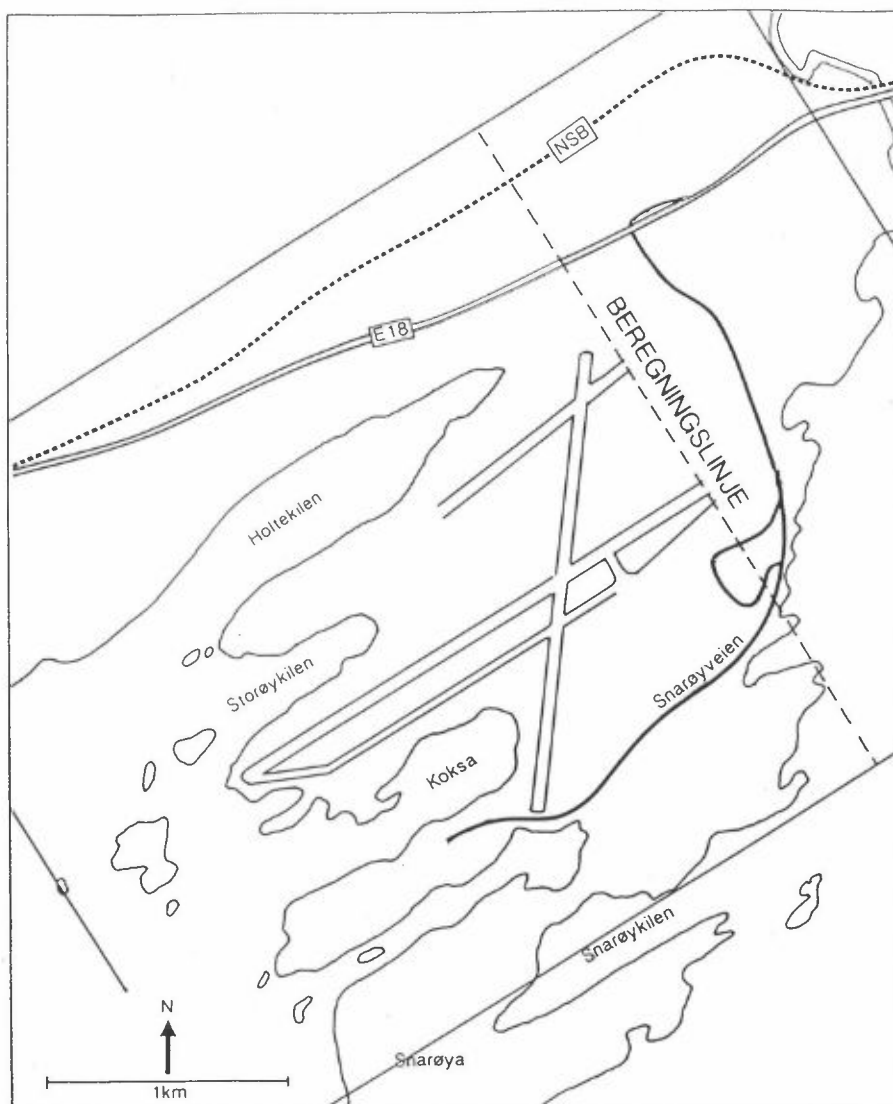
Figur 11 viser samme beregning for nitrogenoksider (NO_x). NO_x er en sammenfattende betegnelse på NO_2 og NO . Oksidasjonen av NO til NO_2 er avhengig av O_3 -konsentrasjonen, se vedlegg 2. Den høyeste NO_x -konsentrasjonen er ved krysset mellom E18 og Snarøyveien. Konsentrasjonen er $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Måleprogrammet viste at forholdet mellom NO_2 og NO_x varierte mye, men litt borte fra veiene var denne relativt høy (50-80%). Dette betyr at langtidsmiddelverdien i dette området ligger tett oppunder grenseverdien for luftkvalitet ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ midlet over 6 måneder). Det ses også her at bilene forårsaker de høyeste konsentrasjonene av nitrogenoksider. Bidraget fra flyene er lite. Bidraget av NO_x fra flyene er størst ved avgang.

Figur 12 viser partikkelkonsentrasjonen rundt Fornebu. Den største konsentrasjonen er ved veikrysset mellom Snarøyveien og E18. Maksimumskonsentrasjonen av partikler er $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er partikler fra forbrenning, som i hovedsak er mindre enn $1 \mu\text{m}$ i diameter, og derved er respirable (følger pusteluften ned i lungene).

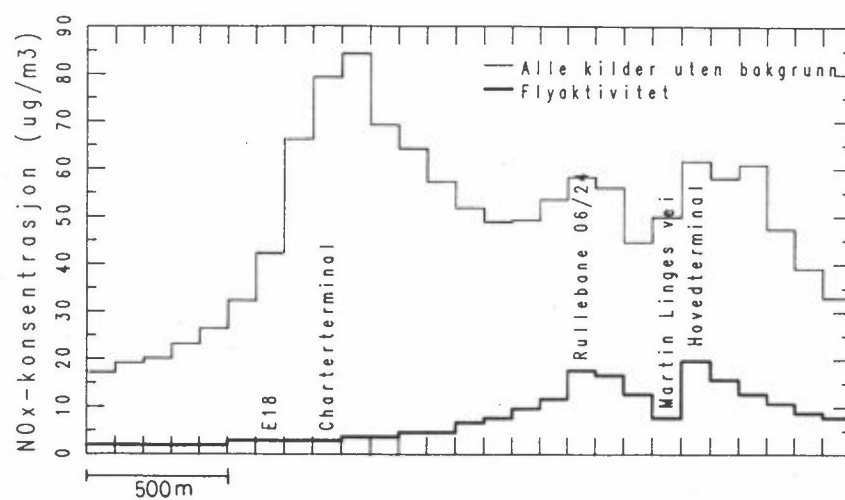
Det er ikke tatt hensyn til andre partikler i atmosfæren slik som biologisk materiale og veistøv. Sammenlignes verdien i maksimumsonen med målinger for Oslo sentrum om sommeren er konsentrasjonene lave.

For å illustrere bidragene fra de forskjellige kildene er det beregnet konsentrasjoner langs en linje som krysser E18, charterterminalområdet, rullebane 06/24, foran hovedterminalen og ut til Rolfstangen. Linjen er vist i figur 13.

Konsentrasjonsprofilene er delt på hva som skyldes flytrafikken, og hva som skyldes bilene. Figur 14 viser at langs hele linjen er bilene den dominerende kilden til NO_x og partikler. Det største bidraget kommer fra E18 og Snarøyveien.

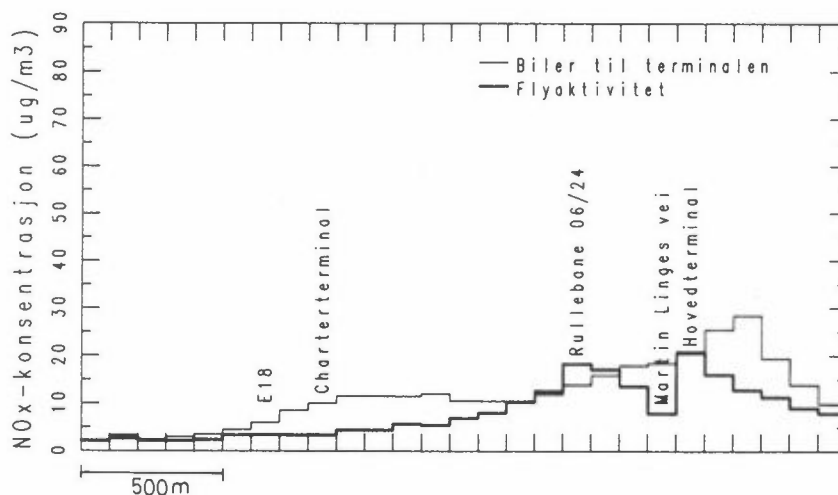


Figur 13: Snittet som er beregnet for å illustrere bidraget fra de forskjellige kildene.



Figur 14: Middelkonsentrasjon av NO_x langs en linje på Fornebu. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_x regnet som NO_2 .

Figur 15 viser NO_x -konsentrasjonen for fly sammen med den delen av trafikken langs Snarøyveien. Figur 15 viser at bilene bidrar mer til NO_x -konsentrasjonen langs denne linjen enn flyene. Maksimumsonen for bilene faller sammen med maksimumsonen for flyene nær hovedterminalbygningen. Belastningen fra gjennomgangstrafikken på E18 er dominerende i området rundt men er liten på flyplassområdet.



Figur 15: Langtidsmiddelkonsentrasjonen av NO_x på Fornebu. Det er i denne beregningen bare tatt med trafikk til lufthavnen. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, regnet som NO_2 .

Den mest belastende langtidsmidlede forurensningskomponenten er NO_x . Det må føyes til at beregnede og målte verdier på Fornebu ikke har gitt konsentrasjoner over grenseverdier for luftkvalitet. I forbindelse med lufthavner er det ofte klager på partikkelnedfall og nedsmussing. Beregninger viser at støvnedfallet fra flytrafikken er lite sammenlignet med grenseverdiene. Det er også lite sammenlignet med biltrafikken.

6.3.2 Resultater korttidsmidler

Den største belastningen fra flyene vil være i "eksos-jeten" rett bak flyene. En DC9 slipper ut 1,35 g/s CO ved avgang. Hvis dette blandes ut i et volum som er 40 m bredt og 20 m høyt og luftbevegelsen er 10 m/s igjennom tverrsnittet, vil konsentrasjonen i gjennomsnitt bli 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ CO. Dette er en lav CO-konsentrasjon og en faktor på 100 under grenseverdien for korttidsmiddelverdi. Ved "taksing" slippes ut 5,1 g/s CO. Dette blander seg over et mindre tverrsnitt, anslagsvis 20 m bredt, 10 m høyt med en hastighet på 3 m/s igjennom tverrsnittet. Dette medfører en CO-konsentrasjon rett bak flyet på 8,5 mg/m^3 . Grenseverdien er 25 mg/m^3 for times middelverdi.

For NO_x er det størst utslipp ved avgang. Under samme betingelser som ovenfor slippes 21,2 g/s NO_x (regnet som NO_2) ut ved avgang. Dette medfører en konsentrasjon på 2,6 mg/m^3 NO_x (regnet som NO_2). Dette svarer til det som er målt som maksimal times middelverdi nær Strømsveien om vinteren. Det er tidligere vist at utslippet av NO_x fra fly i vesentlig grad foreligger som NO. NO reagerer med O_3 (ozon) til NO_2 . Grenseverdien for luftkvalitet er 200-350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 midlet over en time. Denne verdien må antas ikke å være overskredet rett bak et jettfly. Dette medfører at utslippene fra ett enkelt fly ikke overskrider grenseverdiene for NO_2 og CO. Ved gjentatte passeringer av fly og ved kø kombinert med dårlige spredningsforhold kan konsentrasjonene bli høyere enn grenseverdier for luftkvalitet.

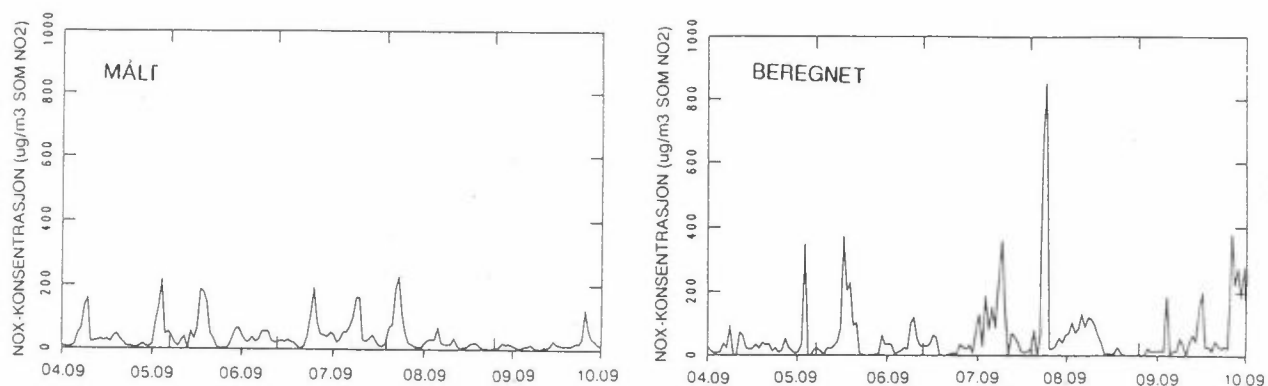
Det er beregnet timesmidlede konsentrasjoner for veitrafikk og flytrafikken. Modellen er testet med å kjøre denne for uke 36 (september) og beregne konsentrasjonene i målepunktene. Figur 16 viser beregnede og målte verdier for Strandalléen, Lilløyveien og Martin Lingesvei. Figuren viser at det er relativt god overenstemmelse mellom målte og beregnede verdier. Dette tyder på at modellen behandler spredningsforhold og utslipp på en akseptabel måte. Ut fra sammenligningen av målte og beregnede verdier viser beregningene at ved svak vind og

dårlige spredningsforhold (f.eks. 7.9. kl 16) overestimerer modellen konsentrasjonen av NO_x .

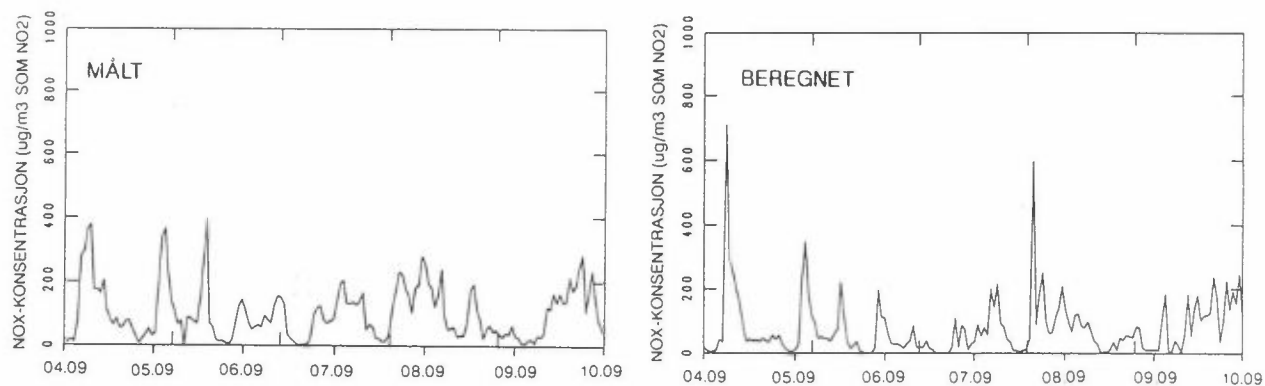
Beregningene fra time til time er utført for hele uke 36. Den 5. september var en typisk dag med solgangsbris, og midt på natten var vindretningen fra nordvest. Vindretningen holdt seg på nordvest fram til kl. 0800 med vindstyrke mindre enn 1 m/s. Så snudde vinden over på sørøst. Vinden økte utover dagen og hadde et maksimum kl. 1600 med 6 m/s. Vinden snudde til nordvest igjen 1900, og vindstyrken avtok til mindre enn 1 m/s. Figur 17 viser bidraget fra de forskjellige veiene til forskjellige tidspunkt på døgnet, langs beregningslinjen (figur 13). Vi ser at E18 belastet store områder. Det er imidlertid klart at lokalt ved andre veier er det større bidrag fra denne veien enn fra E18. Det ses også her en av svakhetene med modellen og det er at den ikke har hukommelse; oppvinds for en kilde er det ikke noe bidrag til konsentrasjonen.

Beregningene fra time til time viser at NO_x -konsentrasjonen nær veier kan bli over $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved dårlige spredningsforhold. Figur 18 viser det samme bildet for CO som for NO_x med maksimum kl. 0700 og 1900. Maksimumkonsentrasjonen for CO er beregnet til $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

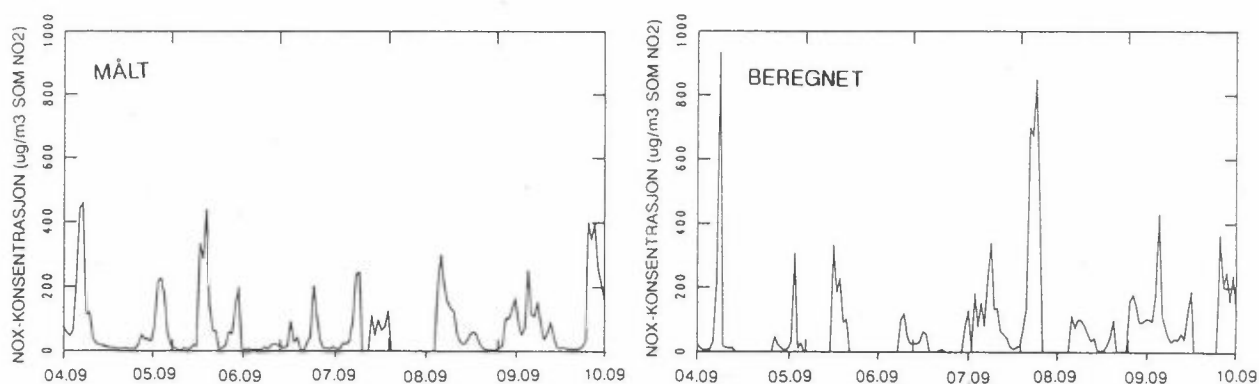
LILLØYVEIEN



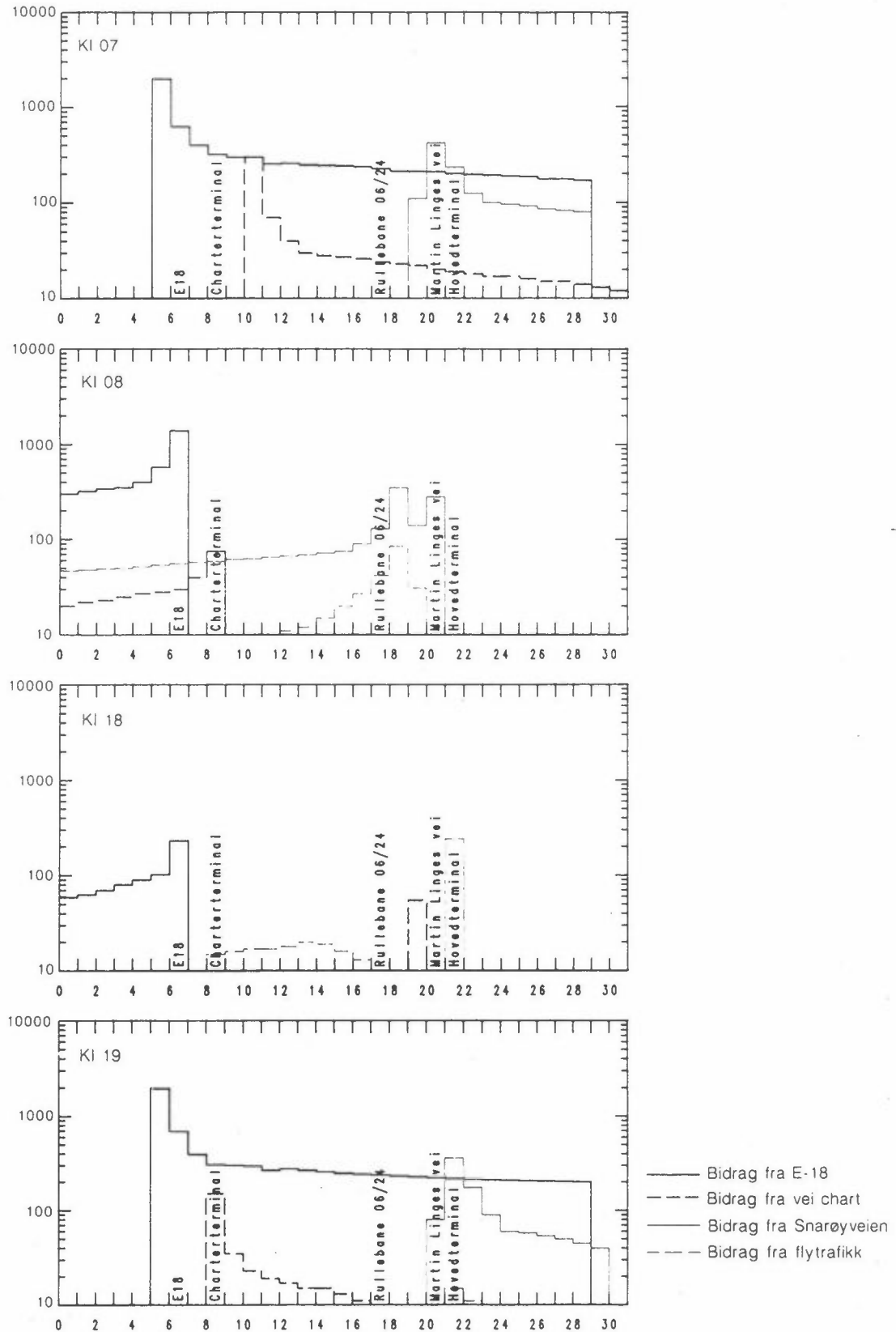
MARTIN LINGESVEI



STRANDALLEEN



Figur 16: Beregnede og målte verdier for NO_x for Strandalleen, Martin Lingesvei og Lilløyveien i uke 36 (september 1989). Enhet: µg/m³.



Figur 17: Beregnede timemiddelverdier av NO_x (regnet som NO_x), langs en rett linje på Fornebu 5.9.89, kl. 0700, 0800, 1800 og 1900. Dette er de timene med størst beregnet forurensning den 5.9.89.

7 KONKLUSJON

Luftforurensningsnivået på Oslo lufthavn Fornebu var generelt lavt sommeren 1989. Det ble ikke beregnet eller målt konsentrasjoner over anbefalte grenseverdier for uteluft.

Utslippsoversikten for beregningsområdet har vist at biltrafikken samlet sett var den største utslippskilden. E18 var med i beregningen og var den største enkeltkilden. Av lufthavnrelaterte utslipp står bilene for 28% av NO_x-utslippet, 83% av CO-utslippet og ca. 70% av partikkelutslippet.

Flyene skaper stor turbulens i et relativt stort volum, og dermed blir konsentrasjonen relativt lav nær utslippet og sjansen for høye konsentrasjoner i nærområdet liten. Turbulensen er ikke så sterk ved veier, slik at ved veibanen kan det oppstå høye konsentrasjoner.

Partikkelforurensningen er liten, og vesentlig mindre enn i Oslo sentrum generelt (taknivå). Partikkelforurensningen er dominert av biltrafikken.

De høyeste konsentrasjonene av NO_x og CO er knyttet til krysset mellom Snarøyveien og E18. Konsentrasjonene er sterkt avhengig av spredningsforholdene. Det er målt og beregnet høyere verdier på timesbasis i perioder med lite utslipp og dårlige spredningsforhold enn ved stort utslipp og gode spredningsforhold. Dette tyder på at konsentrasjonen i uteluft kan bli høye i vinterhalvåret. Tidligere undersøkelser i byer og tettsteder i Norge viser det samme. Dette skyldes i første rekke biltrafikken, fordi denne slipper ut forurensninger ved bakken, på steder med dårligere spredningsforhold. Flyene trenger større flater og gir kraftig turbulens, og dette gir økt sannsynlighet for god spredning av luftforurensningene.

Flytrafikkøkningen som skyldes overføringen av chartertrafikken fra Gardermoen til Fornebu var beskjeden. Økningen var ca. 8,6%. Selve flyene bidro lite til konsentrasjonsfordelingen, og

økningen på 8,6% ble ikke detektert i målingene av luftkvaliteten i Fornebu-området.

Fornebu-området er mindre forurenset enn Oslo sentrum. Forurensningen er større enn i en vanlig villabebyggelse nær E18 gjennom området.

Lufthavnen har steder der det antakeligvis er overskridelser av anbefalte grenseverdier særlig under halvtaket på bilsiden av Hovedterminalen og ved kø på taksebanene for fly.

8 REFERANSELISTE

Gram, F. (1988) USERS Guide for the "Kilder". Dispersion modelling system. Lillestrøm (NILU TR 7/88).

Grønskei, K.E. (1981) Luftforurensning i tilknytning til Fornebu Lufthavn. Lillestrøm (NILU OR 25/81).

Grønskei, K.E. og Gram, F. (1988) Evaluation of air quality programs for a combination of source categories. Lillestrøm (NILU TR 10/88).

Hooton, T. (1988) Results of a time and motion survey of aircraft movements at Oslo-Fornebu airport in 1988. Bromma (LUTAB-R-3503.1).

Larssen, S. og Hoem, K. (1990) Overvåking av luftforurensninger fra biltrafikk 1989. Målinger i Oslo 1980-89. Lillestrøm (NILU OR 58/90).

Larssen, S. (1977) Luftkvalitetsmålinger ved ankomsthallen, Fornebu Lufthavn. Lillestrøm (NILU OR 18/77).

Larssen, S. (1990b) Personlig kommunikasjon.

Ministry of health and Environmental protection (1980) Handbook of emission factors. Part 1: Non industrial sources. Haag.

Sivertsen, B. (1980) The application of gaussian dispersion models at NILU. Lillestrøm (NILU OR 11/80).

Westerberg, J. (1987) Avgasemissioner - civil flygtrafik. Norrköping, Luftfartsverket.

VEDLEGG A

Utslippsfaktorer for fly

Utslippsfaktorer for fly anvendt i
beregningen av utslippsoversikt fra Fornebu

UTSLIPPSFAKTORER FOR DC8

	Drivstoff- forbruk kg/s	HC g/kg	CO g/kg	NO _x (som NO ₂) g/kg	Røyktall
Avgang	2.39	3.00	1.30	11.90	47.00
Stigning	1.01	1.50	2.30	10.20	50.00
Landing	0.37	3.00	22.80	5.00	43.00
Tomgang	0.11	174.00	128.00	2.20	30.00

UTSLIPPSFAKTORER FOR B747

	Drivstoff- forbruk kg/s	HC g/kg	CO g/kg	NO _x g/kg	Røyktall
Avgang	4.33	0.30	0.40	46.00	
Stigning	3.53	0.30	0.40	34.40	
Landing	1.25	0.50	2.90	7.80	
Tomgang	0.44	26.00	54.00	3.10	

UTSLIPPSFAKTOR FOR FK27

	Drivstoff- forbruk kg/s	HC g/kg	CO g/kg	NO _x g/kg	Røyktall
Avgang	0.06	6.21	3.40	19.25	
Stigning	0.06	1.72	3.41	20.14	
Landing	0.03	5.00	33.24	13.93	
Tomgang	0.02	62.37	91.94	1.16	

UTSLIPPSFAKTOR FOR P&W JTD-15A

	Drivstoff- forbruk kg/s	HC g/kg	CO g/kg	NO _x g/kg	Røyktall
Avgang	1.68	0.40	1.20	18.90	
Stigning	1.38	0.45	1.90	14.60	
Landing	0.50	1.40	9.40	5.80	
Tomgang	0.22	10.00	35.00	2.75	

UTSLIPPSFAKTOR FOR DC9

	Drivstoff- forbruk kg/s	HC g/kg	CO g/kg	NO _x g/kg	Røyktall
Avgang	1.12	0.40	1.20	18.90	23.00
Stigning	0.91	0.45	1.90	14.60	
Landing	0.33	1.40	9.40	5.80	
Tomgang	0.15	10.00	35.00	2.75	

UTSLIPPSFAKTOR FOR B737

	Drivstoff- forbruk kg/s	HC g/kg	CO g/kg	NO _x g/kg	Røyktall
Avgang	1.24	0.23	0.83	28.30	15.80
Stigning	1.05	0.23	0.87	23.10	14.00
Landing	0.36	0.40	2.50	9.48	4.40
Tomgang	0.12	1.53	18.00	4.36	2.30

UTSLIPPSFAKTORER FOR MD80

	Drivstoff- forbruk kg/s	HC g/kg	CO g/kg	NO _x g/kg	Røyktall
Avgang	1.35	0.27	0.73	27.00	14.30
Stigning	1.08	0.42	1.20	20.80	
Landing	0.38	1.59	4.07	9.13	
Tomgang	0.13	3.48	12.63	3.60	

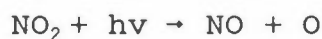
VEDLEGG B

Kjemiske NO_x-reaksjoner

KJEMISKE NO_x-REAKSJONER

Forbrenning medfører utslipp av nitrogenoksider. Disse dannes i forbrenningsprosessen ved at nitrogen og oksygen, som det finnes mye av i luften reagerer til nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO₂). Disse kalles med en fellesbetegnelse nitrogenoksider (NO_x). Det meste slippes ut som nitrogenmonoksid. De fleste forurensningene gjennomgår kjemiske reaksjoner i atmosfæren. Noen er raske og noen tar lenger tid. Metan har for eksempel en levetid i atmosfæren på ca. 11 år.

NO_x-reaksjonene i atmosfæren er raske reaksjoner. De viktigste reaksjonene for overgang mellom NO og NO₂ er:



Hele tiden foregår det en reaksjon mellom O₃ og NO som danner NO₂ og O₂. Om dagen spalter sollyst (hv) NO₂ til NO og O₃. Det dannes da en likevekt mellom NO og NO₂. Disse reaksjonene fører til at nitrogenoksidene har en karakteristisk døgnlig gang med høyere NO_x-konsentrasjoner om kvelden og morgenen. Nitrogenforbindelsene oksideres også videre og avsettes på bakken ved opptak til planter eller utfelling ved regn.

VEDLEGG C

Grenseverdier av luftkvalitet

GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET

Grenseverdiene som gjengis her er hovedsakelig hentet fra SFT-rapport nr. 38.

Med "grenseverdier for helsevirkninger" for et stoff menes her et eksponeringsnivå (den mengde forurensning) som, ut fra den nåværende viten, befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger oppstår. Det er regnet med samvirke mellom stoffene og vanlig forekomst av de andre omtalte forurensningene. Det er tatt hensyn til spesielt følsomme grupper i befolkningen. Det er lagt inn sikkerhetsfaktorer på 2-5 for de ulike forurensningskomponentene etter som hvor godt stoffets virkning på menneskenes helse er kjent. Tabell C.1 gjengir grenseverdiene.

Tabell C.1: Grenseverdier fra SFT-rapport nr. 38.

Stoff	Måleenhet/ metode	Virkning på	Midlingstid				
			1 h	8 h	24 h	30 d	6 mndr.
Svoveldioksid (SO ₂) ^{a)}	µg/m ³	Helse			100-150		40-60
Sot ^{a)}	"				100-150		40-60
Svoveldioksid (SO ₂)	"	Vegetasjon	150		50		25
Nitrogendioksid (NO ₂)	µg/m ³	Helse	200-350		100-150		75
Karbonmonoksid (CO)	mg/m ³	Helse	25	10			
Fotokjemiske oksidanter	µg/m ³	Helse	100-200				
" "	målt ved ozoninn- holdet	Vegetasjon	200				
Fluorider ^{b)}		Helse			25		10
Fluorider ^{b)}	µg F pr. m ³	Dyr				0,2-0,4 ^{d)}	
Fluorider ^{c)}		Vegetasjon			1,0		0,3

- a) Virkningen av de to komponentene forsterker hverandre når de kommer i luften. Forslaget til grenseverdier forutsetter at den forurensede luften inneholder begge komponenter.
- b) Grenseverdi for totalfluorid.
- c) Grenseverdi for gassformig fluorid.
- d) Utgangspunkt for luftkvalitetsgrenseverdien er at høy og beitegras bare unntaksvis bør inneholde mer enn 30 mg fluor pr. kg tørrstoff. Dette er anslått til å svare til en konsentrasjon av totalfluorid av størrelsesorden 0,2-0,4 µg F pr. m³ luft.

Nedenfor er virkningene av de forskjellige stoff på helsen gjennomgått. De fleste av disse stoffene slippes ut ved forbrenning av fossile brensler.

C.1 SVOVELDIOKSID (SO₂)

Svoveldioksid og partikler med opprinnelse i fossile brensler er en viktig miljøbelastning i byområder i dag. Problemet er avtagende i Norge og Vest-Europa. Det er målt lave konsentrasjoner av svoveldioksid på Fornebu i måleperioden. For nærmere beskrivelse av effektene henvises av WHOs Air quality guidelines for Europe eller SFT-rapport nr. 38.

C.2 NITROGENDIOKSID (NO₂)

Det finnes mange kjemiske forbindelser av nitrogenoksider. Den som er mest interessant for menneskers helse er nitrogendioksid (NO₂). Nitrogendioksid er rødbrun på farge og er en sterk oksidant. Mennesker tar opp nitrogendioksid ved å puste. Opptil 60% av inhalert nitrogendioksid blir absorbert. Ved eksponering av verdier høyere enn grenseverdien er det påvist irritasjon i luftveiene og dermed økt fare for luftveisinfeksjon. Nitrogenforbindelsene har også en annen effekt da disse til slutt havner på bakken. Her kan de tas opp i planter eller renne av i overflatevann. Kommer dette ut i overflatevann bidrar det til forsurening.

C.3 KARBONMONOKSID (CO)

Karbonmonoksid er en fargeløs, luktløs, smakløs gass som er litt lettere enn luft. Mennesker eksponeres for gassen ved inhalering. Gassen binder seg til hemoglobinet i blodet og hemmer opptak av oksygen. Skadevirkningen knyttet hovedsakelig til innvirkningen på oksygentransporten med blodet og oksygentilførselen til vevene.

C.4 FOTOKJEMISKE OKSIDANTER

Ozon og andre fotokjemiske oksidanter dannes ved at sollys og nitrogendioksid reagerer og danner ozon og nitrogenmonoksid. Helseeffekter som oppstår ved eksponering av verdier over grenseverdien er irritasjon i øynene og øvre luftveier. Dette øker faren for infeksjon.

C.5 EKSPONERING FOR STOFFER UTEN GRENSEVERDIER

På Fornebu er det også andre målinger som har foregått. Effektene av disse er beskrevet her, og det er tatt med de som forårsakes av forbrenning av fossile brenseler.

C.6 POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)

Polyaromatiske hydrokarboner er en samlingsbetegnelse på en rekke (flere hundre) lite flyktige hydrokarboner. De oppstår ved forbrenningsprosesser og har en lav løselighet i vann.

De polyaromatiske hydrokarbonene er kreftfremkallende. Det er ikke alle PAH som er kreftfremkallende. For å få et mål på prøvene er det vanlig å vurdere konsentrasjonen av benzo(a)-pyrene.

VEDLEGG D

Enheter og omregningsfaktorer

Luftforurensningskonsentrasjoner oppgis oftest i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En annen mye brukt enhet er ppb, "parts per billion" (norsk: deler pr. milliard). Større konsentrasjoner angis i mg/m^3 og ppm, "parts per million" (deler pr. million). Omregningsfaktorer mellom disse enhetene er avhengige av trykk og temperatur. Ved en temperatur på 25°C og trykket av en normalatmosfære (1 000 mb) blir disse:

Nitrogendioksid	NO_2	1 ppb = 1,882 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nitorgenmonoksid	NO	1 ppb = 1,227 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ozon	O_3	1 ppb = 1,963 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Karbonmonoksid	CO	1 ppm = 1,146 mg/m^3
Svoveldioksid	SO_2	1 ppb = 2,620 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hydrokarboner		1 ppm = 0,656 mg/m^3
(beregnet som CH_4)		

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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 61/90	ISBN-82-425-0190-4	
DATO OKTOBER 1990	ANSV. SIGN. <i>Skjorland</i>	ANT. SIDER 71	PRIS NOK 120,-
TITTEL Vurdering av luftforurensning ved Oslo lufthavn Fornebu sommeren 1989		PROSJEKTLEDER S. Knudsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8913	
FORFATTER(E) S. Knudsen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. A. Gaustad	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Luftfartsverket Postboks 8124 Dep. 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (a maks. 20 anslag) Lufthavn Luftkvalitet Trafikk			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Rapporten inneholder målinger og spredningsberegninger rundt Oslo lufthavn Fornebu. Det er beregnet og målt luftkonsentrasjoner for den perioden chartertrafikken var overflyttet fra Gardermoen til Fornebu. Målingene viser at det ikke er overskridelser av forslag til norske grenseverdier for luftkvalitet sommeren 1989 rundt Oslo lufthavn. Det er beregnet langtidsmiddelverdier og korttidsmiddelverdier for NO _x , CO, HC og partikler.			

TITLE Evaluation of air pollution at Oslo airport Fornebu summer 1989
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) This report contains measurements and dispersion calculations around Oslo airport Fornebu. Air concentrations has been calculated and measured during the period when the charter traffic was transferred from Gardermoen to Fornebu. The measurements show that the concentrations of air pollution did not exceed the Norwegian air quality guidelines during the summer of 1989 around Oslo airport Fornebu. The long term and short term average concentrations have been calculated for NO _x , CO, HC and particles.

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