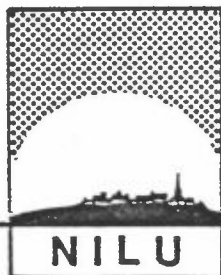


NILU OR : 1/84  
REFERANSE: O-1021  
DATO : JANUAR 1984

**VURDERING AV LUFTFORURENSNING VED  
VEITUNNEL GJENNOM VÅLERENGA**

Steinar Larssen og Trond Iversen



**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING**

POSTBOKS 130.- 2001 LILLESTRØM

NILU OR : 1/84  
REFERANSE: 0-1021  
DATO : JANUAR 1984

*VURDERING AV LUFTFORURENSNING VED  
VEITUNNEL GJENNOM VÅLERENGA*

Steinar Larssen og Trond Iversen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE



INNHOILDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG .....	5
1 INNLEDNING .....	7
2 METODIKK .....	7
3 GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET .....	8
4 INNGANGSDATA .....	9
4.1 Inngangsdata for tunnel-modellen .....	10
4.2 Inngangsdata for vei-modellen .....	12
5 RESULTATER AV BEREGNINGENE AV LUFTFORURENSNING .....	12
5.1 Forurensning i tunnelene og beregninger for om- rådene ved tunnelmunningene .....	12
5.2 Beregninger for veistrekningene .....	17
6 VINDFORHOLD VED TUNNELMUNNINGENE .....	18
7 VURDERING AV FORURENSNINGSFORHOLDENE .....	18
7.1 Ved nordgående tunnelmunning (Etterstad) .....	18
7.2 Ved sørgående tunnelmunning (Kværner) .....	23
7.3 Ved veistrekningene i tilknytning ti tunnelen ...	25
7.4 Dagens og framtidig trafikkforurensning langs hovedveinettet på Vålerenga .....	25
8 REFERANSER .....	27
VEDLEGG .....	41



## SAMMENDRAG

Det er vurdert i hvilken grad forurensningsutslippet fra munningene til den planlagte Vålerenga-tunnelen vil belaste områdene i nærheten. Det er også vurdert hvilken endring en vil få i forurensningsforholdene langs veistrekningene i tilknytning til tunnelen. En har også sett på endringene en vil få langs deler av veisystemet i Vålerenga idag.

Forurensningssituasjonen er vurdert ut fra grenseverdier for luftkvalitet som er foreslått av en arbeidsgruppe ledet av Statens forurensningstilsyn (ref. 3).

Basis for vurderingen er forøvrig de data for trafikk, tunnel og tunnelventilasjon som er skaffet tilveie av Oslo Veivesen og Vegdirektoratet.

Forurensningsutslippet fra tunnelmunningene vil bare i liten grad belaste bygninger og ferdselsområder nær munningene med forurensning høyere enn grenseverdier. Det er nitrogendioksid ( $\text{NO}_2$ ) som kan utgjøre et problem, ikke karbonmonoksid (CO).

Bygningene på Malerhaugen ligger nær nok munningen på Etterstad til at  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen til tider kan komme opp mot og noe inn i det konsentrasjonsinterval som er gitt som grenseverdi.

Likeledes vil bygningen like vest for tunnelmunningen ved Kværner bli utsatt for konsentrasjoner over grenseverdier.

Eventuelle luktproblemer ved munningene er ikke vurdert.

Det ligger en usikkerhet i at vindstatistikken for områdene ved munningene er usikker, og at  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$ -konsentrasjonen i tunnelen er dårlig kjent. Konklusjonene er basert på at  $\text{NO}_2$ -andelen ikke er høyere enn 10%. Om den er 20%, vil flere bygninger nær Etterstadmunningen bli utsatt for konsen-

trasjoner høyere enn grenseverdier.

Bedre vindstatistikk for området, og bedre kunnskap om  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  i tunnelen bør skaffes tilveie ved hjelp av målinger.

Grenseverdiene er benyttet som målestokk for forurensningen. Grenseverdiene er satt på et nivå som er betydelig (2-5 ganger) lavere enn det nivå der helseeffekter av forurensningen er observert (ref. 3).

Endringer i veidimensjoner og trafikkmengde fører til at ved Strømsveien nord for Etterstad vil fortauskonsentrasjonene bli lavere enn de er idag. I Konows gate/Dyvekes vei og Åkerbergveien blir imidlertid fortauskonsentrasjonene høyere enn idag. Ved alle disse strekninger vil konsentrasjonen av CO overskride grenseverdier, både før og etter bygging av tunnelen.

De beregnede forurensningskonsentrasjonene ved bygningene nær tunnelmunningene er vesentlig lavere enn de som forekommer langs St.Halvards gate/Strømsveien idag, og høye konsentrasjoner vil også opptre mindre hyppig.

## VURDERING AV LUFTFORURENSNING VED VEITUNNEL GJENNOM VÅLERENGA

### 1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har fra Oslo Veivesen fått i oppdrag å utføre en foreløpig vurdering av luftforurensningsforholdene ved nye veianlegg på Vålerenga. Vurderingen omfatter tunnelen Kværner Brug - Etterstad og veistykkene på begge sider av tunnelen til Helsefyr, St.Halvardsgt og Kjølberggt.

### 2 METODIKK

Vurderingen er utført ved hjelp av spredningsberegninger ved tunnelmunninger (1) og langs veistrekninger (2). Spredningsmodellene krever følgende inngangsdata:

Tunnelmodellen - Forurensningsutslipp fra kjøretøy (utslippsfaktorer, g/km)

- Trafikkdata: Intensitet, hastighet og tungtrafikkandel
- Tunneldata: Lengde, tverrsnitt og stigning
- Lufthastighet i tunnelmunningen.

Veimodellen - Utslippsfaktorer for forurensning fra kjøretøy (g/km)

- Veidimensjoner
- Trafikkdata: Intensitet, hastighet og tungtrafikkandel.

I begge modeller beregnes konsentrasjonen av karbonmonoksyd (CO) og nitrogendioksyd (NO<sub>2</sub>) i områdene ved veien og tunnelmunningene.



CO er en ikke reaktiv gass. Konsentrasjonen av CO beregnes ved først å beregne utslipp, deretter spredningen. Nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ) i utslippet er hovedsakelig nitrogenoksid NO, men også en viss del  $\text{NO}_2$ . NO oksideres til en viss grad til  $\text{NO}_2$  etter utslippet.  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen beregnes ved først å beregne  $\text{NO}_x$ -utslippet, deretter beregne spredningen av  $\text{NO}_x$ , og så sette inn en viss del av  $\text{NO}_x$  lik  $\text{NO}_2$ . Usikkerheten i  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  gjør  $\text{NO}_2$ -beregningene mer usikker enn CO-beregningene.

Beregningene gjøres for de meteorologiske forhold som gir dårlig spredning og derved høy forurensning.

Forurensningssituasjonen kan vurderes på grunnlag av grenseverdier for luftkvalitet.

Eventuelle luktproblemer ved munningene og langs veisystemet blir ikke vurdert i denne rapporten. En har ikke et godt data-grunnlag for å utføre en slik vurdering.

### 3 GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET

Grenseverdier for luftkvalitet foreslått av Statens forurensningstilsyn (3), se Vedlegg 1, er når det gjelder CO og  $\text{NO}_2$ , basert på Verdens helseorganisasjons anbefalinger. De er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Grenseverdier for luftkvalitet ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) foreslått i Norge (ref. 3).

	Middelverdi over	
	1 time	8 timer
CO	25	10
$\text{NO}_2$	0.19-0.32	-

Grenseverdiene er satt ut fra hensyn til menneskers helse, spesielt de grupper av befolkningen som er mest følsomme overfor luftforurensninger.

Overskridelse av grenseverdier er ikke ensbetydende med at skadelige virkninger oppstår, hverken på kort eller lang sikt. Det er i verdiene innbygd sikkerhetsfaktorer på mellom 2 og 5 mot skadelige virkninger. En mer utførlig beskrivelse av hvordan grenseverdier og overskridelser skal oppfattes, er gitt i Vedlegg 1 og i referanse (3).

#### 4 INNGANGSDATA

Oslo Veivesen ved sivilingeniør Firman overleverte tegninger over tunnel- og veianlegg i løpet av mai/juni 1983. Følgende tegninger er brukt i beregningene: Oslo Byplankontor's tegninger T83012, T83009, T83006 og T83007. Tverrsnitt av tunnelmunningene er tatt fra Strømme's tegning nr. 2472/190 (se Vedlegg 2).

Trafikkdata ble også skaffet tilveie av Oslo kommune (Vedlegg 3 og 4).

Det er benyttet svenske data for forurensningsutslipp fra kjøretøy (4). Tilsvarende data for norsk bilpark er ikke tilgjengelig, men en anser de svenske dataene for å være representative for norsk bilpark.

#### 4.1 Inngangsdata for tunnel-modellen

##### Tunneldata

Tabell 2: Tunneldata

	Lengde m	Tverrsnitt m <sup>2</sup>	Høyde m	Stigning %
Nordgående løp	785	70	6	6
Sørgående løp	795	52	6	-6

##### Trafikkdata

Beregningene ved tunnelmunningene ble utført for en årsdøgntrafikk på 45000 kjøretøy. Med utgangspunkt i dette og variasjonskurvene i Vedlegg 3 samt andre trafikkdata gitt av byplankontoret, ble beregninger utført for 4 trafikksituasjoner, se tabell 3.

Tabell 3: Trafikkdata

Tilfelle	1	2	3	4
Trafikkforhold	Gjennomsnitt dagtrafikk utenom rush-tid, god avvikling	Fredag ettermiddagsrush, god avvikling	Fredag ettermiddagsrush, dårlig avvikling.	Fredag ettermiddagsrush, ekstremt dårlig avvikling
Intensitet, biler/h	1394	2150	2150	2150
Hastighet, km/h	45-60	45-60	15-30	0-15
Andel tungtrafikk %	20	13	13	13

Trafikktall for de øvrige deler av veisystemet er gitt i Vedlegg 4.

### Utslippsfaktorer

Utslippsfaktorene som er brukt i beregningene er gitt i tabell 4. De gjelder for biler med varmkjørt motor. Bensindrevne biler slipper ut vesentlig mer CO når motoren er kald. For NO<sub>x</sub> er forskjellen på utslipp fra kald og varm motor liten.

I en trafikkstrøm vil en andel av bilene alltid kjøre med kald motor (kaldstartandel). Tabell 6 gir korreksjonsfaktorer for CO-utslippet fra trafikkstrømmen totalt, regnet i g/km s, for gitte kaldstartandeler.

Tabell 4: Utslippsfaktorer for nordgående tunnel (g/km pr bil)

Tilfelle Komponent	1		2		3		4	
	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>
Bensindrevne personbiler	20	6	20	6	30	4.2	69	2.7
Dieseldrevne lastebiler	28	45	28	45	25	41	25	42

Tabell 5: Utslippsfaktorer for sørgående tunnel (g/km)

Tilfelle Komponent	1		2		3		4	
	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>
Bensindrevne personbiler	11	2.4	11	2.4	12	1.9	24	0.9
Dieseldrevne lastebiler	5.3	8.6	5.3	8.6	4	4.8	12	8

Tabell 6: Korreksjonsfaktorer for CO-utslippet fra en trafikkstrøm for gitte kaldstartandeler ved utetemp. 0 °C regnet i forhold til en trafikkstrøm med 0% kaldstartandel.

Kaldstartandel	15%	25%	40%
Kaldstartkorreksjon	1.15	1.45	1.7

Kaldstartandelen i nordgående trafikk i ettermiddagsrushet kan være en sted i nærheten av 15-25%. I sørgående trafikk om morgenen vil den sannsynligvis være 0-15%.

#### 4.2 Inngangsdata for vei-modellen

Veidimensjonene er tatt fra de nevnte tegninger.

Utslippsfaktorene er basert på det samme datamaterialet (4) som utslippsfaktorene for tunnelmodellen er tatt fra.

I veimodellen gjøres beregninger som gir grunnlag for å vurdere hvor høye konsentrasjoner av forurensninger som maksimalt vil kunne opptre i nærheten av veien. Veimodellen er derfor bare benyttet for trafikkdataene for tilfelle 3, dårlig trafikkavvikling i ettermiddagsrushet.

## 5 RESULTATER AV BEREGNINGENE AV LUFTFORURENSNING

### 5.1 Forurensning i tunnelene, og beregninger for områdene ved tunnelmunningene.

Forurensningskonsentrasjonene i området ved tunnelmunningene er avhengig av mengden og konsentrasjonen i luften som strømmer ut av munningene. Konsentrasjonen i tunnelmunningen er igjen avhengig av lufthastigheten i tunnelen, som igjen er avhengig av bilenes "pumpevirking" samt ventilasjonsanlegget.

I tillegg til bidraget fra tunnelen kommer bidragene fra tra-

fikken på veianlegget i nærheten og fra bakgrunnen (forurensningen i lufta som kommer inn over området).

I følge veinormalen (5) godtas for tunneler av denne lengde i Norge en CO-konsentrasjon opptil 275 ppm, eller ca 325 mg/m<sup>3</sup>.

Vi har utført beregninger av konsentrasjonen i området ved tunnelmunningen, basert på følgende CO-konsentrasjoner i tunnelmunningen:

- 250 mg/m<sup>3</sup> (200 ppm)
- 125 " (100 ppm)

Ut fra samlet utslipp i tunnelen basert på trafikkdataene, har vi beregnet den lufthastighet i tunnelen som er nødvendig for at tunnelmunningkonsentrasjonen skal ligge på disse verdier (tabell 7). Tabellen viser også NO<sub>x</sub>-konsentrasjonene i tunnelmunningene.

Den reelle lufthastigheten i tunnelen vil være høyere enn den beregnede, nødvendige hastigheten. Dette skyldes trafikkens pumpevirkning. Basisen for beregning av denne er gitt i Vedlegg 5 (utdrag av håndbok 017, Vegutforming, Statens Vegvesen. Avd.ing. Henning ved Vegdirektoratet har oppgitt de lufthastigheter som vil råde i tunnelen ved de ulike beregningsalternativer. Disse hastigheter er gitt i tabell 8 sammen med de resulterende CO- og NO<sub>x</sub>-konsentrasjoner i tunnelmunningen.

CO-tallene er ikke korrigerert for kaldstartandel. Ifølge tabell 6 vil korreksjonsfaktorene kunne bli opptil 1.3-1.4 for nordgående tunnel, og nær 1.0 for sørgående tunnel.

Tabell 7: Nødvendig lufthastighet og resulterende  $\text{NO}_x$ -konsentrasjon i tunnel for gitte  $\text{CO}$ -konsentrasjoner i tunnelmunning,  $\text{CO}_t$ .

Tilfelle	Forurensningskons. i tunnelmunningen mg/m <sup>3</sup>		Nødvendig luft- hastighet i tunnelen m/s
	$\text{CO}_t$	$\text{NO}_x$	
<u>Nordgående tunnel</u>			
A1 Gjennomsnittstrafikk, dag, god avvikling	250	164	0.4
	125	83	0.8
A2 Fredagsrush, god trafikkavvikling	250	133	0.6
	125	67	1.1
A3 Fredagsrush, dårlig avvikling	250	76	0.8
	125	38	1.5
A4 Fredagsrush, ekstremt dårlig avvikling	250	36	1.6
	125	18	3.2
<u>Sørgående tunnel</u>			
B1 Gjennomsnittstrafikk, dag, god avvikling	250	79	0.3
	125	42	0.5
B2 Fredagsrush, god og og B3 dårlig avvikling	250	73	0.3
	125	37	0.6
B4 Fredagsrush, ekstremt dårlig avvikling	250	23	0.7
	125	12	1.4

Tabell 8: Reelle lufthastigheter og forurensningskonsentrasjoner i tunnelen.

	Antatt reell lufthastighet i tunnel m/s	Resulterende tunnelmunningskonsentrasjon mg/m <sup>3</sup>	
		CO	NO <sub>x</sub>
<u>Nordgående tunnel</u>			
A1	5-8	12-19	8-12
A2	5-8	17-27	9-14
A3	4.5-5	38-42	11-13
A4	3-3.5	116-135	15-17
<u>Sørgående tunnel</u>			
B1	5-8	6-9	2.5-4
B2	5-8	9-15	2.5-4
B3	4.5-5	15-16	3.5-4
B4	3-3.5	45-52	4-4.5

Dersom de antatte lufthastigheter er korrekte, vil konsentrasjonen av CO og NO<sub>x</sub> i tunnelen være lavere enn de grenseverdier som er satt i veinormalen (5). De høyeste konsentrasjoner fås i begge tunneler i 4-alternativet, dvs. fredagsrush med ekstremt dårlig trafikkavvikling. Nordgående tunnel vil ha høyeste konsentrasjoner pga. stigningen og derved større eksosutslipp fra bilene. Om lufthastigheten i tunnelen kommer ned mot 1 m/s f.eks. ved full stillstand i trafikken, vil problemer med for høye CO-konsentrasjoner kunne oppstå.

Etter opplysninger fra Vegdirektoratet vil ventilasjonsanlegget bli dimensjonert og kjørt slik at lufthastigheten vil være minst 3 m/s ved lave kjørehastigheter og stor trafikkbelastning. Et slikt ventilasjonsanlegg vil sikre mot for høye CO- og NO<sub>x</sub>-konsentrasjoner i tunnelene.

Spredningen av forurensningskyen som unnslipper fra tunnelmunningen med en hastighet som gitt i tabell 8, skjer i to faser. I første fase, jetfasen (fase I) vil forurensningskyen i hovedsak følge den samme retning som den har ut fra tunnelen. Spredningen vil være relativt upåvirket av ytre vindforhold, men mot slutten av jetfasen vil vinden begynne å dreie skyen i sin retning.



I den andre fasen, atmosfærisk spredningsfase (fase II) er spredningen helt bestemt av de ytre vind- og turbulensforhold.

Dette er søkt anskueliggjort i figur 1. Forurensningsskyen unnslipper der tunnelmunningen ved Etterstad med hastighet ca 3-3.5 m/s og møter en ytre vind av liten styrke fra østnordøst ( $60^{\circ}$ ) som er hovedvindretning i området (se figur 8 og 9).

I figurene 2,3,5 og 6 er gitt kurver for konsentrasjonen av CO og NO<sub>x</sub> langs senterlinjen av forurensningsskyen etter at den unnslipper tunnelmunningene. Beregningene er utført for 0% kaldstartandel.

De to spredningsfasene er markert. Ved bruk av figurene må en ta i betraktning det spredningsmønster som er anskueliggjort i figur 1. For å finne konsentrasjonen ved et gitt punkt, f.eks. Vålerenga Gamlehjem, må en først avmerke på kartet omtrent hvor jetfasen slutter, og deretter måle avstanden fra dette punkt til beregningspunktet. På denne avstanden fra starten av fase II, kan så forurensningen avleses fra figurene.

Bakgrunnsverdien av forurensning må legges til det som avleses fra figurene. Bakgrunnen skyldes utslipp fra trafikken i området ellers.

Vindretningen avgjør hvilket område ved tunnelmunningen som utsettes for tunnelutslippet.

Beregningene er utført for perioder med dårlige spredningsforhold. Vindstyrken er da satt lik 1 m/s. Vindstyrker lik eller mindre enn 1 m/s opptrer i i dette området i anslagsvis 20-30% av tiden om vinteren og noe sjeldnere om sommeren (6). I den øvrige tiden vil forurensningen om dagen være lavere, tildels betydelig lavere enn gitt i figurene 2-6. Om natten vil den alltid være betydelig lavere, på grunn av at trafikken da er svært liten.

## 5.2 Beregninger for veistrekningene

Tabell 9 viser de høyeste CO-konsentrasjoner en kan vente vil opptre ved veistrekningene, når en bare regner bidraget fra trafikken på de nevnte veiene. I tillegg kommer bidrag fra andre svært nærliggende veier samt bakgrunnsforurensningen. Beregningene er utført etter metoden i (2). De gjelder for situasjonen før (1980) og etter (1990) åpning av tunnelen.

Det er usikre opplysninger om kjørehastigheten i rushtiden (midlet over verste time). 30 km/h er brukt i beregningene for alle veistrekningene, både i 1980 og 1990. Dersom hastigheten i rushtidene avviker mye fra dette bør beregningene gjentas.

Tabell 9: Beregnet høyeste CO-konsentrasjon (middelverdi over 8 timer,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) ved veistrekningene, eksklusive bakgrunnsverdi.

Veistrekning	År	CO-konsentrasjon		
		Ved fortau	10 m fra fortau	20 m fra fortau
Strømsveien, Etterstad- Helsfyr	1990	19	10	7
	1980	30	14	10
Konows gate, Enebakkveien- Dyvekes bro	1990	23	10	7
	1980	17	9	6
Åkerbergveien Galgeberg-Kjølbeggt.	1990	18	9	6
	1980	13	7	5

Konsentrasjoner nær det nivå som er beregnet vil opptre på et fåtall dager (5-10 dager) i løpet av vinterhalvåret. I den øvrige tiden vil konsentrasjonene være lavere, tildels langt lavere.

## 6 VINDFORHOLD VED TUNNELMUNNINGENE

Vindforholdene i Groruddalen er undersøkt av NILU tidligere (5) i forbindelse med andre undersøkelser. Vindroser for stasjonene Valle Hovin i 1970-71 og Haraldrud i 1973-74 er vist i figur 8 og 9. Stasjonenes plassering i forhold til tunnelen er vist i figur 7. Vindstatistikken er gitt i Vedlegg 6.

Hovedvindretningen i dalen er vinter, vår og høst fra øst-nordøst ( $50-70^{\circ}$ ). En liten frekvens av vind fra  $30^{\circ}$  - og  $90^{\circ}$  -sektorene forekommer også. Om sommeren er hovedretningen fra sør og sørsørvest, men også da med en viss frekvens for  $30^{\circ}$  og  $60^{\circ}$  -sektorene.

Ved dårlige spredningsforhold og lav vindstyrke dominerer de samme hovedretninger, men i noe mindre grad. Vindretningen er mer variabel ved lav vindstyrke.

## 7 VURDERING AV FORURESNINGSFORHOLDENE

### 7.1 Ved nordgående tunnelmunning (Etterstad)

Figur 10 viser området ved munningen.

#### Generelt

Figurene 2 og 3 viser at jetfasens lengde er ca 40-50 m ved regnealternativ A4 (ekstremt dårlig trafikkavvikling). I de andre tilfellene er den ca 70-90 m lang.

Punktet der den atmosfæriske spredningsfasen begynner, ligger altså 40-80 m nord for tunnelmunningen, dog noe dreid med den aktuelle vindretningen. Ved slutten av jetfasen, og etter henholdsvis ca 25 m og ca 50 m atmosfærisk spredning er beregnet CO- og NO<sub>x</sub>-konsentrasjon (mg/m<sup>3</sup>) følgende (ved dårlig spredningsforhold, vindstyrke 1 m/s, 0% kaldstart):

	Ved jetfasens slutt		Etter ca 25 m atmosfærisk spredning		Etter ca 50 m atmosfærisk spredning	
	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>
Tilfelle A1	7-8	4-5	4.5	3	3	2
Tilfelle A2	9-11	5-6	6.5	4.5	3.5	2.5
Tilfelle A3	≈16	4-5	10	3	7	2
Tilfelle A4	40-50	5-7	25-30	3-4	≈20	2-3

Ved kaldstartandeler på opptil 25%, må CO-tallene korrigeres opp med opptil 40%.

Av dette kan en slutte at overskridelser av 1-times-grenseverdien for CO (= 25 mg/m<sup>3</sup>) vil være begrenset til området innenfor ca 50 m fra jetfasens slutt. Derved kan sluttet at ingen boliger eller oppholdsområder påvirkes av CO-nivå høyere enn 25 mg/m<sup>3</sup> som timesmiddel.

8-timers grenseverdien for CO (= 10 mg/m<sup>3</sup>) vil heller ikke overskrides på avstander større enn 50 m fra jetfasens slutt. For at dette skal skje, må en trafikk tetthet og -avvikling tilsvarende A3 eller dårligere finne sted over 8 etterfølgende timer, samtidig som vindretningen er konstant og vindstyrken lav. Dette er lite sannsynlig.

Vurderingen av NO<sub>2</sub>-situasjonen vanskeliggjøres av at en ikke kjenner NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i munningen, bare NO<sub>x</sub>-konsentrasjonen. NO<sub>2</sub>-andelen av NO<sub>x</sub> kan være innenfor 5-20%. Den laveste NO<sub>2</sub>-grenseverdien (en-times-middel) på 0.19 mg/m<sup>3</sup> (se tabell 1) vil overskrides innenfor følgende avstander fra jetfasens slutt, avhengig av NO<sub>2</sub>-andelen av NO<sub>x</sub> og beregnings-tilfellet:

	NO <sub>2</sub> -andel		
	5%	10%	20%
Tilfelle A1	≈ 10 m	≈ 50 m	≈ 100-150 m
Tilfelle A2	≈ 20 m	≈ 60 m	≈ 120-170 m
Tilfelle A3	≈ 10 m	≈ 50 m	≈ 100-150 m
Tilfelle A4	≈ 15 m	≈ 55 m	≈ 120-150 m

En NO<sub>2</sub>-andel på 10-20% er mulig, spesielt ved dårlig trafikk-avvikling. En må derfor regne med at NO<sub>2</sub>-grenseverdien i tilfeller med dårlig spredning kan overskrides innenfor en avstand på 50-150 m fra jetfasens slutt.

Dette området er vist i figur 4 for jetfaselengder mellom 40 m og 90 m. En må ta hensyn til vindretningsfordelingen (figur 8) når en skal vurdere hvor hyppig overskridelser av NO<sub>2</sub>-grenseverdien kan inntreffe i de ulike deler av området.

Forutsetningen for at delområder med bebyggelse innen dette området skal bli belastet av en forurensningssky med NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner som kan være høyere enn grenseverdier er følgende:

1. Trafikken i tunnelen må minst være omtrent så stor som gjennomsnittlig dagtrafikk (ca 1400 kjøretøy/time, tilfelle A1).
2. Vinden må stå fra punktet der jetfasen slutter og mot området.
3. Det må være lav vindstyrke og dårlige spredningsforhold (stabil luftsjikting).

4.  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  i tunnelmunningen må være lik eller høyere enn ca 10%.

Vind- og temperaturstatistikken for området er ikke god nok til at hyppigheten av belastning i de ulike delområder kan fastslås. Vindmålingene fra Valle Hovin og Haraldrud kan imidlertid brukes til å anslå denne hyppigheten.

Bedre vind- og temperaturstatistikk kan framskaffes ved at det gjennomføres målinger i området over lengre tidsrom, minst to år.

#### Vålerenga gamlehjem (bygning A, figur 4)

Avstanden til gamlehjemmet er slik at  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  i tunnelen må være større enn 15-20% for at  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen ved gamlehjemmet skal kunne bli høyere enn grenseverdier. Dette kan være tilfelle når trafikkavviklingen er dårlig (tilfelle A3 og A4), men bør etterprøves med målinger i tilsvarende tunneler.

Gamlehjemmet ligger helt i utkanten av hovedvindretning-sektoren sett fra området der jetfasen slutter. Den nordre del av gamlehjemmet og hagen kan av og til bli belastet av forurensningsskyen fra tunnelen. Vindmålingene fra Valle Hovin og Haraldrud tilsier at dette kan skje i anslagsvis 2% av tiden om dagen. Under en del av disse tilfellene vil spredningsforholdene også være såpass dårlige at forurensningen er høy.

Sett i forhold til grenseverdier for luftkvalitet blir altså belastningen på gamlehjemmet fra tunnelen ganske marginal. Denne konklusjon er imidlertid som nevnt knyttet til  $\text{NO}_2$ -andelen i tunnelen. Det bør konstateres ved målinger om denne kan bli høyere enn 15-20%.

Område B, figur 4

Dette området vil hyppig bli påvirket av forurensningsskyen. Dette skjer ved nordøstlige vinder, som er hovedvindretning i området.

De nærmeste bygninger ligger nær 100 m fra det området der jetfasen slutter.  $\text{NO}_3$ -konsentrasjonen vil overskride grenseverdien på  $0.19 \text{ mg/m}^3$  bare dersom  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  er minst 20%.

Område C, figur 4

Dette området vil ganske hyppig bli påvirket av forurensningsskyen. Dette skjer ved sørlige vinder, som har en hyppighet på 10-15% til alle årstider. Sørlig vind med liten vindstyrke (<2 m/s) opptrer på dagtid om vinteren anslagsvis 7-10% av tiden. Bare i en del av denne tiden er det samtidig stabil luftsjikting.

Husene på Malerhaugen ligger nærmest, med avstand ca 50 m fra der jetfasen slutter. Ved dårlige spredningsforhold og en  $\text{NO}_2$ -andel på 10% vil de nærmeste av disse husene bli belastet med  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner noe over  $0.19 \text{ mg/m}^3$ . Konsentrasjonen vil imidlertid ikke bli høyere enn  $0.32 \text{ mg/m}^3$  med mindre  $\text{NO}_2$ -andelen er minst 15-20%.

De øvrige bygningene i område A som ligger lenger unna, vil bare bli utsatt for et  $\text{NO}_2$ -nivå høyere enn  $0.19 \text{ mg/m}^3$ , dersom  $\text{NO}_2$ -andelen er ca 15% eller høyere, også når en tar i betraktning at disse bygningene får bidrag til forurensningen også direkte fra veien utenfor tunnelen.

Området D, figur 4

Bygningene i dette området vil bare sjeldent bli belastet av forurensningsskyen. Den nordre del av Etterstadsletta 4 vil

bli berørt av skyen i kanskje 5% av tiden.  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen vil her komme opp mot  $0.19 \text{ mg/m}^3$  bare dersom  $\text{NO}_2$ -andelen i tunnelen er større enn 15-20%, når en også tar hensyn til bidraget fra veien utenfor tunnelen.

## 7.2 Ved sørgående tunnelmunning (Kværner)

### Generelt

Figur 11 viser området ved sørgående tunnelmunning. Kværner Brugs kontorbygg (nærmeste vegg) og bygning B blir liggende ca 80 m fra munningen. Veien dukker imidlertid ut av skjæringen omtrent på høyde med disse byggene, og avstandene fra veiens senterlinje til disse (nærmeste vegg) blir da hhv ca 40 m og 15 m.

Figurene 5 og 6 viser at jetfasens lengde også her er 40-50 m ved regnealternativ B4 (ekstremt dårlig trafikkavvikling), og 60-80 m i de andre alternativene. Dette bringer forurensnings-skyen fram fra skjæringen.

Ved slutten av jetfasen og etter 25 m atmosfærisk spredning, er beregnet CO- og  $\text{NO}_x$ -konsentrasjon ( $\text{mg/m}^3$ ) følgende (ved 1 m/s vindstyrke og forøvrig dårlig spredning):

	Ved jetfasens slutt		Etter ca 25 m spredning	
	CO	$\text{NO}_x$	CO	$\text{NO}_x$
Tilfelle B1	3-4	1.5	≈2	1
Tilfelle B2	5-6	1.5	3-4	1
Tilfelle B3	6	1.5	4	1
Tilfelle B4	18-20	1.5-2	10-12	1



CO- og NO<sub>x</sub>-konsentrasjonen i forurensnings skyen fra denne tunnelmunningen er etter 25 m spredning ikke så høy at den kommer opp mot grenseverdiene. Utslipet fra trafikken på veien vil imidlertid gi et bidrag i tillegg som ikke er ubetydelig for bygningene nærmest veien.

En har ikke vindmålinger fra dette området. Hyppigheten av slik belastning fra tunnelmunningen/veien er derfor vanskelig å anslå, men vindmålingene fra Valle Hovin og Haraldrud kan gi en antydning. De topografiske forhold gjør at vindmålingene fra disse stasjoner ikke kan anvendes direkte. Hovedvindretningen fra nordøst om vinteren vil imidlertid ganske sikkert slå gjennom også i dalen ved Kværner, men der være dreidd ytterligere i øst-vest- retning, slik at den følger dalsiden. Spesielt ved lave vindstyrker vil dette antagelig være tilfelle.

Hovedvindretningen fra sørlig sektor vil ikke føre til belastning av noen bygninger i området på grunn av utslipp fra tunnelmunningen.

Svake vestlige vinder forekommer med en viss hyppighet. Vindmålingene antyder 5-10% av dagtid om vinteren. Disse vil belastte bygninger øst for munningen.

#### Kværner Brugs kontorbygg (bygning A, figur 11)

Denne bygningen vil bli belastet ved vestlige vinder som opptrer med en hyppighet av anslagsvis 5-10% om dagen om vinteren. Nærmeste vegg av bygningen ligger ca 40 m fra midten av veibanen. Det er lite sannsynlig at grenseverdier vil overskrides på denne avstand.

#### Bygning B, figur 11

Denne bygning blir belastet ved østlige vinder som opptrer en stor del av tiden. Avstanden til denne bygningen fra jet-skyen

fra tunnelen og fra veien er så liten at det er sannsynlig at denne bygningen vil bli belastet med forurensning høyere enn grenseverdier.

### 7.3 Ved veistrekningene i tilknytning til tunnelen

Tabell 9 viser at for de tre veistrekningene som er omtalt vil CO-konsentrasjonen overskride grenseverdier (8-timesverdien på  $10 \text{ mg/m}^3$ ) i de nærmeste 10-15 m fra fortauskant.

Spesielt langs Åkerbergveien vil bygningene langs veien ligge i områder som er utsatt for konsentrasjoner av CO over grenseverdiene.

### 7.4 Dagens og framtidig trafikkforurensning langs hovedveinettet på Vålerenga.

Idag er E6 fra Dyvekes vei til Etterstad en sterkt forurensningsbelastet trafikkåre (7,8). En kan idag regne med maksimale 8-times CO-konsentrasjoner på 20-30  $\text{mg/m}^3$  ved fortau langs denne veistrekningen, og enda høyere nær trafikkregulerte kryss som Galgeberg. Grenseverdien for 8-times CO-konsentrasjon på  $10 \text{ mg/m}^3$  overskrides ofte.

Schweigaards gt., Dalehaugen og Vålerenggt. er moderat belastet.

Ved bygging av tunnelen fra Kværner Brug til Etterstad og stenging for gjennomkjøring gjennom området, vil disse gatenes forurensningsproblem bli ubetydelig.

Områdene ved tunnelmunningene vil få økt forurensningsbelastning i forhold til idag. Deler av disse områdene blir belastet med en forurensning som til tider kan ligge høyere enn grenseverdier. Overskridelsene vil ikke være betydelige. De vil være

vesentlig mindre og opptre vesentlig sjeldnere enn i områdene nærmest Strømsveien idag.

Veistrekningene Strømsveien (E6) nordover fra Etterstad, Konows gate/Dyvekes vei og Åkerbergveien får endret trafikk etter bygging av tunnelen.

Tabell 9 antyder at forholdene langs Strømsveien nord for Etterstad blir bedre i 1990 enn i 1980. Det skyldes den planlagte utvidelsen av veibredden og tre kjørebaneer i hver retning. Dette bringer veikant og områdene langs veien lenger unna tyngden av utslippet, hvilket reduserer konsentrasjonene her.

Konows gate/Dyvekes vei får forverrede forhold ved veikant etter tunnelbygging, fordi trafikkøkningen blir så stor. Det kan her oppstå CO-konsentrasjoner høyere enn ved Strømsveien i 1990, men ikke så høye som ved Strømsveien idag. De eiendommer som ligger tett ved veien kan oppleve en forverring av forurensningsforholdene. De ligger imidlertid såpass høyt over veien at det er vanskelig å uttale seg om i hvor stor grad de i realiteten blir påvirket av utslippene på veien.

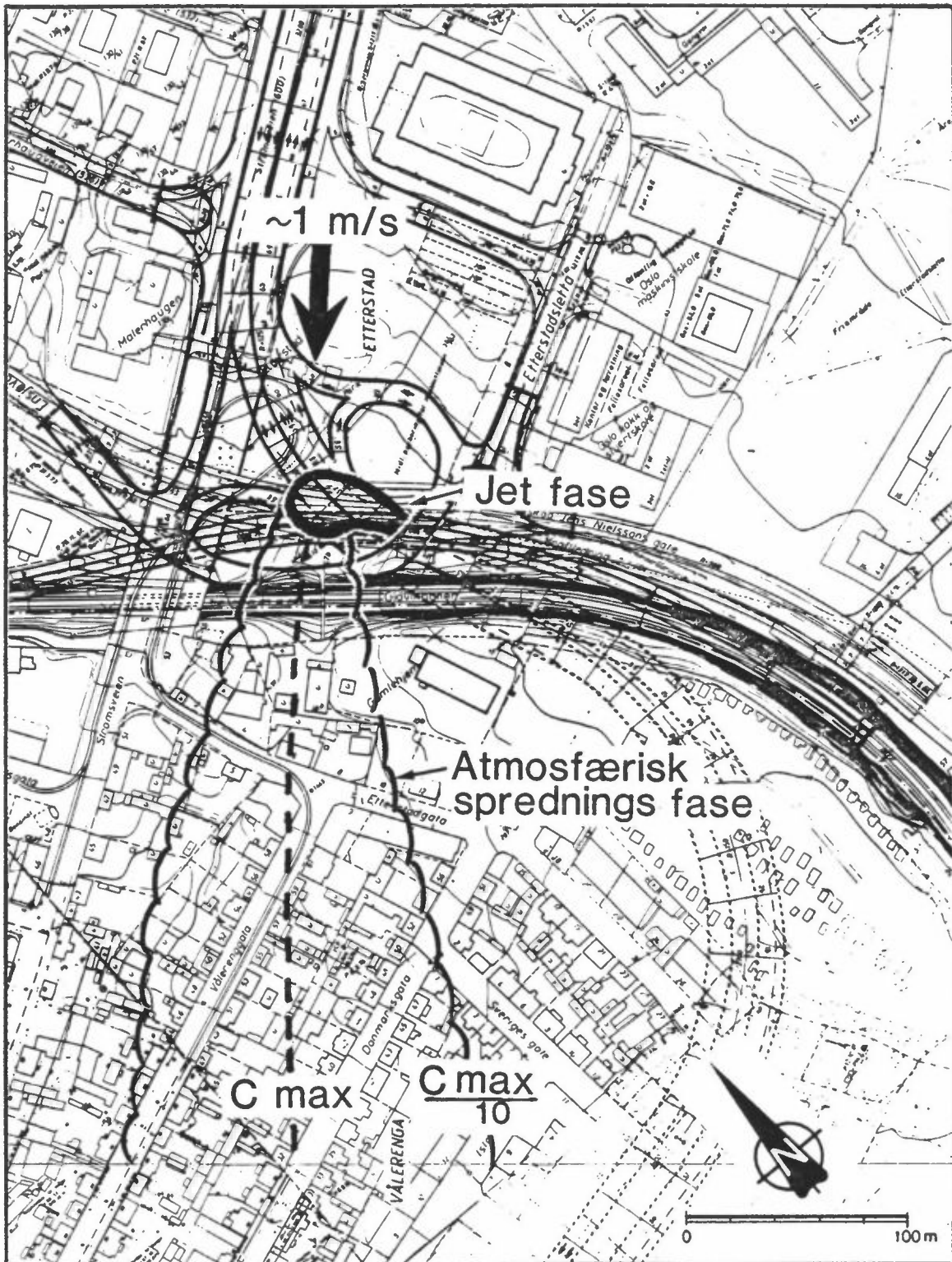
Også Åkerbergveien fra Galgeberg til Kjølberggata får forverrede forhold etter tunnelbygging, på grunn av trafikkøkningen. Dette vil belaste folk som ferdes på fortau, og vil også merkes ved husfasadene.

Som nevnt er kjørehastigheten 30 km/h benyttet for alle strekningene både i 1980 og 1990. Trafikkreguleringstiltak som medfører bedre trafikkavvikling på disse strekningene i rush-tidene i 1990 enn den en har idag, vil i Konows gate og Åkerbergveien redusere den forverring som er beregnet fra idag til 1990.

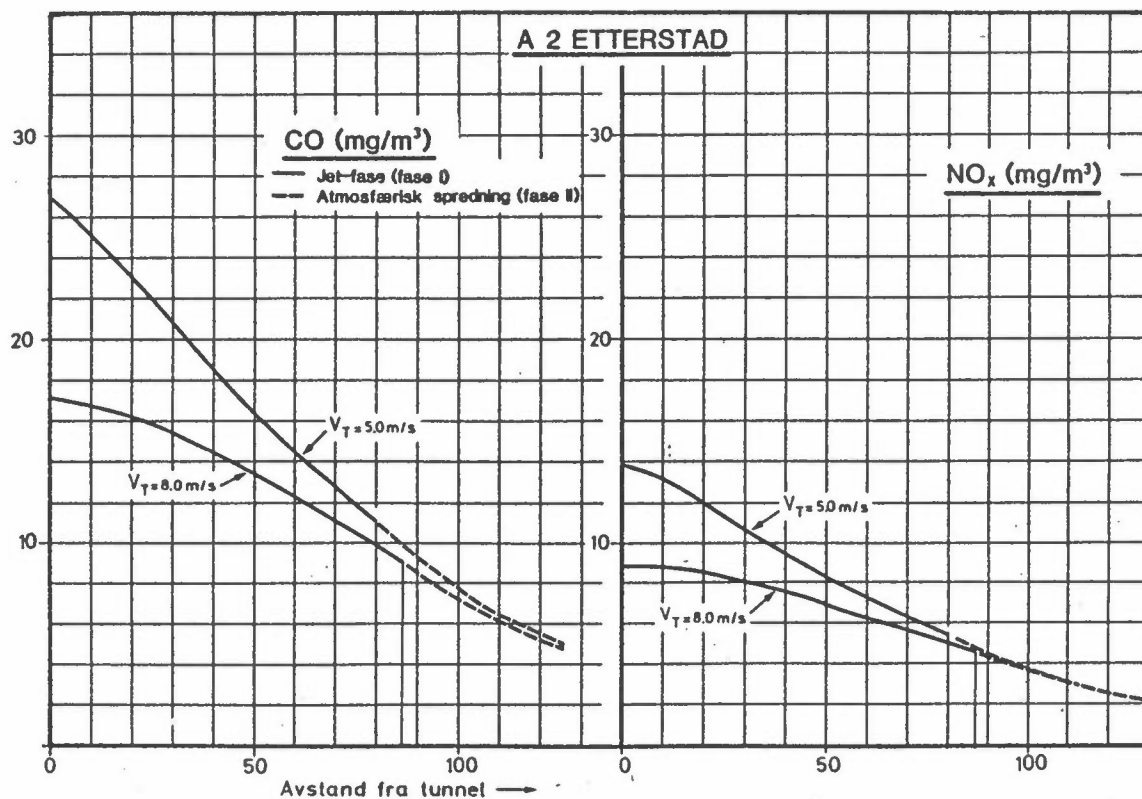
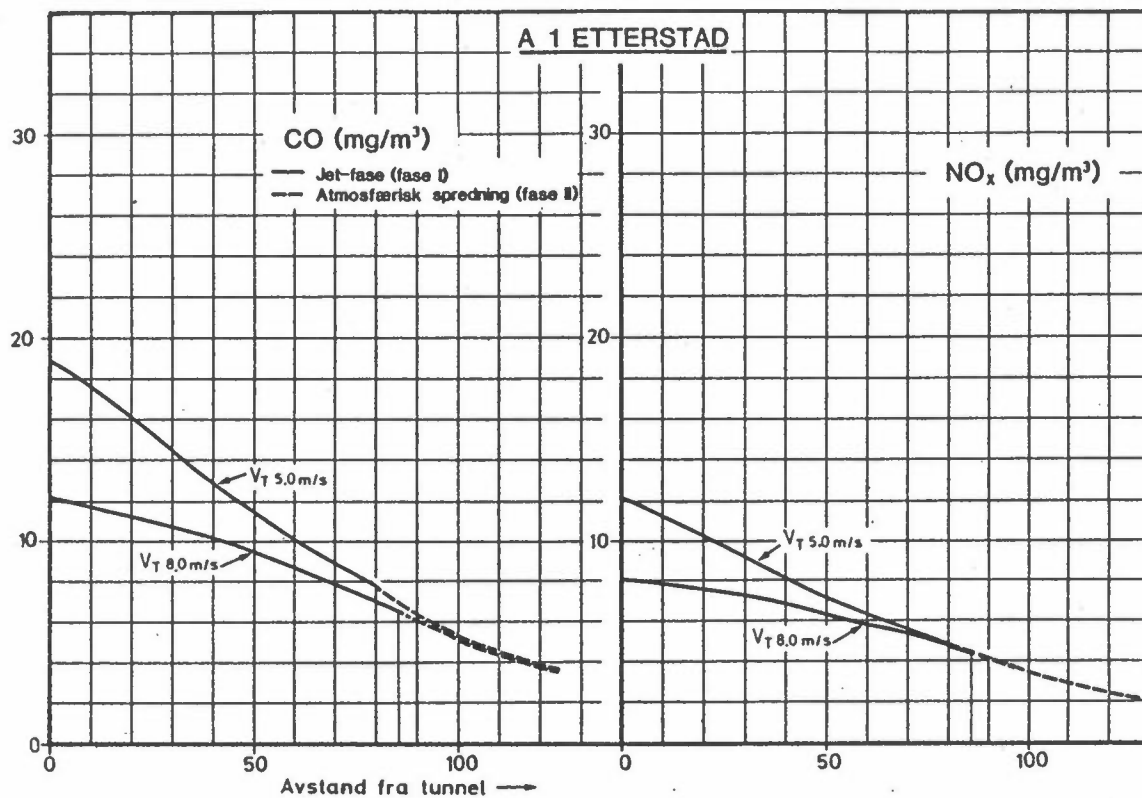
8 REFERANSER

- (1) Iversen, T. Forenklet metode for spredning ved veg-tunneler.  
Lillestrøm 1982. (NILU OR 27/82.)
- (2) Boström, C-E. Beräkningsmodell för bilavgaser.  
Persson, B. Revidering av preliminär beräknings-  
Christiansson, J. modell redovisad i december 1980.  
Solna, Statens naturvårdsverk 1982.
- (3) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Utarbeidet av arbeidsgruppe oppnevnt av SFT.  
Oslo 1982. (SFT-rapport nr. 38.)
- (4) Bertilsson, T. Emissioner från personbilar vid olika belastningsfall vid körning inomhus och utomhus, II. Studsvik, Statens naturvårdsverk, 1979. (SNV PM 1135).
- (5) Vegutforming. Oslo, Statens vegvesen, 1981. ISBN 82-7207-087-1.
- (6) Joranger, E. Oversikt over vinddata for Groruddalen.  
Gram, F. Lillestrøm 1978. (NILU TN 19/78.)
- (7) Grønskei, K.E. Beregning av sprednings- og eksponeringsforhold for visse luftforureningskomponenter i Oslo.  
Gram, F. Larssen, S. Lillestrøm 1982. (NILU OR 8/82.)
- (8) Larssen, S. Oversiktsmessig vurdering av luftforurensninger ved planlagt veisystem i Gamlebyen/Vålerenga/Tøyen i Oslo.  
Lillestrøm 1981. (NILU OR 49/81.)

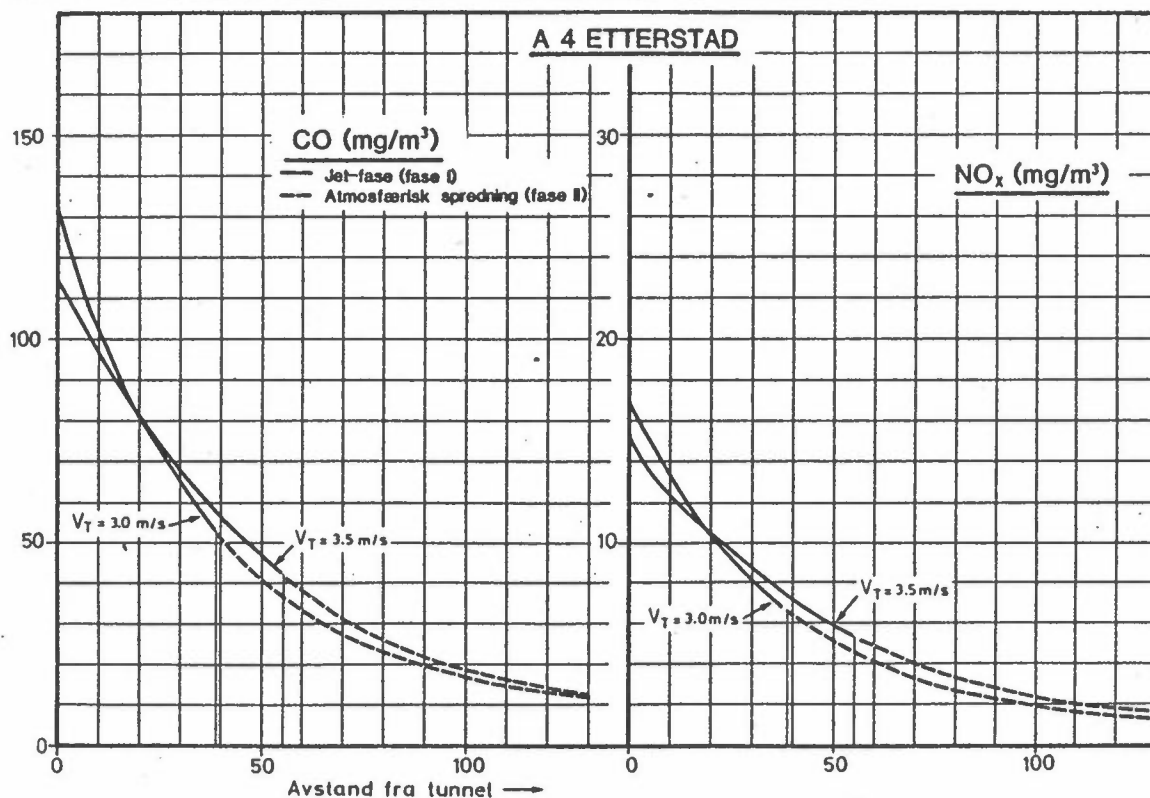
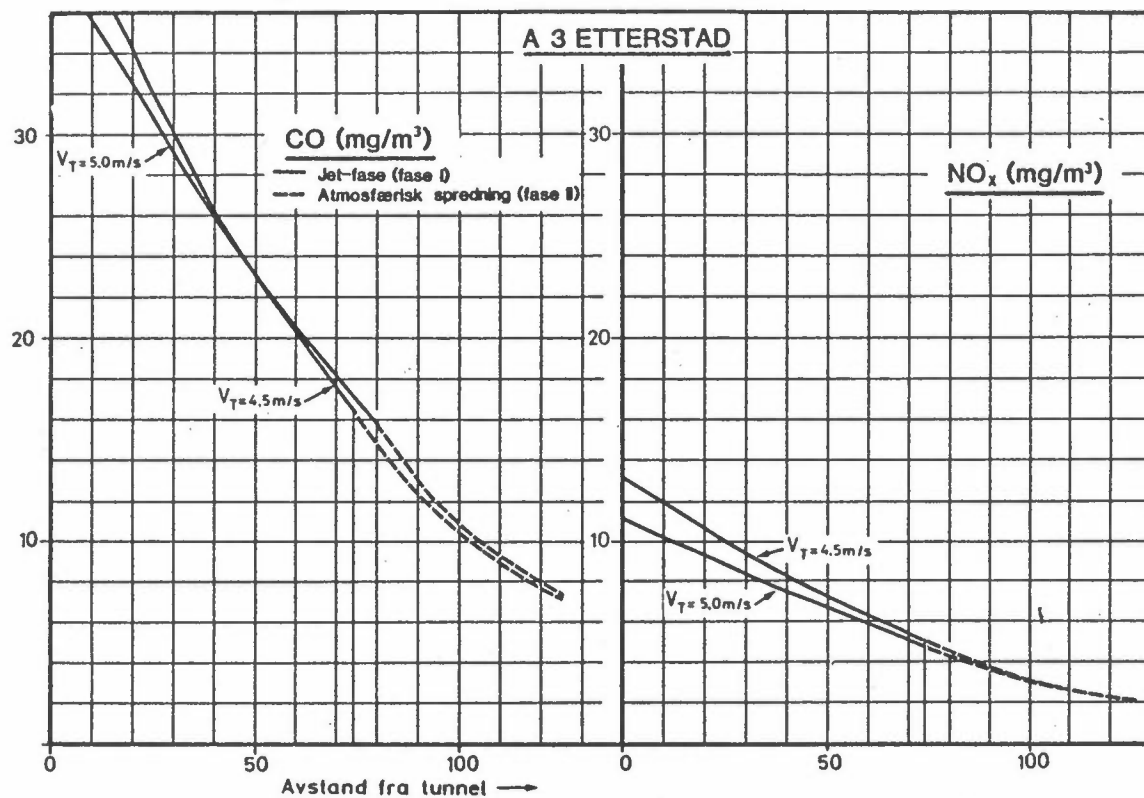




Figur 1: Anskueliggjøring av spredning ved tunnelmunningen på Etterstad. Lufthastighet i munningen: ca 3 m/s.

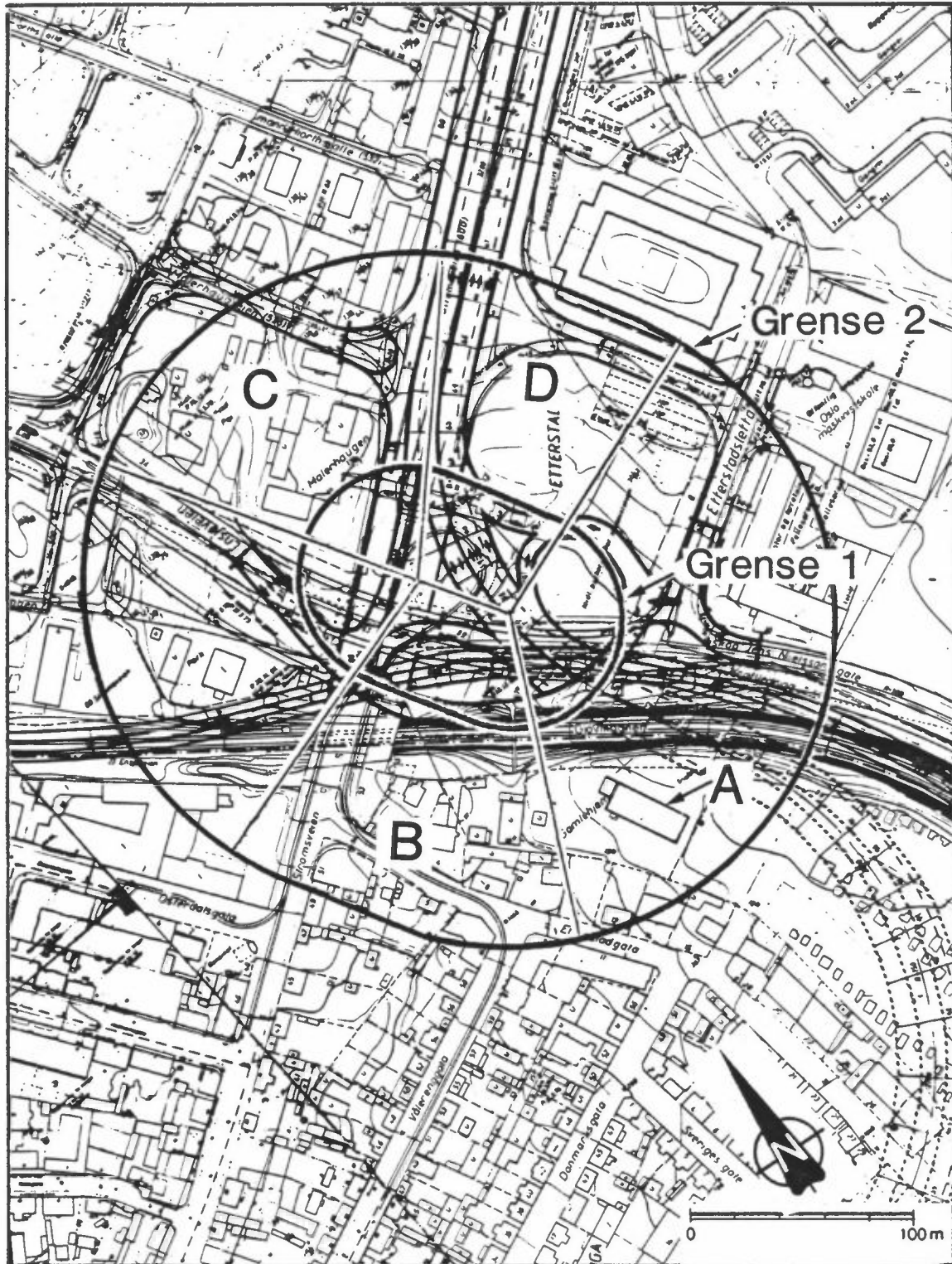


Figur 2: Konsentrasjonen av CO og NO<sub>x</sub> langs senter av forurensnings-skyen som funksjon av avstand fra tunnelmunningen ved Etterstad. Tilfeller A1 og A2.

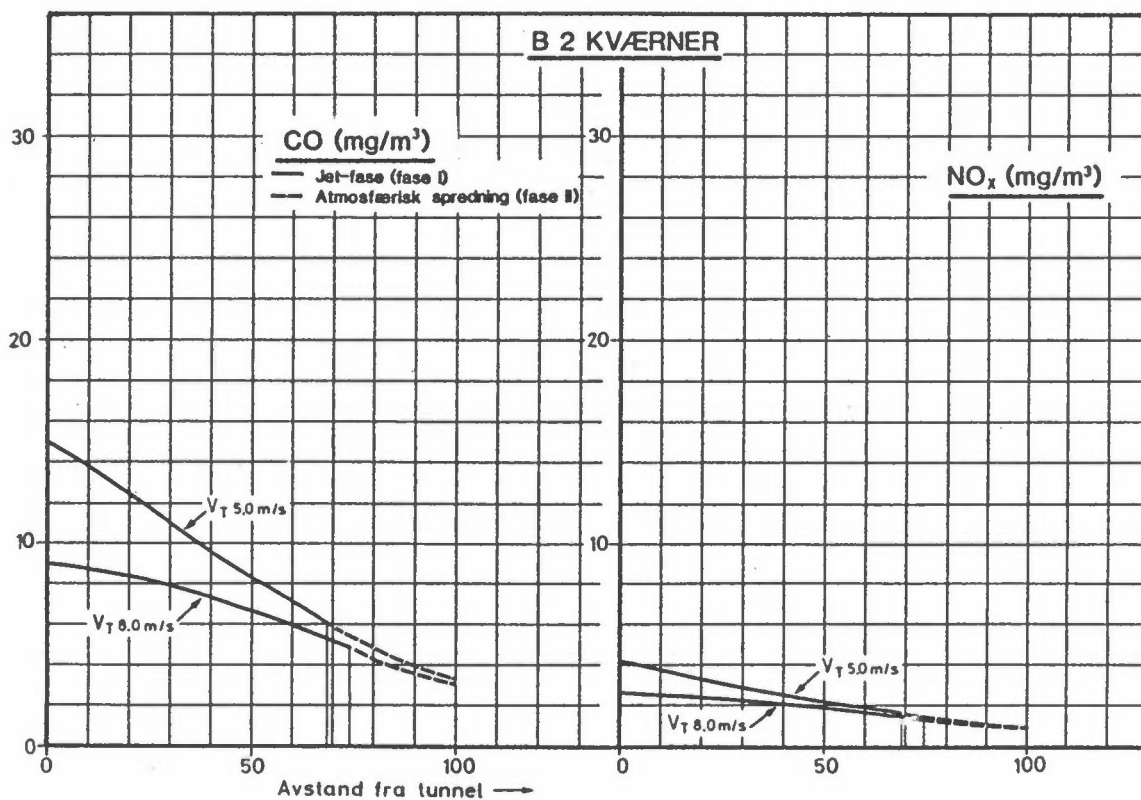
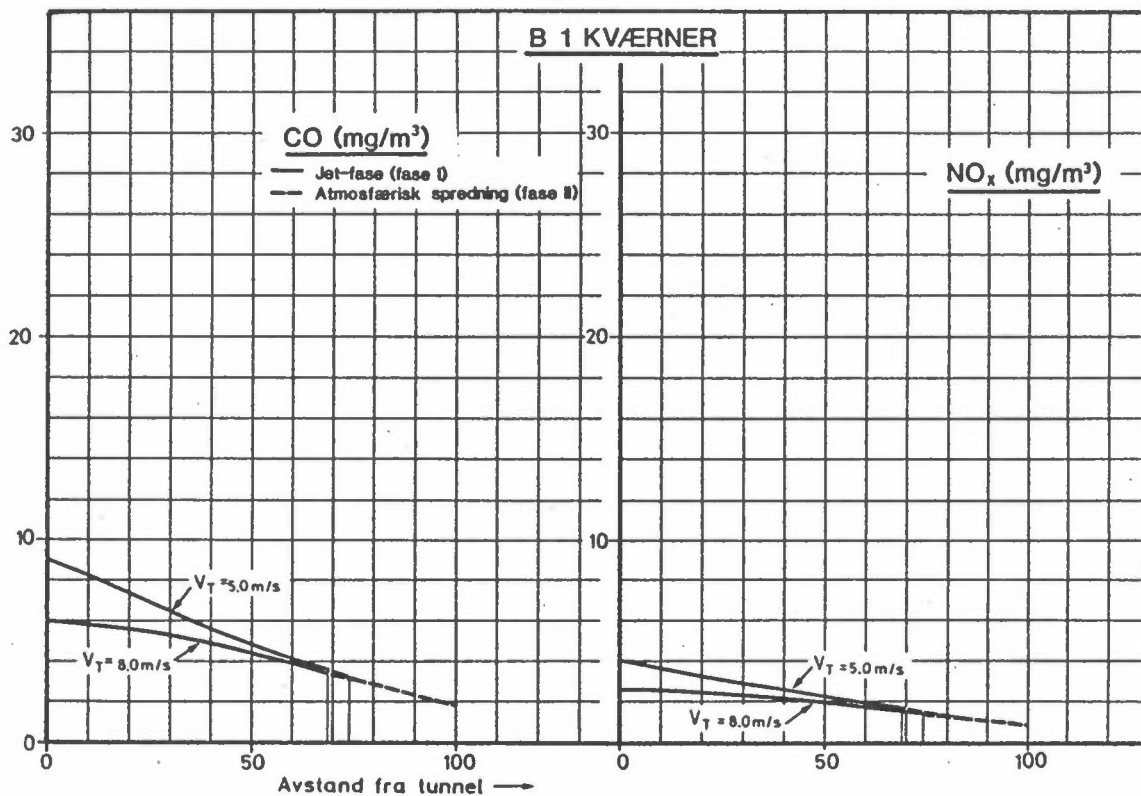


Figur 3: Konsentrasjonen av CO og NO<sub>x</sub> langs senter av forurensnings-skyen som funksjon av avstand fra tunnelmunningen ved Etterstad. Tilfeller A3 og A4.

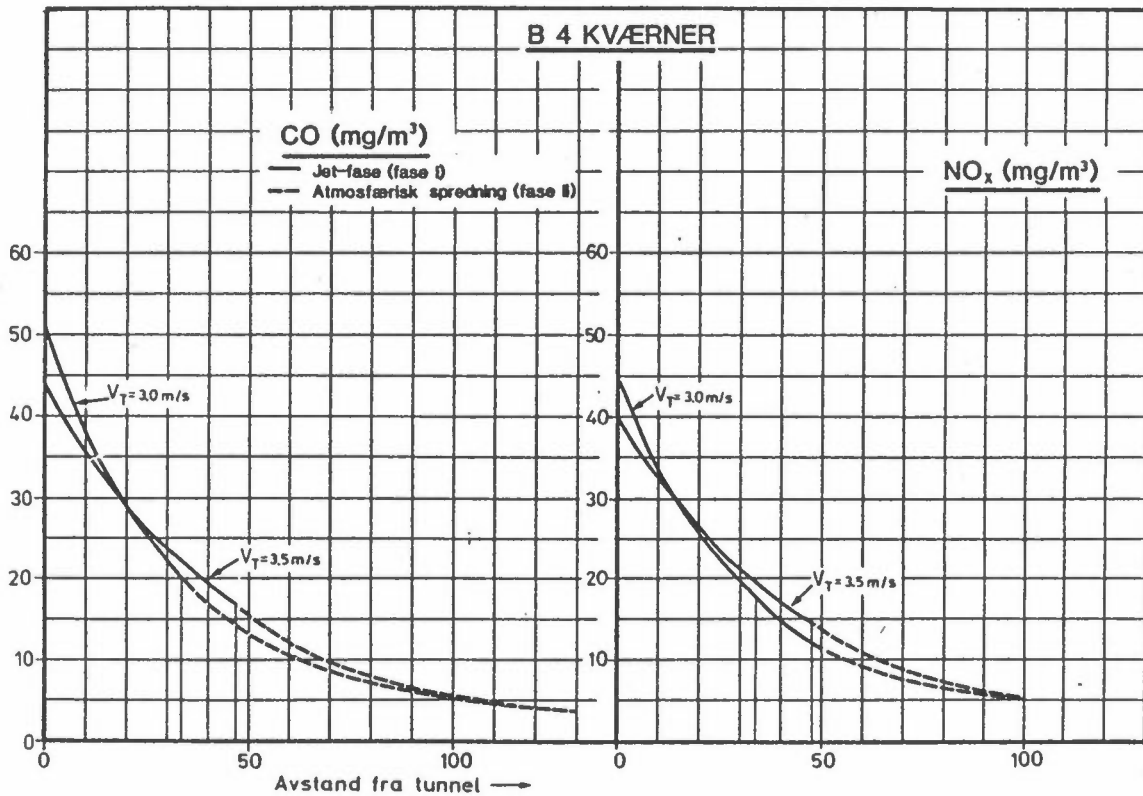
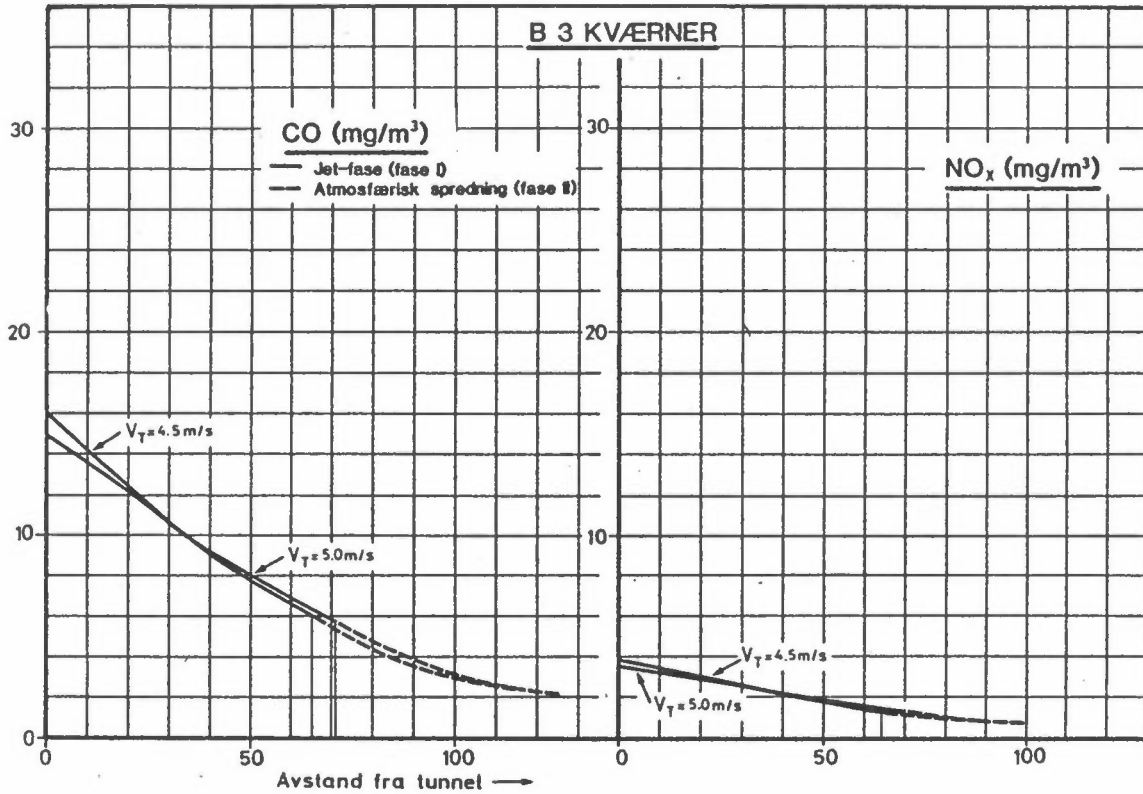




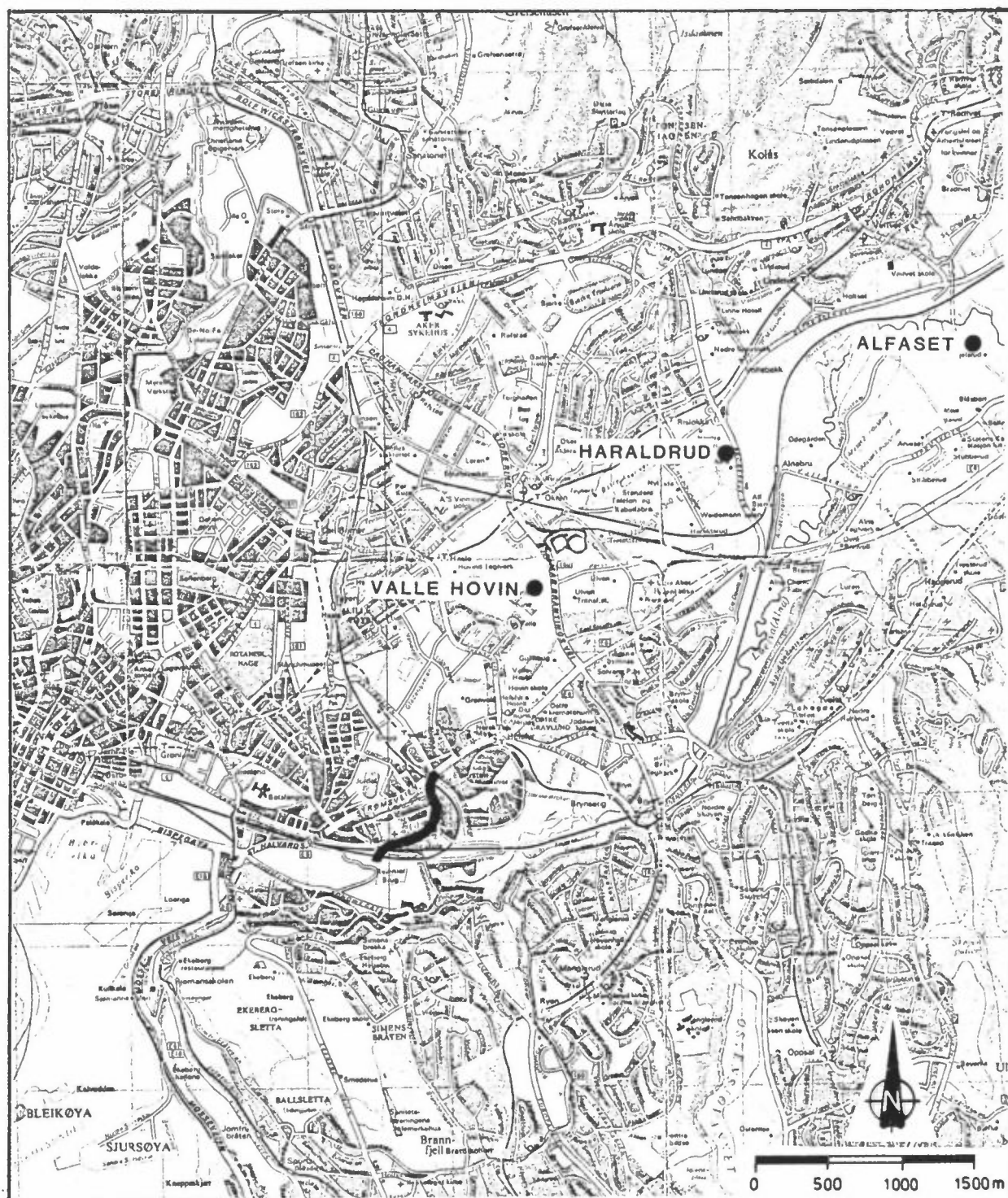
Figur 4: Angivelse av områder som kan belastes med  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner høyere enn ca  $0.2 \text{ mg/m}^3$ .  
 Grense 1: Ytre grense for slik belastning, når  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  er ca 10%.  
 Grense 2: Ytre grense for slik belastning, når  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  er ca 20%.



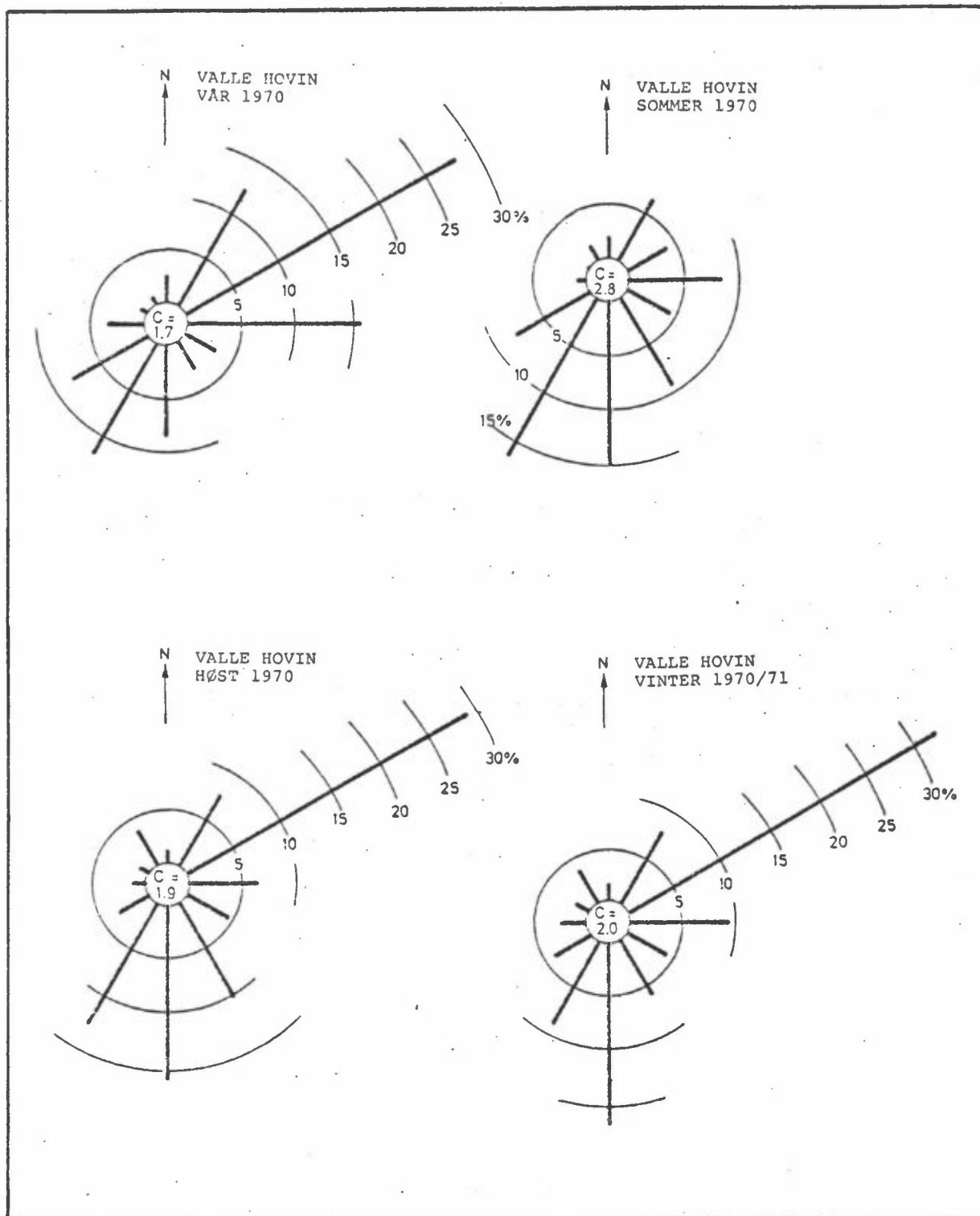
Figur 5: Konsentrasjonen av CO og NO<sub>x</sub> langs senter av forurensnings-skyen som funksjon av avstand fra tunnelmunningen ved Kværner. Tilfeller B1 og B2.



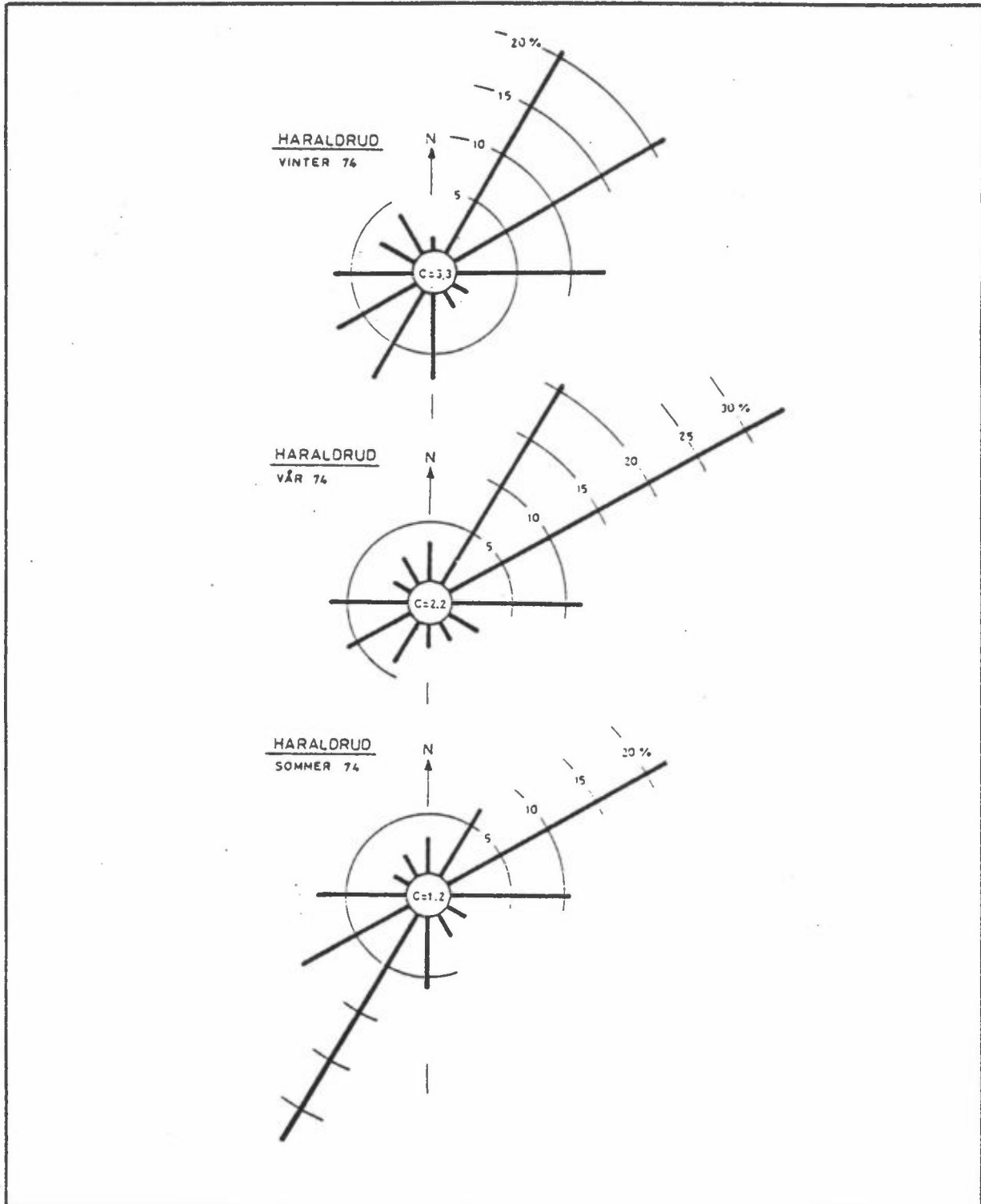
Figur 6: Konsentrasjonen av CO og NO<sub>x</sub> langs senter av forurensnings-skyen som funksjon av avstand fra tunnelmunningen ved Kværner. Tilfeller B3 og B4.



Figur 7: Vindmåleres plassering i forhold til Vålerengatunnelen.



Figur 8: Kvartalsvise vindroser for Valle Hovin, mars 1970 til februar 1971.

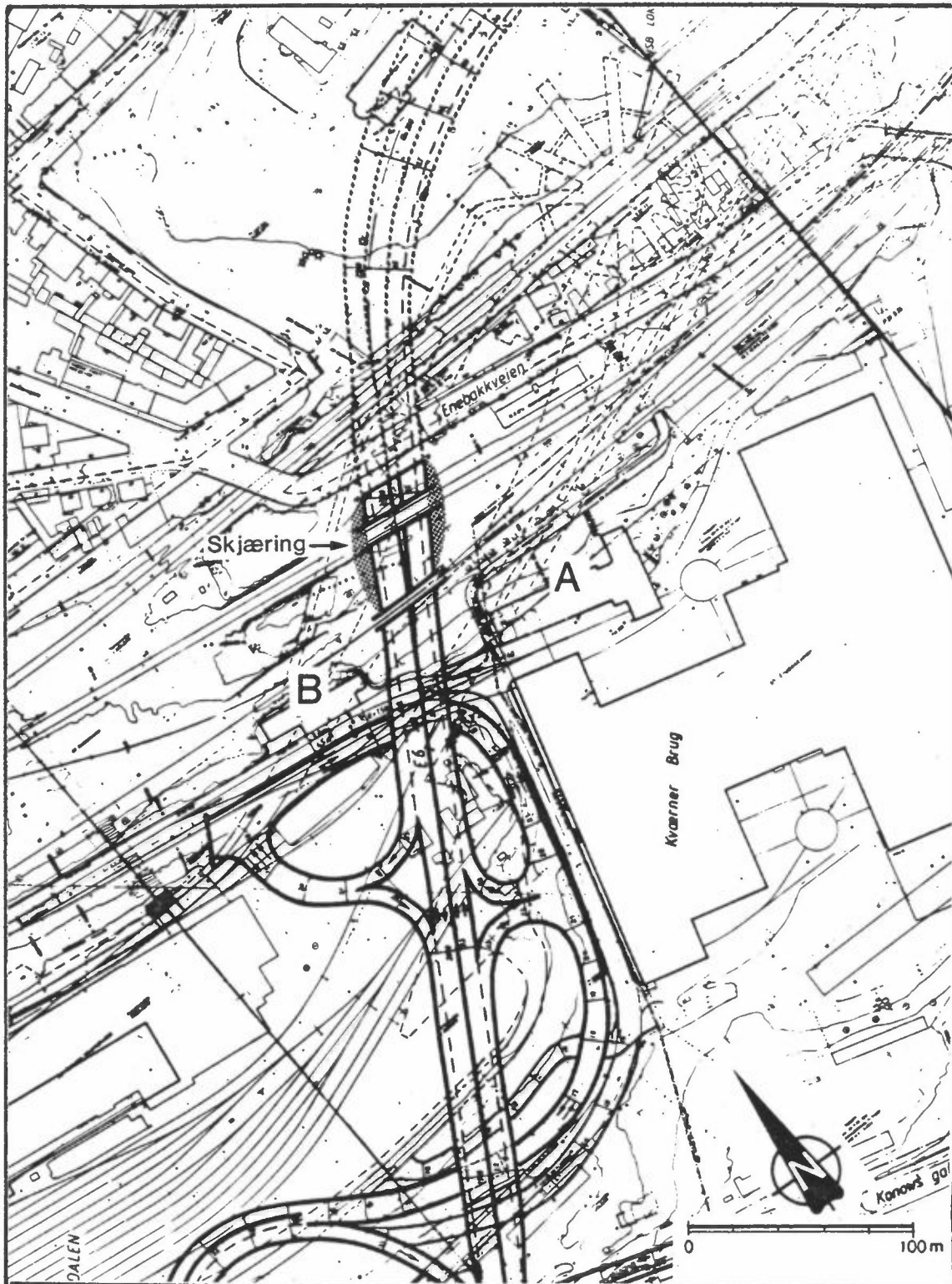


Figur 9: Kvartalsvise vindroser for Haraldrud, desember 1973 til august 1974.





Figur 10: Området ved nordgående tunnelmunning



Figur 11: Området ved sørgående tunnelmunning.





**VEDLEGG**

	Side
Vedlegg 1: Grenseverdier for luftkvalitet. Utdrag av SFT-rapport nr 38 (referanse nr 3).	43
Vedlegg 2: Skisser av tunneltverrsnitt v/munninger	47
Vedlegg 3: Døgn- og uke-variasjonskurve for trafikken gjennom Vålerenga-tunnelen	48
Vedlegg 4: Trafikktall for veisystemet	49
Vedlegg 5: Utdrag av veinormal 017	51
Vedlegg 6: Vindstatistikk for vindstasjonene Valle Hovin og Haraldrud.	53

**VEDLEGG 1**

Grenseverdier for luftkvalitet.  
Utdrag av SFT-rapport nr. 38 (referanse nr. 4).

## Sammendrag

En arbeidsgruppe ble opprettet av Statens forurensningstilsyn i 1979. Gruppen har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensning og skadevirkninger på helse og miljø (dose-effektforhold) for stoffene svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>), svevestøv, nitrogendioksyd (NO<sub>2</sub>), karbonmonoksyd (CO), fotokjemiske oksydanter, bly og fluorider. For samtlige stoffer, unntatt bly, har gruppen angitt luftkvalitetsgrenseverdier for helsevirkninger. For noen av komponentene oppstår skade på dyr eller vegetasjon ved tilsvarende eller lavere nivåer enn for helseskade. For disse stoffer har gruppen angitt grenseverdier også for slike virkninger. Grenseverdier for vegetasjonsskade er angitt for SO<sub>2</sub>, fotokjemiske oksydanter og fluorid og grenseverdier for skade på dyr er angitt for fluorid.

Med "grenseverdier for helsevirkninger" for et stoff menes her et eksponeringsnivå (den mengden av forurensning) som man ut fra nåværende viten antar befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger forekommer. Det er regnet med samvirke mellom stoffet og vanlig forekomst av de andre omtalte forurensninger. Det er tatt hensyn til spesielt følsomme grupper i befolkningen.

Grenseverdiene for skade på vegetasjon og dyr skal oppfattes på tilsvarende måte.

Gruppens oppgave har ikke vært å legge fram forslag til nasjonale bestemmelser om luftkvalitet (normer), men å presentere det kunnskapsgrunnlag om virkninger på helse og miljø som er nødvendig for å fastsette slike bestemmelser.

Arbeidsgruppen ønsker å fremheve at dagens kunnskaper om de ovennevnte stoffers dose-effektforhold er mangelfulle. Ved valget av de foreslåtte grenseverdier er det derfor

benyttet en sikkerhetsfaktor på mellom 2 og 5 for de ulike forurensningskomponenter. Dette betyr at man må opp i 2-5 ganger høyere eksponeringsnivåer enn de angitte grenseverdier før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Selv ved dette terskelnivået, er effektene på grensen av hva man kan påvise med dagens teknikk. De angitte grenseverdier bør derfor ikke tolkes slik at nivåer over grensen er definitivt farlige, mens lavere nivåer ikke kan medføre skader.

Arbeidsgruppen gjør videre oppmerksom på at forurenset luft vanligvis også inneholder andre skadelige komponenter enn de som her er omtalt. At grenseverdiene overholdes er derfor ingen garanti for at den forurensede luft er uten skadevirkninger.

I de tilfeller gruppen ikke har funnet grunnlag for å fastsette en bestemt verdi, er det angitt et konsentrasjonsområde.

I det etterfølgende oppsummeres de angitte grenseverdier i tabellform. Tallverdiene bør ikke anvendes uten at dette skjer i sammenheng med den ledsagende tekst i rapporten.

OVERSIKT OVER GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET ANGITT AV ARBEIDSGRUPPEN

Stoff	Måleenhet/ metode	Virkning på	Midlingstid					
			1 h	8 h	24 h	30 d	6 mndr.	
Svoveldioksyd (SO <sub>2</sub> ) <sup>a)</sup>	µg/m <sup>3</sup>	Helse			100-150			40-60
Svevestøv <sup>a)</sup>	"				100-150			40-60
Svoveldioksyd (SO <sub>2</sub> )	"	Vegetasjon	150		50			25
Nitrogendioksyd (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Helse	200-350		100-150			75
Karbonmonoksyd (CO)	mg/m <sup>3</sup>	Helse	25	10				
Fotokjemiske oksydanter	µg/m <sup>3</sup>	Helse	100-200					
"	målt ved ozon-innholdet	Vegetasjon	200					
Fluorider <sup>b)</sup>	µg F pr. m <sup>3</sup>	Helse			25			10
" <sup>b)</sup>		Dyr					0,2-0,4 <sup>d)</sup>	
" <sup>c)</sup>		Vegetasjon			1,0			0,3

a) Virkningen av de to komponenter forsterker hverandre når de kommer i luften. Forslaget til grenseverdier forutsetter at den forurensende luften inneholder begge komponenter.

b) Grenseverdi for totalfluorid.

c) Grenseverdi for gassformig fluorid.

d) Utgangspunktet for luftkvalitetsgrenseverdien er at høy og beitegras bare unntaksvis bør inneholde mer enn 30 mg fluor pr. kg tørrstoff. Dette er anslått å svare til en konsentrasjon av totalfluorid av størrelsesorden 0,2 - 0,4 µg F pr. m<sup>3</sup> luft.

Bly

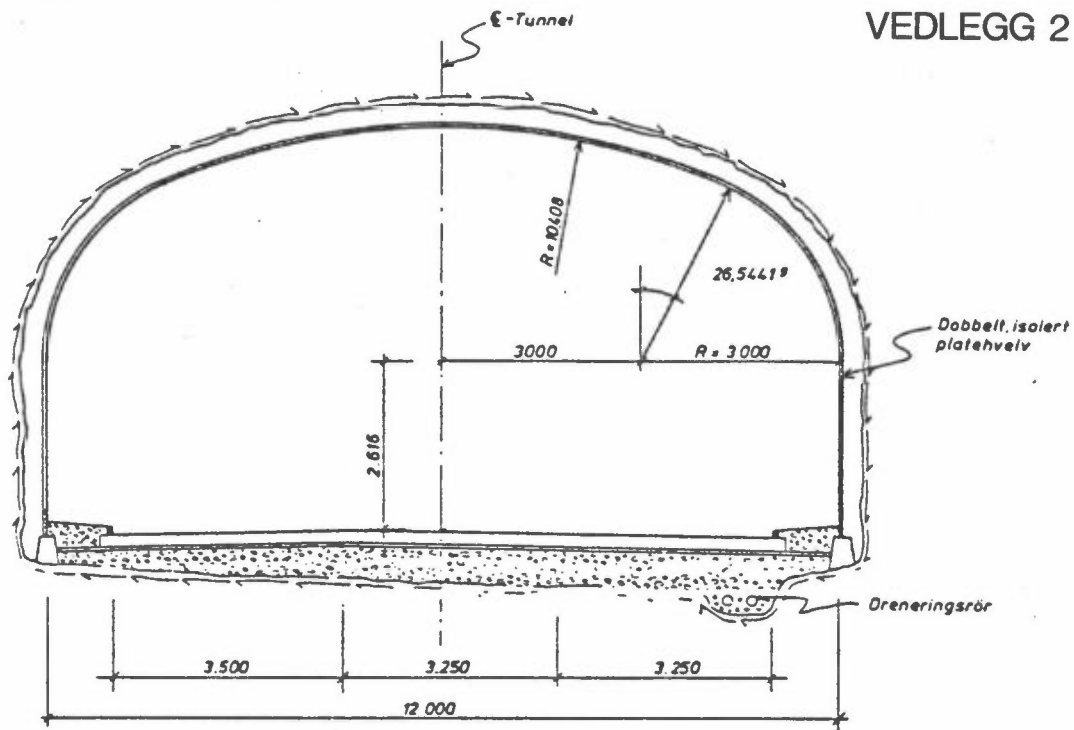
For bly har gruppen ikke funnet grunnlag for å angi en grenseverdi for luftkvalitet. Årsaken til dette er at blybelastningen ved direkte innånding bare representerer en mindre del av den totale blybelastning hos en person.

Blyinnholdet i blod kan benyttes som en indikator på den samlede blybelastning. Det datamaterialet gruppen har samlet inn tyder på at nedre grense for helseeffekter ligger på følgende blod-blynivåer:

Hos barn og gravide	30-40 µg/100 ml
Hos voksne for øvrig	40-50 µg/100 ml

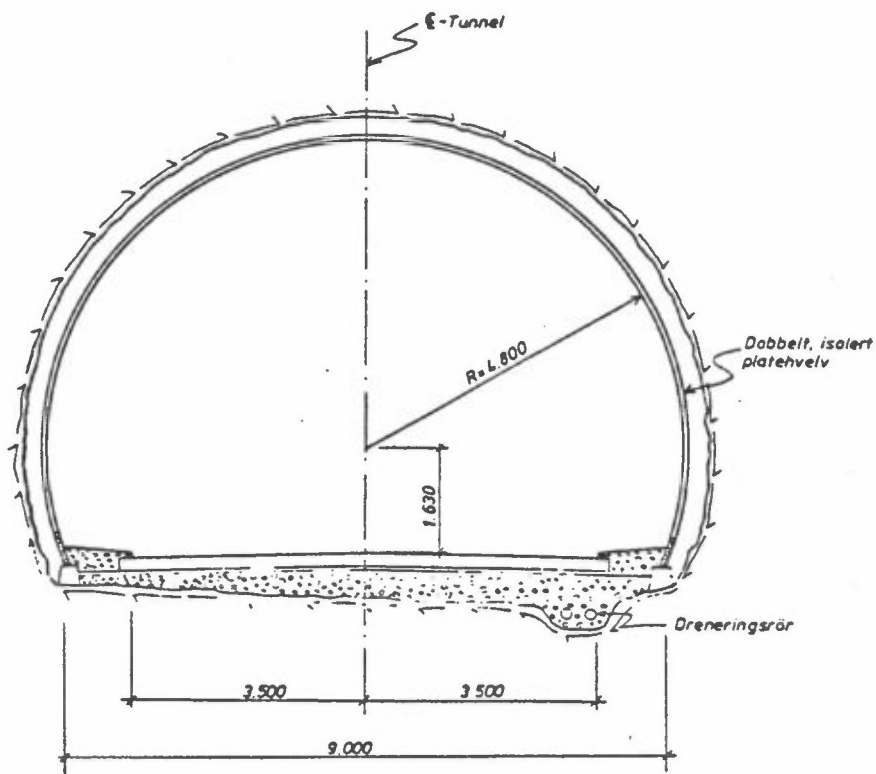
Utslipp av bly til luft kan føre til økt blybelastning både ved direkte innånding av bly i svevestøv og ved inntak av avsatt blyholdig støv i gater, forretninger, boliger, på gjenstander og matvarer. Især vil småbarn lett få i seg slikt blyholdig støv. Barn som vokser opp i bymiljøer der gjennomsnittskonsentrasjonene av bly i luften over lang tid er mer enn  $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , vil ha påvisbar økning av blynivået i blodet og hos enkelte vil det forekomme blypåvirkning av betydning for helsen.

VEDLEGG 2



Tverrsnitt 3-feltstunnel

Nordgående tunnel, Etterstad.



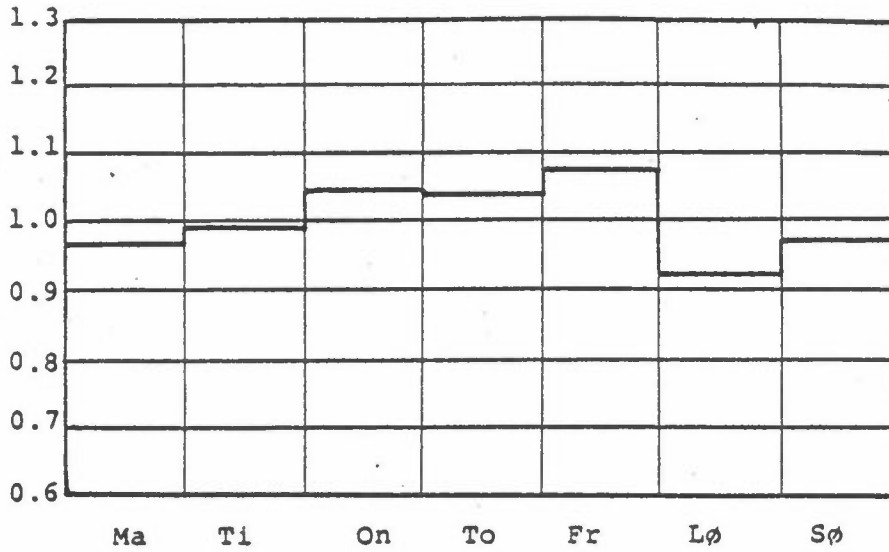
Tverrsnitt 2-feltstunnel

Sørgående tunnel, Kværner.



UKE- OG DØGNVARIASJONSKURVE FOR  
MOSSEVEIEN VED BEKKELAGET

( $\rho$ -verdi)

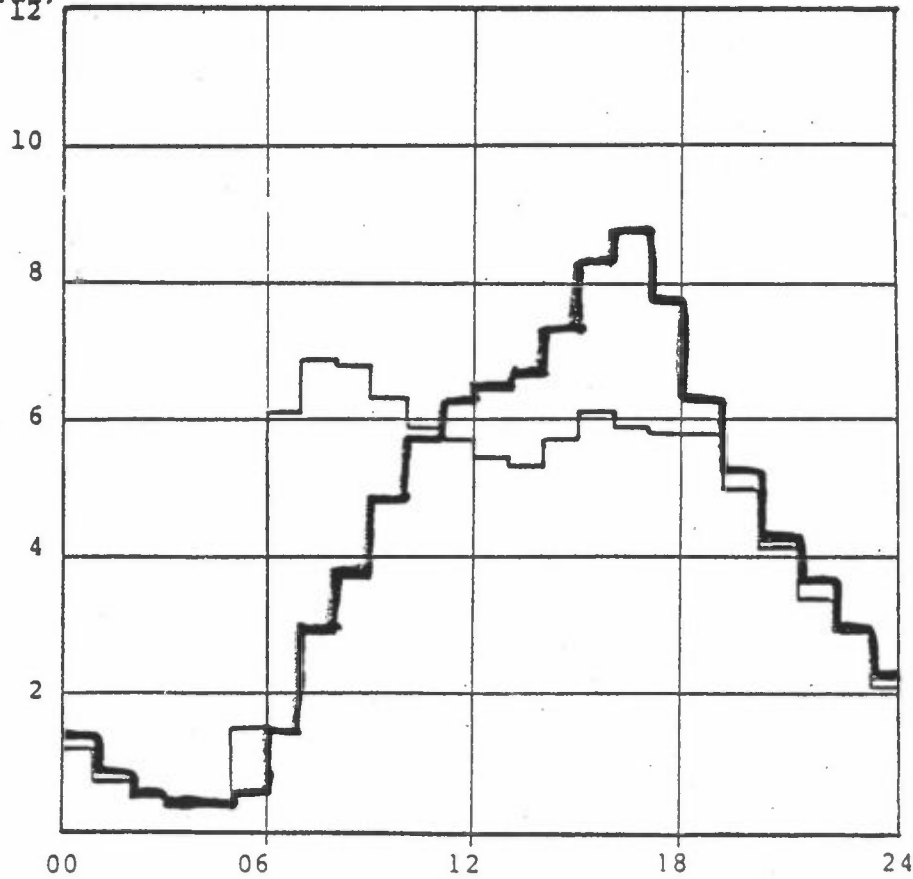


Ukegjennomsnitt

prosent  
av døgn-  
traff.

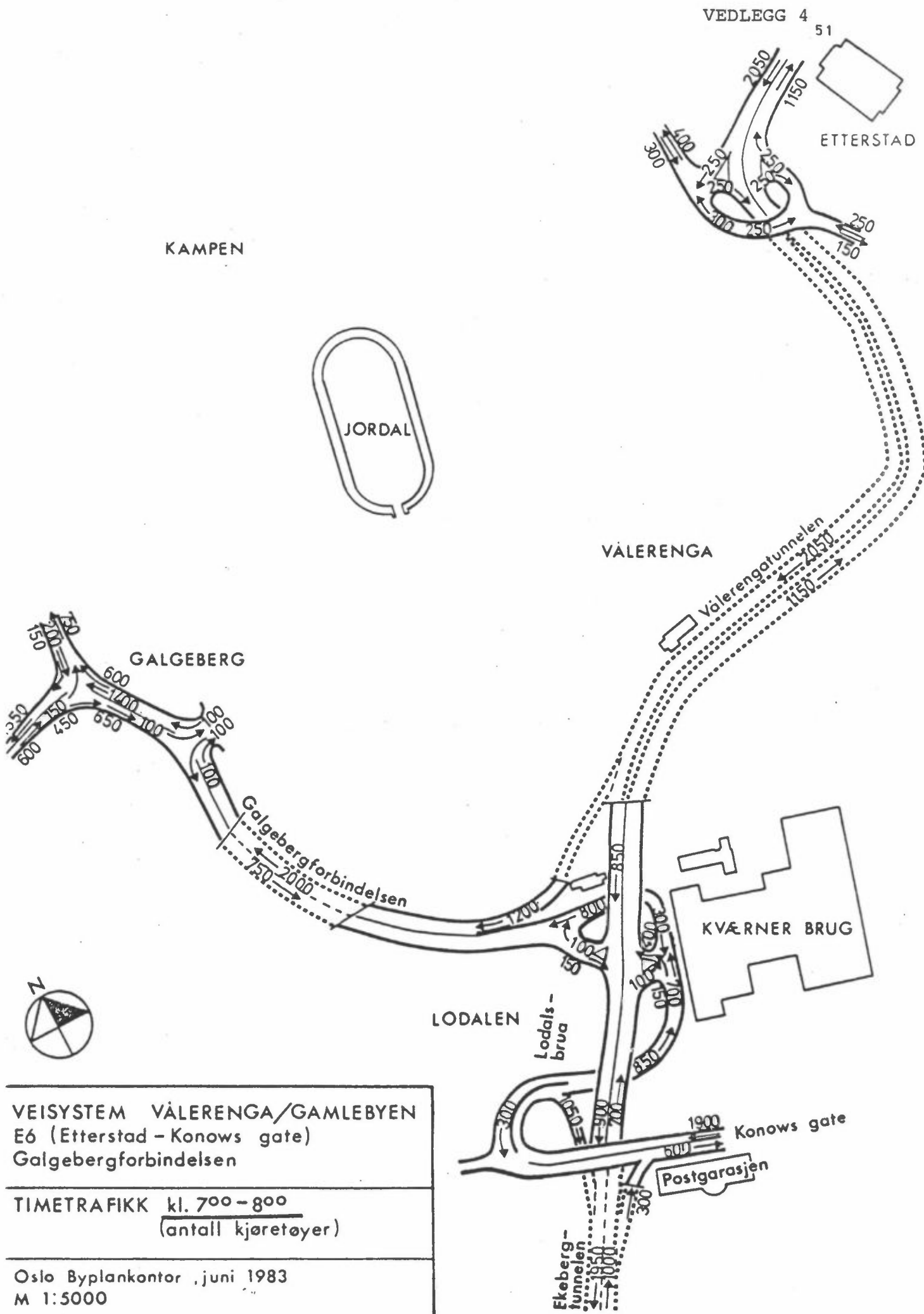
Ukevariasjonskurve

( $\alpha$ -verdi)



Døgnvariasjonskurve

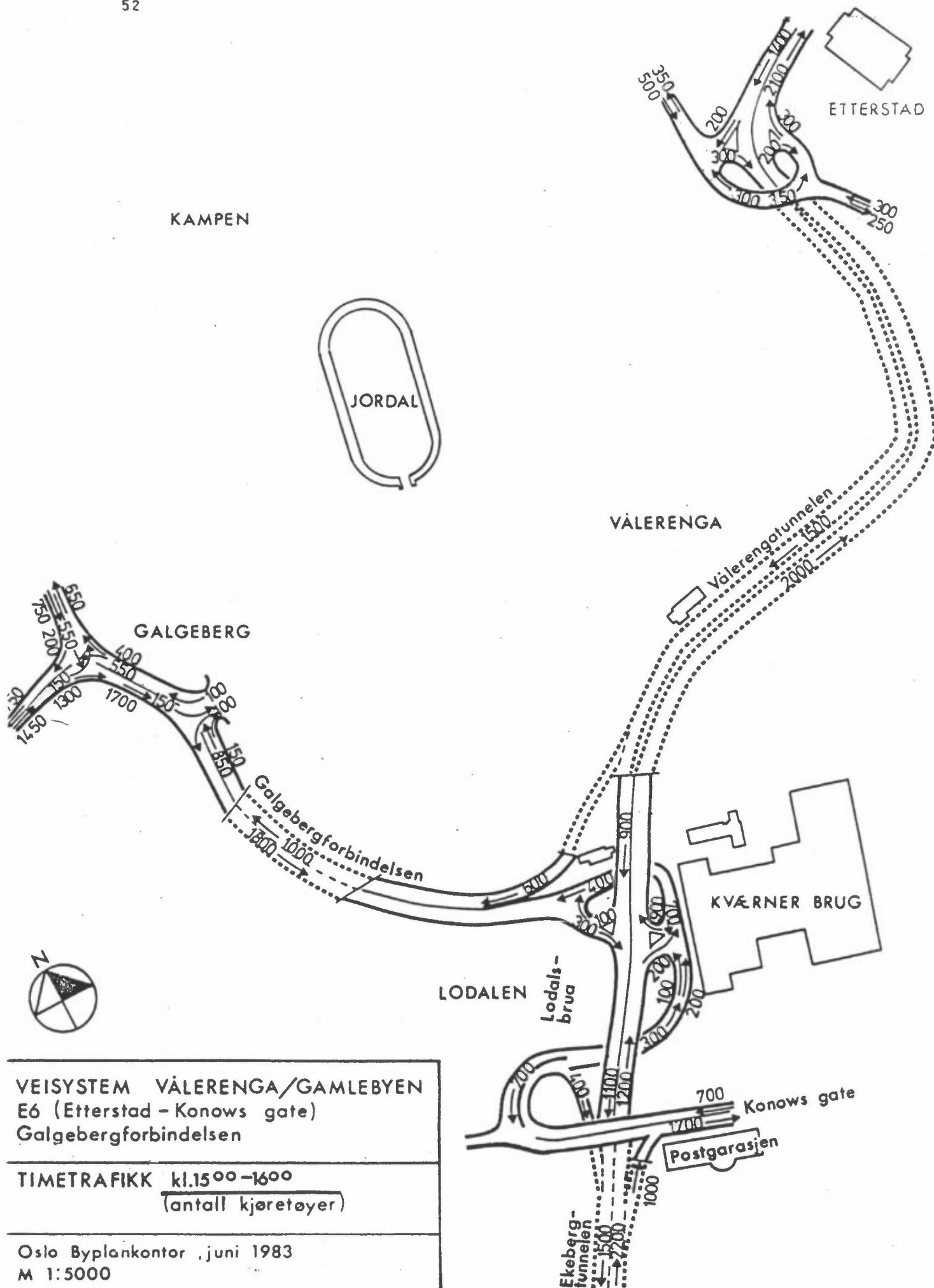
- Mot sentrum
- Fra sentrum



VEISYSTEM VÅLERENGA/GAMLEBYEN  
E6 (Etterstad - Konows gate)  
Galgebergforbindelsen

TIMETRAFIKK kl. 700 - 800  
(antall kjøretøyer)

Oslo Byplankontor , juni 1983  
M 1:5000



VEISYSTEM VÅLERENGA/GAMLEBYEN  
E6 (Etterstad - Konows gate)  
Galgebergforbindelsen

TIMETRAFIKK kl.15<sup>00</sup>-16<sup>00</sup>  
(antall kjøretøyer)

Oslo Byplankontor , juni 1983  
M 1:5000

## 12. VENTILASJON

**124. Ventilasjonskrefter****124.0 GENERELT**

De kreftene som forårsaker ventilasjon i en tunnel kan inndeles i tre:

- meteorologiske ventilasjonskrefter
- stempeleffekt fra kjøretøyer
- mekaniske ventilasjonskrefter

En tunnel vil vanligvis være utsatt for to eller alle ventilasjonskreftene samtidig, avhengig av om det er installert mekanisk ventilasjonsanlegg i tunnelen.

Ventilasjonen som skyldes meteorologiske krefter og stempeleffekt fra kjøretøyer betegnes som naturlig ventilasjon.

**124.1 NATURLIG VENTILASJON***Meteorologiske ventilasjonskrefter*

De meteorologiske ventilasjonskreftene er oftest ustabile og det kan være vanskelig å forutsi styrke og fordeling av de ulike bidragene. Dette gjelder spesielt for vindkrefter og innvirkning fra klimaskiller. Temperaturkreftene kan være noe mer stabile og lettere å få oversikt over. Måling av naturlig trekk anbefales der dette er mulig.

*Temperaturkrefter*

Forutsetningen for denne effekten er at tunnelinnslagene (evt. tverrslag og sjaktåpninger) ligger i ulik høyde og at det er en temperaturforskjell mellom luften i og utenfor tunnelen. Trykkdifferansen mellom tunnelinnslagene blir

$$\Delta p_T = \gamma_v \frac{\Delta T}{T_i} \Delta H (\text{N/m}^2) \quad (4)$$

hvor

$T_i$  = midlere lufttemperatur i tunnelen, °K

$\gamma_v$  = luftens spesifikke vekt ved nedre innslag, N/m<sup>3</sup>

$\Delta T$  = differansen mellom midlere lufttemperatur i tunnelen og lufttemperatur ved nedre innslag, °K

$\Delta H$  = høydeforskjell mellom tunnelinnslagene evt mellom innslag og sjaktåpninger, m

Trykkgradienten er rettet mot den høyeste av geo- eller lufttemperaturen. Når temperaturene er like, oppstår det labile tilstander. Dette er ofte tilfelle vår og høst.

*Stempeleffekten fra kjøretøy*

Når biler trafikerer en tunnel med en fart som er forskjellig fra lufthastigheten i tunnelen, vil de utøve et trykk (skyvekraft) mot luftmassene i tunnelen.

Den kraften som bilene utøver på luften i tunnelen (luftmotstanden) uttrykkes som

$$P_F = \frac{\rho}{2} \frac{\zeta_F \cdot A_F}{\left(1 - \frac{A_F}{A_T}\right)^2} (N_+(V_T - u)^2 - N_-(V_T + u)^2) \quad (6)$$

hvor

$P_F$  = "stempekraft", N

$\rho$  = luftens tetthet, kg/m<sup>3</sup>

$A_T$  = tunnelverrsnitt, m<sup>2</sup>

$A_F$  = biltverrsnitt

personbiler  $A_F \sim 2 \text{ m}^2$

lastebiler og busser  $A_F \sim 4-8 \text{ m}^2$

$\zeta_F$  = formfaktor for å finne effektiv motstandsflate

personbiler  $\zeta_F \sim 0,5$

lastebiler og busser  $\zeta_F \sim 1,0-1,7$

$N_+$  og  $N_-$  = antall biler inne i tunnelen på et gitt tidspunkt i dimensjonerende time som kjører med dimensjonerende fart, med (+) og mot (-) luftstrømmen

$V_T$  = trafikkfart, m/sek

$u$  = lufthastighet, m/sek

#### A. Tunneler med énvegs trafikk.

For énvegstrafikerte tunneler kan formølen for den kraft som bilene utøver på luften i tunnelen forenkles til:

$$P_F = \frac{\rho}{2} \frac{\zeta_F \cdot A_F}{\left(1 - \frac{A_F}{A_T}\right)^2} N (v_T - u)^2 \quad (7)$$

Stempeleffekten kan redusere den naturlige utlufting når kjøreretningen er motsatt trekkretningen.

#### B. Tunneler med trafikk i begge retninger.

Når det går trafikk i begge retninger, blir stempeleffekten helt eller delvis eliminert. Figur 124.1 viser den reduksjonsfaktor  $f_{M-}/M_+$  som lufthastighet,  $u$ , må multipliseres med når det går trafikk i begge retninger. Det er forutsatt at trafikkfarten er den samme i begge kjøreretninger.



# NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

**NILU**

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

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 1/84	ISBN--82-7247-452-2
DATO JANUAR 1984	ANSV.SIGN. BO	ANT. SIDER 54
TITTEL Vurdering av luftforurensning ved veitunnel gjennom Vålerenga		PROSJEKTLEDER S. Larssen
FORFATTER(E) Steinar Larssen Trond Iversen		NILU PROSJEKT NR. 0-1021
OPPDRAGSGIVER Oslo Vegvesen		TILGJENGELIGHET** A
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Luftforurensning      Biltrafikk      Tunnel		OPPDRAGSGIVERS REF.
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Det er vurdert i hvilken grad forurensningsutslippet fra munningene til den planlagte Vålerenga-tunnelen vil belaste områdene i nærheten. En har også vurdert endringene langs veisystemet i tilknytning til tunnelen.		
TITLE Evaluation of the air pollution associated with the Vålerenga road tunnel in Oslo.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines.) An evaluation of to which degree the air pollution emissions from the tunnel openings and the road system adjacent to the tunnel will effect the neighbouring areas.		

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