

NILU : OR 73/94  
REFERANSE : O-94066  
DATO : DESEMBER 1994  
ISBN : 82-425-0632-9

# **Luftforurensning**

## **Beregninger for Store Ringvei fra Sogn til Nydalen**

**Charlotte Torp**

---

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Metode, inngangsdata og beregningsforutsetninger.</b> ....	<b>9</b>
2.1 Beregningene gjelder maksimalkonsentrasjoner .....	9
2.2 Valg av konsentrasjonsnivå for isokurver.....	9
2.3 Beregningsmetode for konsentrasjoner langs enkeltlenker.....	10
2.4 Konsentrasjoner omkring tunnelmunninger og kryss.....	11
2.5 Inngangsdata og forutsetninger .....	11
2.6 Usikkerhet .....	13
<b>3. Resultater</b> .....	<b>13</b>
3.1 Lokal forurensning i beregningsområdet.....	13
3.2 Overholdelse av normene for tunnelluft .....	22
3.3 Forholdet mellom maksimalkonsentrasjoner og normalkonsentrasjoner ....	22
<b>4. Forslag til tiltak</b> .....	<b>27</b>
<b>5. Referanser</b> .....	<b>29</b>
<b>Vedlegg A: Generelt om luftforurensning fra trafikk</b> .....	<b>31</b>
<b>Vedlegg B: Inngangsdata til veiberegningene</b> .....	<b>39</b>
<b>Vedlegg C: Inngangsdata og beregningsresultater for tunnelene</b> .....	<b>43</b>



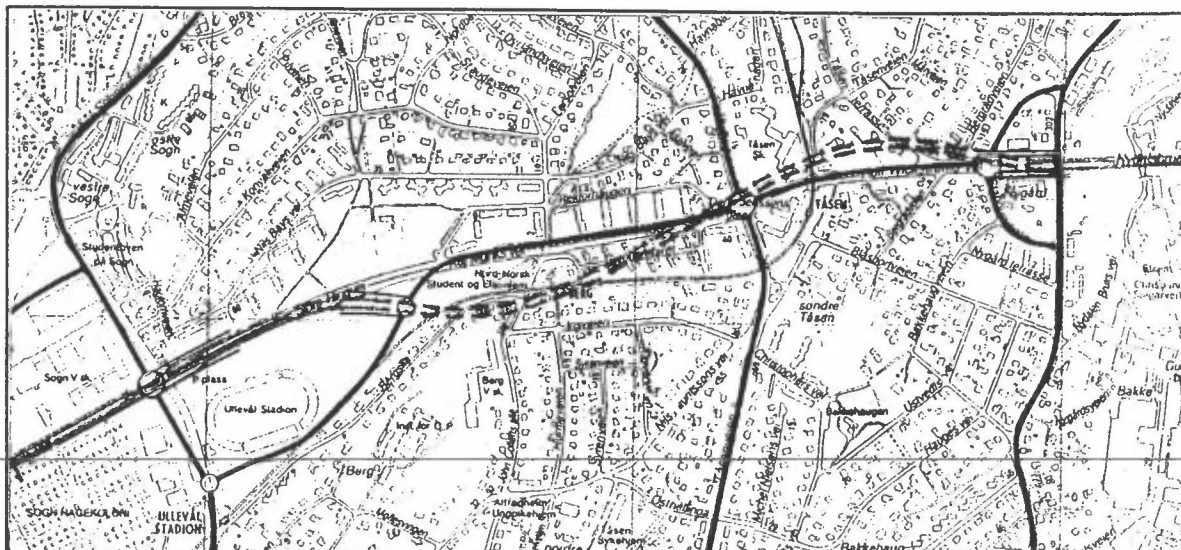
## Sammendrag

Det er gjort beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning langs Store Ringvei fra krysset ved Sogn til Nydalen, samt langs de tre kryssende lokalveiene Sognsveien, Nordbergveien/Tåsenveien og Maridalsveien. Tunnelen vil gi en stor forbedring i luftkvaliteten for de som er bosatt langs den delen av Store Ringvei som avlastes.

Ved noen boliger nærmest østre tunnelmunning vil konsentrasjonene av  $\text{NO}_2$  i forurensningsepisoder kunne bli 2 ganger SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium. For  $\text{PM}_{10}$  kan overskridelse av 2 ganger luftkvalitetskriteriet til SFT forekomme i et belte på om lag 100 m på hver side av Store Ringvei, og ikke bare i munningsområdet. Konsentrasjoner opp mot de beregnede maksimal-konsentrasjonene opptrer anslagsvis 5-10 ganger pr. år, avhengig av meteorologiske forhold.

### Beregningssituasjonen

- Store Ringvei er lagt i toløpstunnel fra øst for Ullevål Stadion til Maridalsveien. Tunnelløpet er vist på oversiktskartet i figur A.
- Det er bygget planfritt kryss mellom Store Ringvei og Sognsveien
- Beregningsår 2005 .
- Køsituasjon og en situasjon med god trafikkflyt.
- Komponenter  $\text{NO}_2$  (nitrogendioksid) og  $\text{PM}_{10}$  (svevestøv).
- Svært dårlige spredningsforhold for luftforurensning.



Figur A: Beregningsområdet med avmerking av planlagt tunnellop.

Det er  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{10}$  som i dag i størst grad gir overskridelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterer både i byer og tettsteder generelt, og i enda større grad langs veier. Trafikken er dominerende kilde til disse komponentene.

Beregningene gjelder episoder med høy forurensning, som for  $\text{NO}_2$  inntreffer på kalde, vindstille dager med inversjon, og for  $\text{PM}_{10}$  i den tørre delen av piggdekk-sesongen. I slike forurensningsepisoder vil det generelle konsentrasjonsnivået i beregningsområdet (bakgrunnsforurensningen) være på nivå med SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. For å få fram effekten av den lokale trafikken på luftforurensningen, er det derfor gjort beregninger for 1,5 og 2,0 ganger SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for  $\text{NO}_2$  ble i 1992 redusert fra 200 til 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , basert på ny viten om sammenhengen mellom konsentrasjoner og helseeffekter på mennesker.

### **Tunnelmunningsområdene**

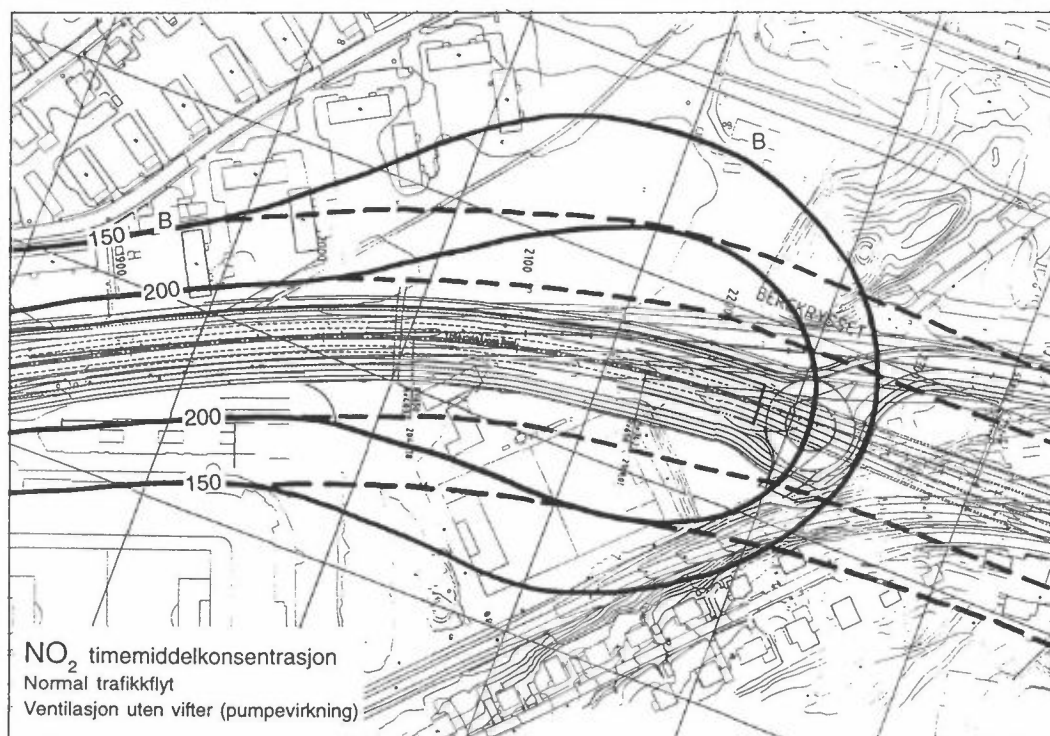
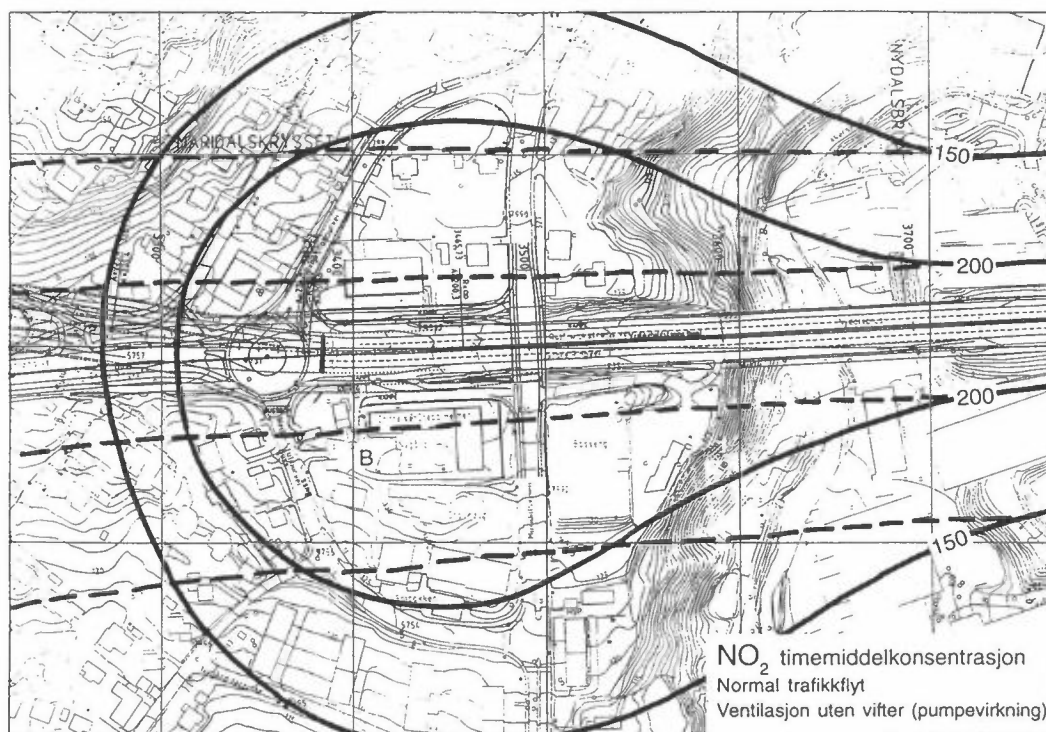
Kart med isolinjer for maksimalt forurensningsnivå beregnet ved hver munning i situasjoner med god trafikkflyt, er vist i figur B og C. Figur D viser konsentrasjonsbildet for  $\text{NO}_2$  dersom østgående løp forlenges frem til Maridalsveien.

Isolinjer for bidrag fra veien dersom tunnelen ikke bygges er også vist på figurene. Omkring de to tunnelmunningene kan trafikken gi konsentrasjoner opp til to ganger SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for  $\text{NO}_2$ . Området der disse konsentrasjonene forekommer omfatter en del bolighus. Det er flere bolighus som eksponeres ved østre enn ved vestre munning.

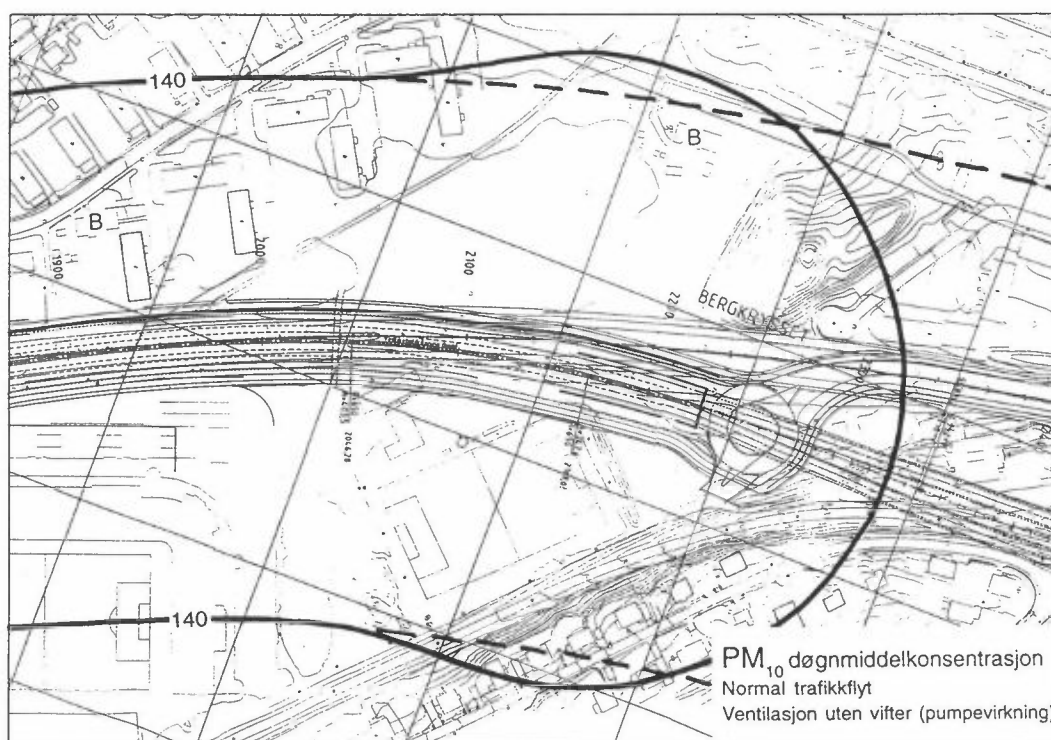
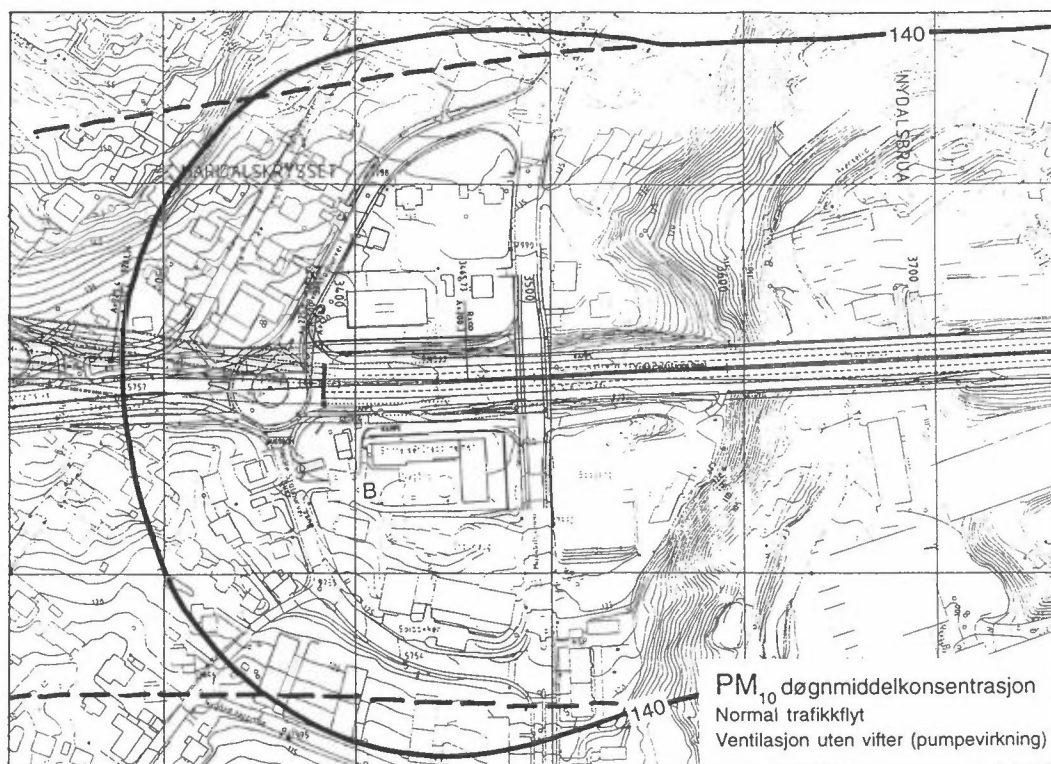
For  $\text{PM}_{10}$  fremgår det av figurene at munningsutslippet har mindre betydning enn for  $\text{NO}_2$ . Årsaken til dette er hovedsakelig at  $\text{PM}_{10}$  er beregnet som døgnmiddelkonsentrasjon, mens  $\text{NO}_2$  er beregnet som timemiddelkonsentrasjon. Dersom  $\text{PM}_{10}$  hadde blitt beregnet som timemiddelkonsentrasjon ville bildet blitt mer som for  $\text{NO}_2$ .

Vi vil spesielt peke på følgende sårbare områder som med de foreliggende planene vil eksponeres for høye konsentrasjoner av luftforurensning:

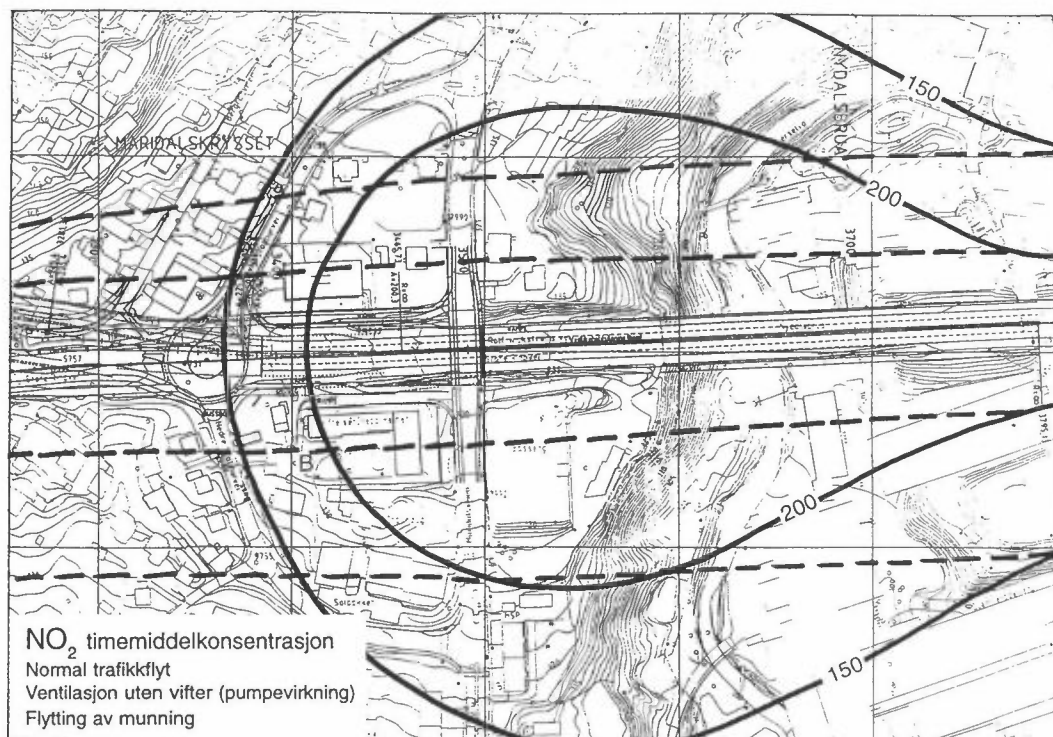
- Greppheimen; et hjem for alenemødre og deres barn. Østre munning er i utgangspunktet planlagt plassert ca. 50 m nordvest for denne.
- Barnehagen rett nord for vestre munning.



Figur B: Isokonsentrasjonslinjer for timemidlere  $\text{NO}_2$  ved de to tunnelmunningene i situasjoner med god trafikkflyt.  
Stiplede linjer viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.



Figur C: Isokonsentrasjonslinjer for døgnmidle PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner ved de to tunnelmunningene.  
Stiplede linjer viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.



Figur D: Isokonsentrasjonslinjer for timemiddelkonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved østre tunnelmunning, i en situasjon der løpet er forlenget i flukt med Maridalsveien.  
 Stiplede linjer viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.

### Delen av Store Ringvei som går i dagen

Noen bolighus nord for Ringveien ved Ullevål Stadion vil i forurensningsepisoder eksponeres for høye konsentrasjoner. Utenfor Sogn Videregående skole ligger det en barnehage med ugunstig plassering med tanke på forurensningseksponering.

### Delen av dagens Store Ringvei som avlastes

Langs dagens Store Ringvei mellom Ullevål Stadion og Maridalsveien, som gjøres om til lokalvei, vil luftforurensningen reduseres kraftig. Konsentrasjoner på samme nivå som SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier vil likevel kunne forekomme i episoder med høy forurensning som følge av utslippene fra den totale trafikken ellers i området (de nærmeste kilometrene). Et grovt anslag for situasjonen før og etter tunnel er vist i tabell A.



Tabell A: Maksimalkonsentrasjoner i år 2005 av  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{10}$  langs Store Ringvei på strekningen der tunnelen er planlagt, basert på gitte trafikale forutsetninger.

	Uten tunnel	Med tunnel
ÅDT	50 000	5 000
Kjørehastighet i snitt (km/h)	80	50
Tungtrafikkandel (%)	10	7
Timemiddel, $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	220	110
Døgnmiddel $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	580	70

### Andre lokalveier

Langs de tre lokalveiene Sognsveien, Nordbergveien/Tåsenveien og Maridalsveien er det ingen av de bosatte som i følge beregningene eksponeres for over  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  eller  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{PM}_{10}$ . Situasjonen i forurensningsepisoder langs disse veiene illustreres bra ved å se på konsentrasjonene 10 m fra veikant, som vist i tabell B.

Tabell B: Konsentrasjoner 10 m fra veikanten av  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{10}$  langs lokalveier som krysser den aktuelle delen av Store Ringvei.

Bakgrunnskonsentrasjonene er henholdsvis 94 og  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier er på henholdsvis 100 og  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Veinavn	Nr	Fra - til	Timemiddel-konsentrasjon $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Døgnmiddel-konsentrasjon $\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Maridalsveien	1	Nydalsvn - Store Ringvei	105	65
Maridalsveien	2	Store Ringvei.-Carl Kjelsens vei	120	80
Tåsenvn	3	Voldsløkka - Tåsen	115	70
Nordbergvn.	4	Tåsen - Sognsvn.	110	65
Sognsveien	5	John Colletts Plass-Ny tverrvei bak Ullevål Stadion	125	80
Ny tverrvei bak Ullevål Stadion	6		125	65
Sognsvn.	7	Ny Tverrvei bak Ullevål Stadion - Store Ringvei	120	80
Sognsvn.	8	Store Ringvei - Ny tverrvei bak Sogn videregående	105	80
Sognsvn.	9	Ny tverrvei-Carls Kjelsens vei	120	80
Ny tverrvei bak Sogn videregående	10		105	60
Tidligere Store Ringvei	11	Bergkrysset - Tåsen	105	60
Tidligere Store Ringvei	12	Tåsen - Nydalen	115	70

# Luftforurensning

## Beregninger for Store Ringvei fra Sogn til Nydalen

### 1. Innledning

På oppdrag fra Grøner VeVaPlan har Norsk institutt for luftforskning (NILU) utført luftforurensningsberegninger i forbindelse med utbygging av Store Ringvei fra Sogn til Nydalen. Utbyggingen innebærer bl.a. bygging av tunnel under Tåsen. Beregningene skal danne grunnlag for detaljplanlegging av veg-, kryss- og tunnelløsningene, og gjelder det som tidligere er omtalt som alternativ S III.

I tillegg til Store Ringvei, dekker beregningene de lokalveiene som i størst grad påvirkes av utbyggingen, dvs. Sognsveien, Nordbergveien/Tåsenveien og Mari-dalsveien. Beregningene er kun gjort for situasjonen etter utbygging. Det er gjort en forenklet sammenligning med situasjonen der dagens veinett beholdes.

Nitrogendioksid ( $\text{NO}_2$ ) og svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) er de to komponentene som i størst grad overskrider SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier i trafikkbelastede områder i dag. Utstrekningen av soner med overskridelse av ulike konsentrasjonsnivåer for  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{10}$  omkring veier, kryss og tunnelmunninger er beregnet og fremstilt på kart. Bakgrunnen for valg av komponenter er omtalt i vedlegg A.

### 2. Metode, inngangsdata og beregningsforutsetninger.

#### 2.1 Beregningene gjelder maksimalkonsentrasjoner

Beregningene gjelder de maksimale konsentrasjoner som kan oppstå. For  $\text{NO}_2$  inntreffer episoder med maksimale konsentrasjoner i situasjoner med rushtidstrafikk og svært dårlige spredningsforhold, mens for  $\text{PM}_{10}$  vil de maksimale konsentrasjonene inntreffe i episoder med tørre veier og stort veistøvdepot, gjerne kombinert med dårlige spredningsforhold. Dårlige spredningsforhold inntreffer gjerne vinterstid, på kalde vindstille dager med inversjon. Hyppigheten av dårlige spredningsforhold og situasjoner med tørre veier i piggedekksesongen varierer fra år til år.

#### 2.2 Valg av konsentrasjonsnivå for isokurver

Konsentrasjonsvariasjonene av  $\text{NO}_2$ - og  $\text{PM}_{10}$ -konsentrasjoner i beregningsområdet er fremstilt i form av isokurver som gjelder visse konsentrasjonsnivåer. Nivåene er valgt på følgende bakgrunn:

---

SFTs luftkvalitetskriterier for  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{NO}_2$  er på henholdsvis  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som døgnmiddelkonsentrasjon, og  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som timemiddelkonsentrasjon. Bakgrunnsforurensningen i beregningsområdet er i de forurensningsepisodene beregningene gjelder antatt å være ca.  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{PM}_{10}$ , og ca.  $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{NO}_2$ . Bakgrunnskonsentrasjonen skyldes hovedsakelig de totale utslippene fra

trafikken i Oslo. Bakgrunnsforurensningen ligger tett oppunder luftkvalitetskriteriet for begge komponenter.

Tatt i betraktning usikkerheten i anslaget for bakgrunnsforurensning og i beregningsmetoden, kan man si at bakgrunnsforurensningen er på nivå med luftkvalitetskriteriene i de episodene beregningene gjelder. For å få frem effekten på luftforurensning av trafikken på Store Ringvei og i tunnelen, er det derfor tegnet isolinjer for høyere konsentrasjonsnivåer:

- 150 og 200  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$
- 140  $\mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$

Kurvene representerer værste forurensningssituasjon i et hvert punkt. Isokurvene nord for Ringveien gjelder f.eks. situasjoner med vind fra sør, og kurvene sør for Ringveien gjelder ved nordlig vind.

### 2.3 Beregningsmetode for konsentrasjoner langs enkelttenker

For å beregne konsentrasjoner langs enkelttenker, der kryssutslippene ikke influerer, er modellen VLUFT 3.0 benyttet. Langs Store Ringvei er beregningsresultatene fremstilt som isolinjer for utvalgte konsentrasjonsnivåer. Langs lokalveiene er konsentrasjoner 10 m fra veikant presentert. VLUFT-modellen bygger på resultater av målinger ved trafikkerte veier gjennom en årrekke, og den er "kalibrert" til å gi rimelig god overenstemmelse mellom målte og beregnede konsentrasjoner. Modellen er beskrevet i "Brukerveiledning og Dokumentasjon for VLUFT 3.0" (Torp, Tønnesen og Larssen, 1993).

#### *NO<sub>2</sub>-beregning i VLUFT*

Utslipp av NO<sub>x</sub> beregnes i VLUFT på veilenkenivå som funksjon av trafikkmengde og kjørehastighet i makstimen, fordelingen mellom kjøretøyklasser og stigning på veiene. NO<sub>x</sub>-utslippene består av NO og NO<sub>2</sub>, med NO som dominerende komponent. Andelen NO<sub>2</sub> av NO<sub>x</sub> er funksjon av kjøretøyklasse og stigning.

Konsentrasjonene av NO<sub>2</sub> som funksjon av avstand fra veikanten er beregnet ved hjelp av spredningsmodeller for linjekilder. Konsentrasjonen i et gitt punkt vil være summen av NO<sub>2</sub> fra trafikken, bybakgrunnsforurensningen av NO<sub>2</sub> og bakgrunnsforurensningen av bakkenært ozon. Bakgrunnsforurensningen av ozon har betydning fordi NO oksideres til NO<sub>2</sub> ved hjelp av ozon. Med tiden vil forøvrig all NO oksideres videre til NO<sub>2</sub> eller HNO<sub>3</sub>, men dette skjer ikke innenfor den tiden gassene oppholder seg i det nære gatemiljøet.

---

#### *PM<sub>10</sub>-beregning i VLUFT*

Svevestøv måles vanligvis i to størrelsesfraksjoner; PM<sub>10</sub> (partikler med diameter mindre enn 10  $\mu\text{m}$ ) og PM<sub>2,5</sub> (partikler med diameter mindre enn 2.5  $\mu\text{m}$ ). PM<sub>10</sub> domineres av veistøv, mens PM<sub>2,5</sub> domineres av eksospartikler. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for døgnmiddelkonsentrasjoner gjelder PM<sub>10</sub>, og beregningene er derfor gjort for denne komponenten. Konsentrasjonene av PM<sub>10</sub> i VLUFT er beregnet på bakgrunn av utslipp av eksospartikler og forholdet mellom

målte maksimalkonsentrasjoner av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ . Bakgrunnsforurensningen av  $PM_{10}$  er lagt til bidraget fra veien/tunnelen.

#### 2.4 Konsentrasjoner omkring tunnelmunninger og kryss

I tillegg til utslippene langs enkeltlenker, må det tas hensyn til utslipp omkring kryss- og tunnelmunninger. Det var tre større kryssystemer i beregningsområdet. For konsentrasjoner omkring disse er den forenklete kryssmodulen i VLUFT benyttet.

For tunnelen er NILUs tunnelprogrammer NOXCO og TUN-ALL benyttet. Det første beregner munningskonsentrasjoner av  $NO_2$ , nødvendig ventilasjons-hastighet for overholdelse av tunnelnormene og pumpevirkning på grunnlag av data om tunnelgeometrien og trafikken. Det siste beregner spredning fra tunnelmunningen for en gitt meteorologisk situasjon. Det er antatt vindhastighet 1 m/s og stabil sjiktning av atmosfæren. Basert på spredningsberegningene i TUN-ALL, er det tegnet isokonsentrasjonslinjer for  $NO_2$  og  $PM_{10}$ . Summering av bidraget fra veier og tunnelmunninger er foretatt manuelt.

$PM_{10}$ -beregningene for områdene rundt tunnelmunningene er usikre. Tunnelspredningsmodellen NILU har utviklet gjelder timemiddelkonsentrasjoner, og for  $PM_{10}$  ønsker vi å beregne døgnmiddelkonsentrasjoner siden SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium er angitt for denne midlingstiden. Beregningene av døgnmiddelkonsentrasjoner av  $PM_{10}$  er derfor basert på målinger NILU foretok i og utenfor Vålerengatunnelen i 1989 (Larssen, 1990), samt antagelser om vindvariasjonen i et episodedøgn. Dette er beskrevet nærmere i kapittel 2.5.

#### 2.5 Inngangsdata og forutsetninger

Trafikktall for morgenrusstrafikk og døgntrafikk er levert av Taugbøl og Øverland, som vist i vedlegg B.

For Store Ringvei har NILU generert lenkefil til VLUFT, basert på opplysninger fra oppdragsgiver og Taugbøl og Øverland. Lenkefilen for lokalveiene er hentet fra filen som Asplan Østlandet benyttet i beregningene for de ulike alternativene høsten/vinteren 1993 til bruk i meldingen som ble utarbeidet. Trafikktallene på disse lenkene er korrigert av NILU ut fra opplysningene fra Taugbøl og Øverland. Lenkefilen for lokalveier med kart som viser lenkenes plassering er vist i vedlegg B.

#### *Bakgrunnsforurensning*

- 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som døgnmiddelkonsentrasjon av  $PM_{10}$
- 94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som timemiddelkonsentrasjon av  $NO_2$

Disse er antatt å gjelde i forurensningsepisoder i hele beregningsområdet. Dette er i tråd med anbefalte standardverdier som er angitt i VLUFT, og er basert på målinger NILU har foretatt i byer og tettsteder i Norge, samt prognoser for utviklingen frem til 2005.

***Tunnelgeometri***

- Lengde 1 200 m,
- munningsareal 50 m<sup>2</sup>,
- maksimal høyde i munningen 6,3 m.

***Trafikk***

- maksimal timetrafikk i tunnelen 2 240,
- døgntrafikk i tunnelen 22 400,
- tungtrafikkandel 10% på Store Ringvei,
- tungtrafikkandel 7% på lokalveiene
- kjørehastighet, normal trafikkflyt 80 km/h på Store Ringvei,
- kjørehastighet, kø 30 km/h på Store Ringvei,
- kjørehastighet 50 km/h på lokalveiene

***Piggdekkbruk for Store Ringvei og lokalveier:***

- 80% lettpiggdekk og 20% piggfritt,
- lettpiggdekk gir 80% reduksjon av PM<sub>10</sub> i forhold til piggdekk,
- piggfrie dekk gir 50% reduksjon i forhold til piggdekk,

***Utslipp***

Det er antatt en NO<sub>2</sub>-andel av NO<sub>x</sub> på 10%. Dette er en konservativ antagelse, som antagelig vil føre til et visst overestimat.

***Beregning av døgnmiddelkonsentrasjon av PM10 omkring munningene***

Følgende resonnement ble fulgt:

Høyeste munningskonsentrasjon som ble målt i Vålerengatunnelen tilsvarte en døgnmiddelkonsentrasjon på 275 µg/m<sup>3</sup>. Vålerengatunnelen har lengde 820 m og ÅDT 15 000, mens Tåsentunnelen får lengde 1 200 m og ÅDT 22 400. Som en grov tilnærming antar vi derfor dobbelt så høy maksimal munningskonsentrasjon i Tåsentunnelen som i Vålerengatunnelen.

⇒ Maksimal døgnmiddelkonsentrasjon av PM<sub>10</sub> i munningene av Tåsentunnelen = 550 µg/m<sup>3</sup>.

Et tunnelmunningsutslipp behandles grovt sett som en punktkilde. For å oppnå høy døgnmidlere PM<sub>10</sub>-konsentrasjon i en sektor ut fra en punktkilde, kreves svak vind med stabil retning mot denne sektoren over flere timer.

Meteorologisk antagelse for et "episodedøgn" for begge munninger:

- 5 t svak vind fra nordøst i løpet av et døgn,
- 3 t svak vind fra sør i løpet av et døgn.

Resten av tiden i episodedøgnet vil det blåse fra andre retninger eller vindstyrken vil øke, slik at spredningsforholdene bedres.

## 2.6 Usikkerhet

Som for en hver modellberegning er det knyttet en usikkerhet til resultatene fra VLUFT som bl.a. skyldes:

- Usikkerhet i prognosene for teknologisk utvikling og effekten på luftforurensning av denne.
- Usikkerhet i spredningsmodellene.
- Usikkerhet i inngangsdata.

Ved at modellen er testet i forhold til måledata har man en rimelig sikkerhet for at beregningene ligger på riktig nivå. Vi har pr. i dag ikke grunnlag for å gi noe numerisk anslag for usikkerheten.

Modellen er mer usikker for PM<sub>10</sub> enn for NO<sub>2</sub>. Det er flere grunner til dette:

- Det eksisterer ikke like omfattende måleserier for PM<sub>10</sub> som for NO<sub>2</sub>.
- Modellen for PM<sub>10</sub> er nyere og har i mindre grad blitt testet mot målinger.
- Det er stor usikkerhet knyttet til effekten av endret piggdekkbruk.
- PM<sub>10</sub> beregnes som døgnmiddel, og NO<sub>2</sub> som timemiddel. For å beregne døgnmiddelkonsentrasjoner trengs meteorologiske data for beregningsområdet, noe som i praksis ikke alltid er tilgjengelig. I dette tilfellet har vi måttet støtte oss på meteorologiske data fra Blindern, og ellers benytte skjønn for å vurdere meteorologien.

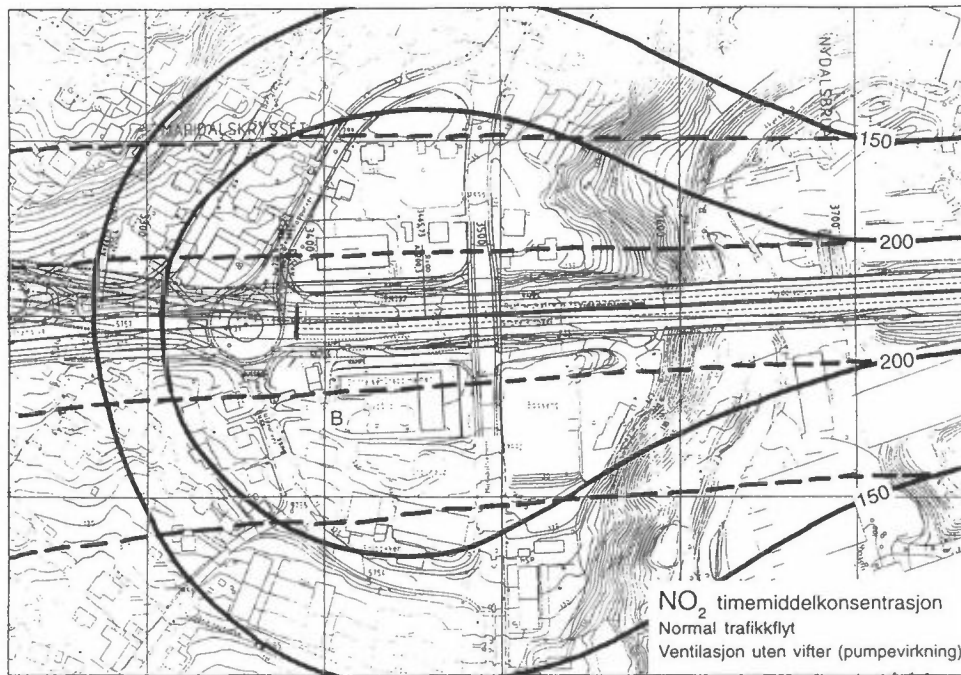
## 3. Resultater

### 3.1 Lokal forurensning i beregningsområdet

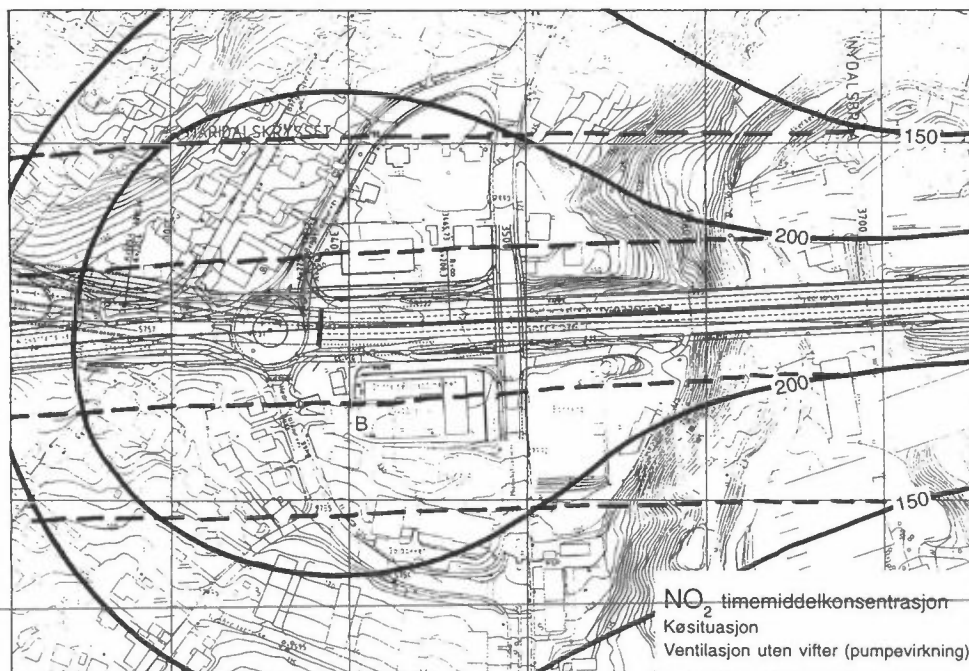
Isokonsentrasjonslinjer for NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> er vist i figur 1 til 10. Følgende tilfeller er dekket:

- Normal trafikkflyt, ingen økning av ventilasjonshastigheten ut over den som bilenes pumpevirkning sørger for.
  - Kjøkjøring, ingen økning av ventilasjonshastigheten ut over den som bilenes pumpevirkning sørger for. Kø i rushtiden antas å ha neglisjerbar virkning på døgnmidlede PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner.
  - Normal trafikkflyt, økning av ventilasjonshastigheten til 10 m/s ved hjelp av vifter i østgående løp.
- 
- Flytting av tunnelmunningen ved Nydalen i flukt med Maridalsveien.

Konsentrasjonsnivåene for isolinjene er valgt ut fra at de skal gi et bilde av hvordan konsentrasjonene vil variere omkring veier og tunnelmunninger. De er ikke ment å skulle indikere at man har uakseptable konsentrasjoner innenfor linjene, og akseptable konsentrasjoner utenfor.

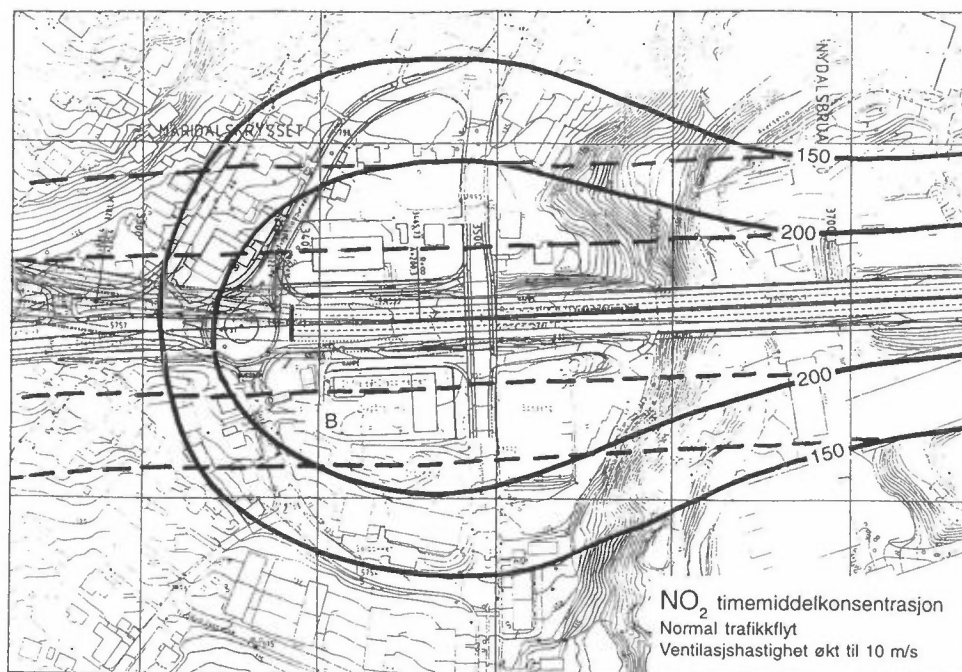


Figur 1: Isokonsentrasjonskurver for 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen i Nydalen. Kjørehastighet 80 km/h og ingen ventilasjon ut over den som bilenes pumpevirking på tunneluft bidrar til. Stiplede kurver viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.

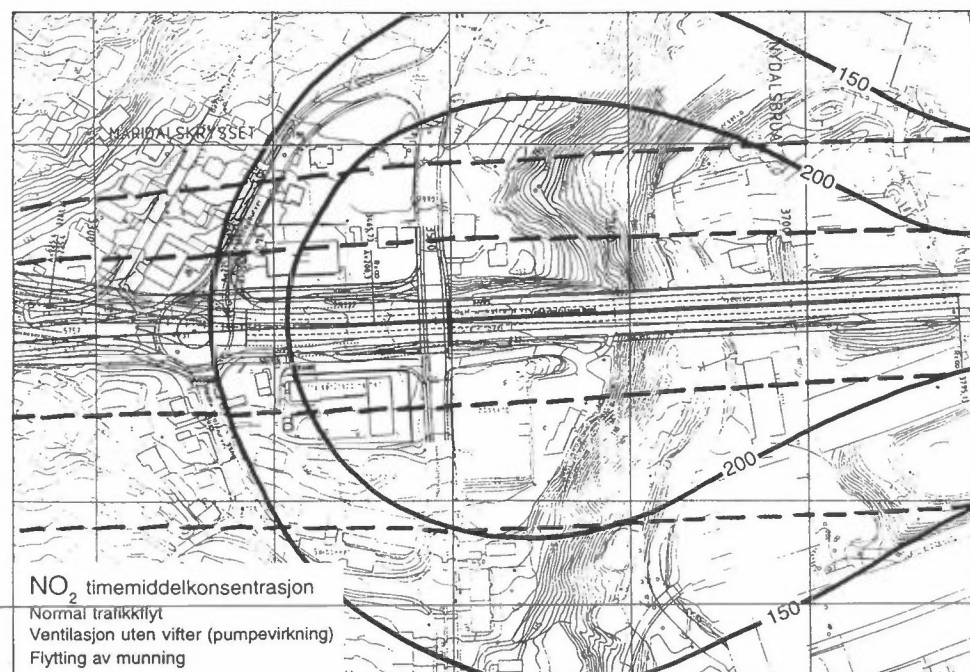


Figur 2: Isokonsentrasjonskurver for 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen i Nydalen. Kjørehastighet 30 km/h og ingen ventilasjon ut over den som bilenes pumpevirking på tunneluft bidrar til. Stiplede kurver viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.



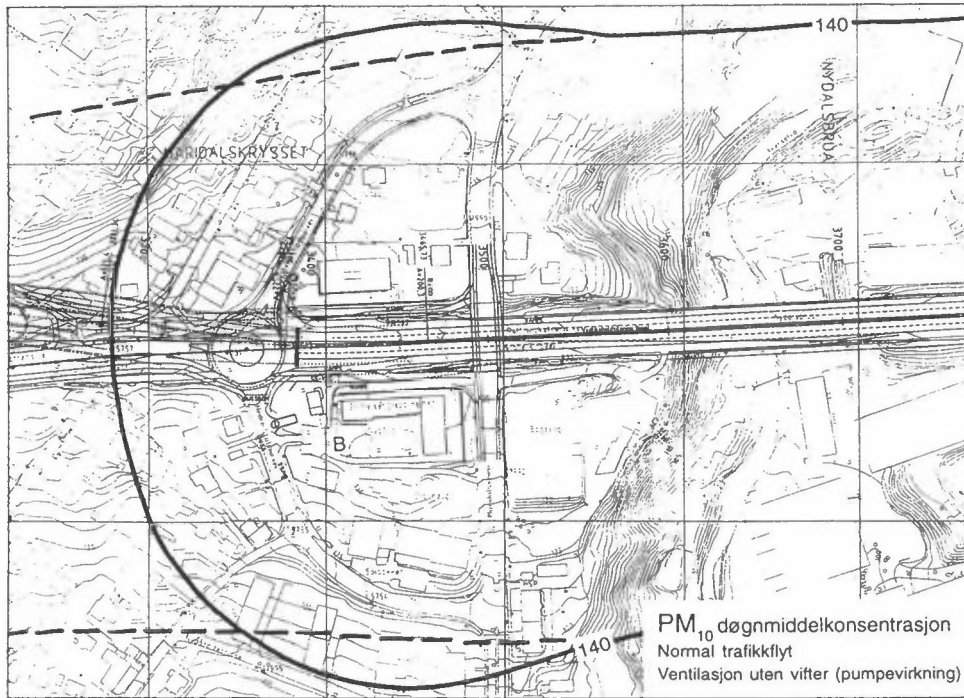


Figur 3: Isokonsentrasjonskurver for 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen i Nydalen. Kjørehastighet 80 km/h og økning av ventilasjonshastigheten med vifter til 10 m/s. Stiplede kurver viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.

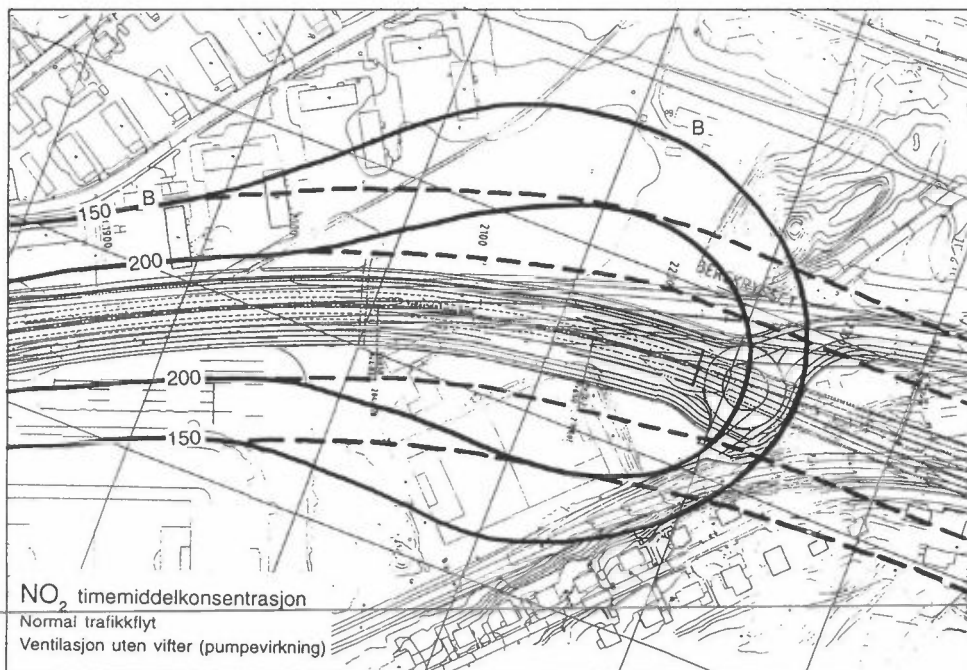


Figur 4: Isokonsentrasjonskurver for 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen i Nydalen. Kjørehastighet 80 km/h og ingen ventilasjon ut over den som bilenes pumpevirking på tunneluft bidrar til. Tunnelen er forlenget frem til broen som Maridalsveien går over. Stiplede kurver viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.

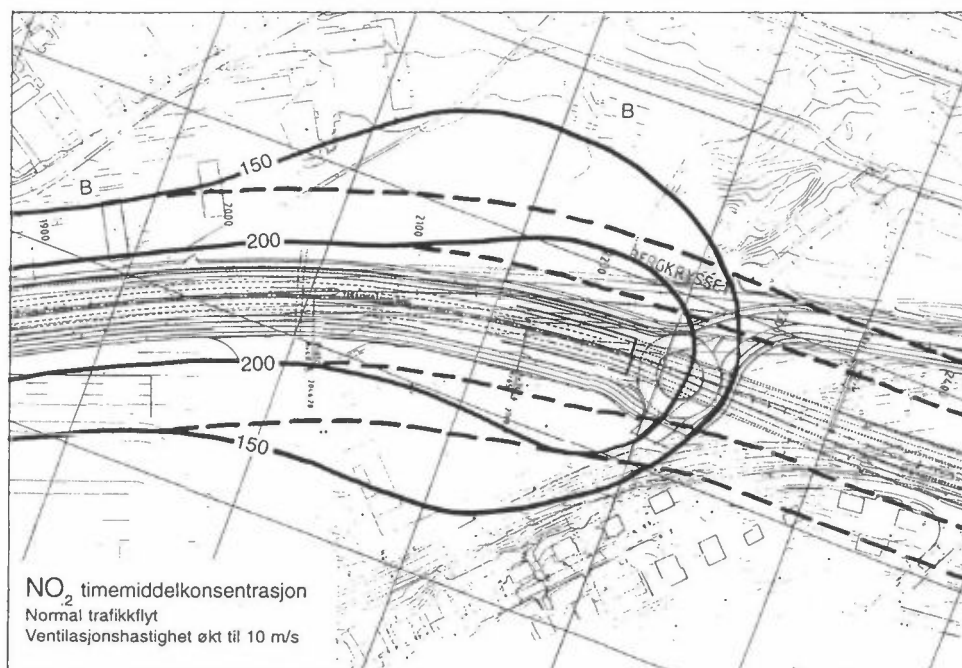




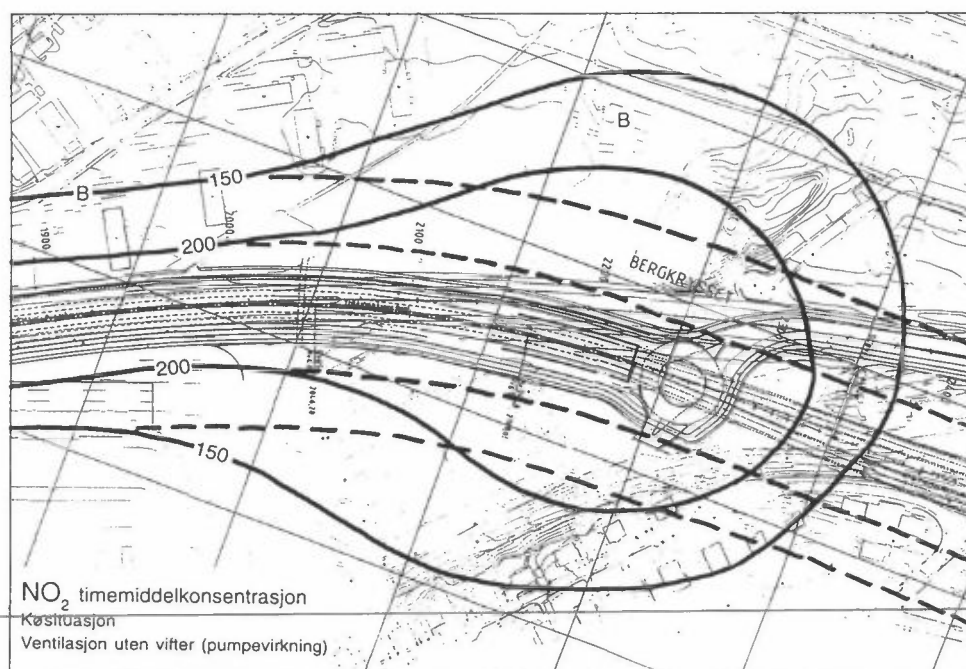
Figur 5: Isokonsentrasjonskurver for  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{PM}_{10}$  som maksimal døgnmiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen i Nydalen. Kjørehastighet  $80 \text{ km/h}$  og ingen ventilasjon ut over den som bilenes pumpevirking på tunnelluften bidrar til.



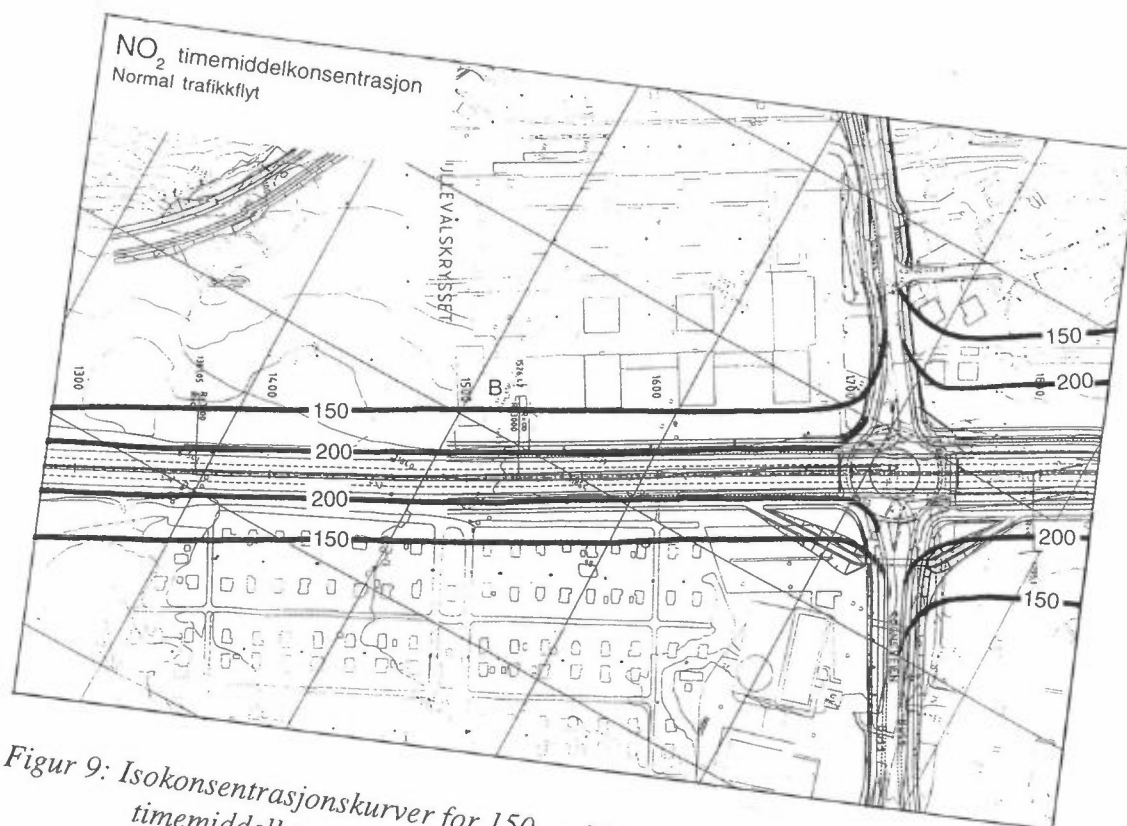
Figur 6: Isokonsentrasjonskurver for  $150$  og  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen ved Ullevål Stadion. Kjørehastighet  $80 \text{ km/h}$  og ingen ventilasjon ut over den som bilenes pumpevirking på tunnelluften bidrar til. Stiplede kurver viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.



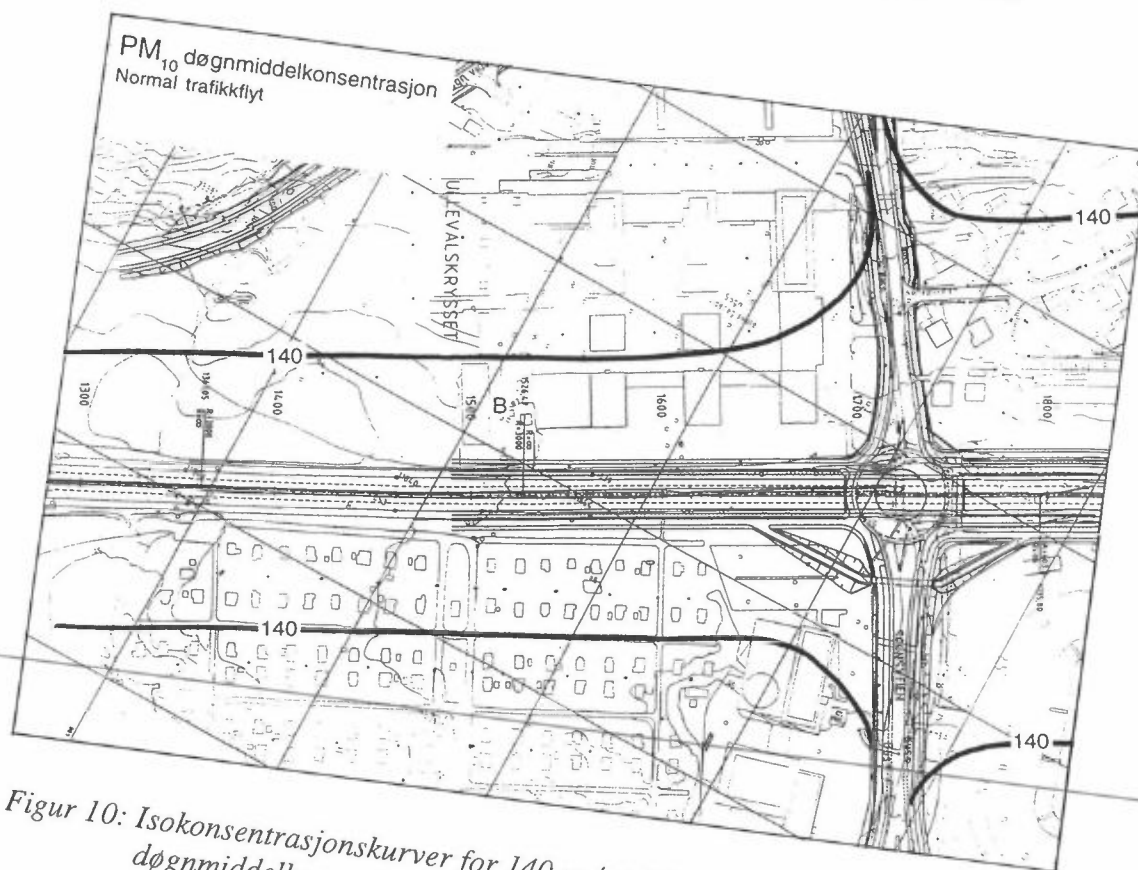
Figur 7: Isokonsentrasjonskurver for 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen ved Ullevål Stadion. Kjørehastighet 80 km/h, og ventilasjonshastighet 10 m/s. Stiplede kurver viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.



Figur 8: Isokonsentrasjonskurver for 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon omkring munningen av Tåsentunnelen ved Ullevål Stadion. Kjørehastighet 30 km/h og ingen ventilasjon ut over den som bilenes pumpevirking på tunnelluften bidrar til. Stiplede kurver viser konsentrasjoner dersom tunnelen ikke bygges.



Figur 9: Isokonsentrasjonskurver for 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  som maksimal timemiddelkonsentrasjon i vestre del av beregningsområdet. Kjørehastighet 80 km/h.



Figur 10: Isokonsentrasjonskurver for 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{PM}_{10}$  som maksimal døgnmiddelkonsentrasjon i vestre del av beregningsområdet. Kjørehastighet 80 km/h.

Ved tolkning av kurvene i figur 1-10 må man ta med i betraktningen at hovedvindretningene i området er nord-nordøst og sør-sørvest, se for øvrig kapittel 2.2.

### *Generelle observasjoner*

- Sonen for overskridelse av 2 ganger anbefalt luftkvalitetskriterium langs Store Ringvei er av større utstrekning for PM<sub>10</sub> enn NO<sub>2</sub>.

Munningsutslippene har større effekt på maksimale timemidlere NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner enn døgnmidlere PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner. Dette skyldes forskjellen i midlingstid. Spredningsmessig fungerer veien som en linjekilde med spredning i to dimensjoner, mens munningsutslippet spres som fra en punktkilde, d.v.s. i tre dimensjoner. Spredning fra en punktkilde er mer avhengig av vindretningen enn spredning fra en linjekilde. For at munningsutslippet skal ha en vesentlig effekt på døgnmidlere PM<sub>10</sub>-konsentrasjon i et punkt, må det kunne inntreffe episoder der det blåser svak vind fra munningen mot punktet i store deler av døgnet. Slike såkalte persistente vindforhold i et helt døgn forekommer neppe i beregningsområdet.

- Økning av ventilasjonshastigheten gjør konsentrasjonsfeltet noe smalere/mer langstrakt, men har som det fremgår av figurene liten effekt på konsentrasjonene utenfor veiområdet.
- Beregningene viste ingen vesentlige konsentrasjonsøkninger omkring kryssene i forhold til lang resten av Store Ringvei.
- Konsentrasjonsfeltet for NO<sub>2</sub> har større utstrekning omkring østre enn vestre munning, fordi det er størst stigning på veien i tunnelen fra vest mot øst. Stigningen har stor effekt på NO<sub>x</sub>- og NO<sub>2</sub>-utslippene.

### *Munningen ved Nydalen*

- Tunnelutslippet medfører forhøyede NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner omkring munningen. Om lag 20 boliger kan eksponeres for over 200 µg/m<sup>3</sup>, mens 40-50 bolighus kan eksponeres for over 150 µg/m<sup>3</sup>.
- Det kommunale hjemmet Grepheimen for alenemødre rett sørøst for munningen vil eksponeres for høye konsentrasjoner av luftforurensning sett i forhold til hva som er vanlig ellers i Oslo og i forhold til luftkvalitetskriteriene. Det at en av hovedvindretningene en normalvinter er nord-nordøst, gjør munningsplaseringsen ekstra ugunstig med tanke på eksponering av Grepheimen. I Oslo er det gjerne ved nordlig vind at de dårligste spredningsforholdene inntreffer.
- 40-50 bolighus kan eksponeres for PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner over 140 µg/m<sup>3</sup>.

### *Munningen ved Bergkrysset*

- Om lag 5 bolighus i nærheten av munningen kan eksponeres for over  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ .
- En barnehage nord for munningen kan eksponeres for over  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ . Sørvest er en av hovedvindretningene i området.
- Om lag 10 bolighus nær munningen kan eksponeres for  $\text{PM}_{10}$ -konsentrasjoner over  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Som forklart tidligere, gir selve munningsutslippene ikke vesentlige økninger i døgnmidlere  $\text{PM}_{10}$ -konsentrasjoner ut over det veien i dagen bidrar til.

### *Resten av Store Ringvei fra Ullevål Stadion til Gaustad*

- Om lag 4 bolighus kan eksponeres for over  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$
- Om lag 3 bolighus i tillegg kan eksponeres for over  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Om lag 20 bolighus kan eksponeres for over  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$
- Det samme gjelder deler av Sogn hagekoloni og Sogn videregående skole.
- To barnehager på nordsiden av Ringveien kan eksponeres for  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner over  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og  $\text{PM}_{10}$ -konsentrasjonene over  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### *Kryss*

Beregningene viste at kryssene ved Sogn og ved begge munninger ikke vil medføre vesentlige konsentrasjonsøkninger ut over det som veiene i seg selv bidrar med.

### *Lokalveier*

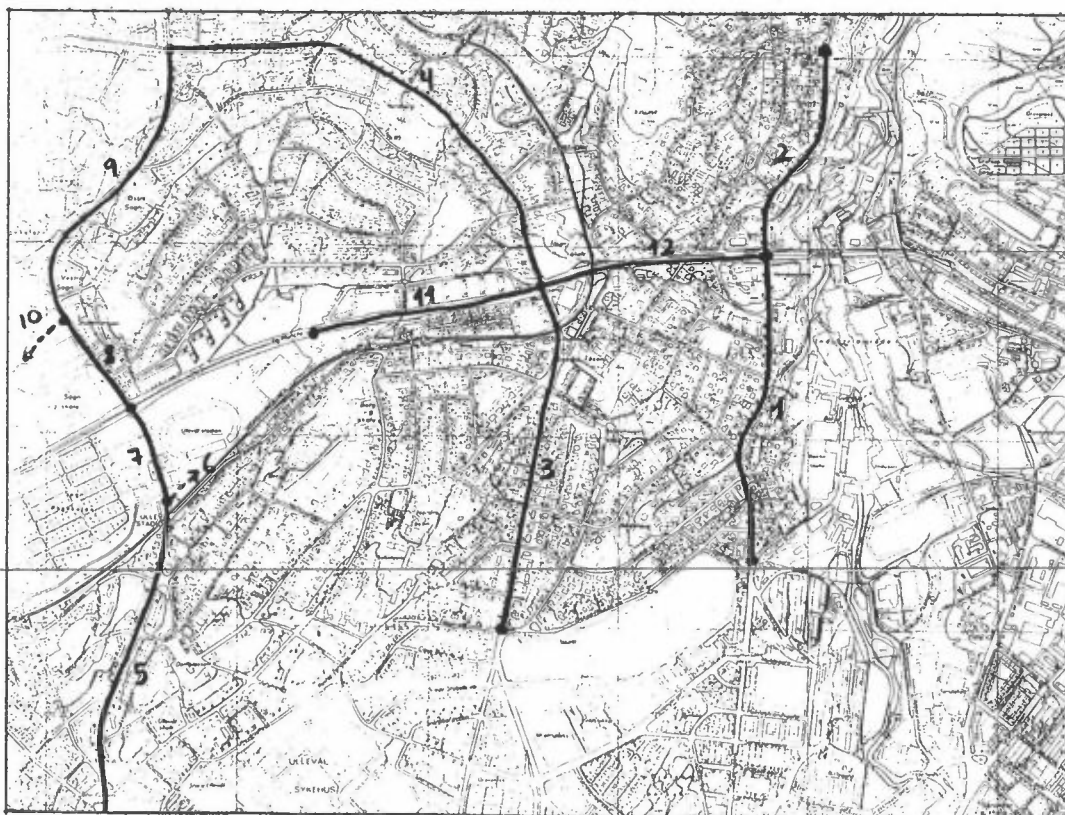
Konsentrasjoner 10 m fra veikant langs lokalveiene er vist i tabell 3 nedenfor. Figur 11 viser plassering av veilenkene. Ingen av de bosatte langs de tre lokalveiene kan eksponeres i sine hjem for konsentrasjoner over  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ . Langs samtlige lokalveier vil imidlertid SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium på  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  overskrides i episoder med svært dårlige spredningsforhold.

Tabell 1: Konsentrasjoner 10 m fra veikanten av NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> langs lokalveier som krysser den aktuelle delen av Store Ringvei.

Bakgrunnskonsentrasjonene er henholdsvis 94 og 54 µg/m<sup>3</sup>.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier er på henholdsvis 100 og 70 µg/m<sup>3</sup>.

Veinavn	Nr	Fra - til	Timemiddel- konsentrasjon NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Døgnmiddel- konsentrasjon PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Maridalsveien	1	Nydalsvn - Store Ringvei	105	65
Maridalsveien	2	Store Ringvei - Carl Kjelsens	120	80
Tåsenvn	3	Voldsløkka - Tåsen	115	70
Nordbergvn.	4	Tåsen - Sognsvn.	110	65
Sognsveien	5	John Colletts Plass - Ny tverrvei	125	80
Ny tverrvei bak Ullevål Stadion	6		125	65
Sognsvn.	7	Ny Tverrvei - Store Ringvei	120	80
Sognsvn.	8	Store Ringvei - ny tverrvei bak Sogn videregående	105	80
Sognsvn.	9	Ny tverrvei - Carls Kjelsens vei	120	80
Ny tverrvei bak Sogn videregående	10		105	60
Tidligere Store Ringvei	11	Bergkrysset - Tåsen	105	60
Tidligere Store Ringvei	12	Tåsen - Nydalen	115	70



Figur 11: Lokalveier det er gjort beregning for.



### 3.2 Overholdelse av normene for tunnelluft

Vegdirektoratet har gitt grenseverdier for CO og NO<sub>x</sub> i veitunneler. Grenseverdien for CO er 250 mg/m<sup>3</sup> ved munningen og 125 mg/m<sup>3</sup> midt i tunnelen, for tunneler som ikke er åpne for fotgjengere og syklister. Grenseverdien for nitrøse gasser er 15 ppm NO<sub>x</sub> i munningen. Ved antagelse om at 5% av NO<sub>x</sub> foreligger som NO<sub>2</sub>, tilsvarer dette 1,5 mg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

Som det fremgår av resultatene i vedlegg C, er bilens pumpevirkning for Tåsentunnelen tilstrekkelig til å forhindre overskridelse av normene for tunnelluft.

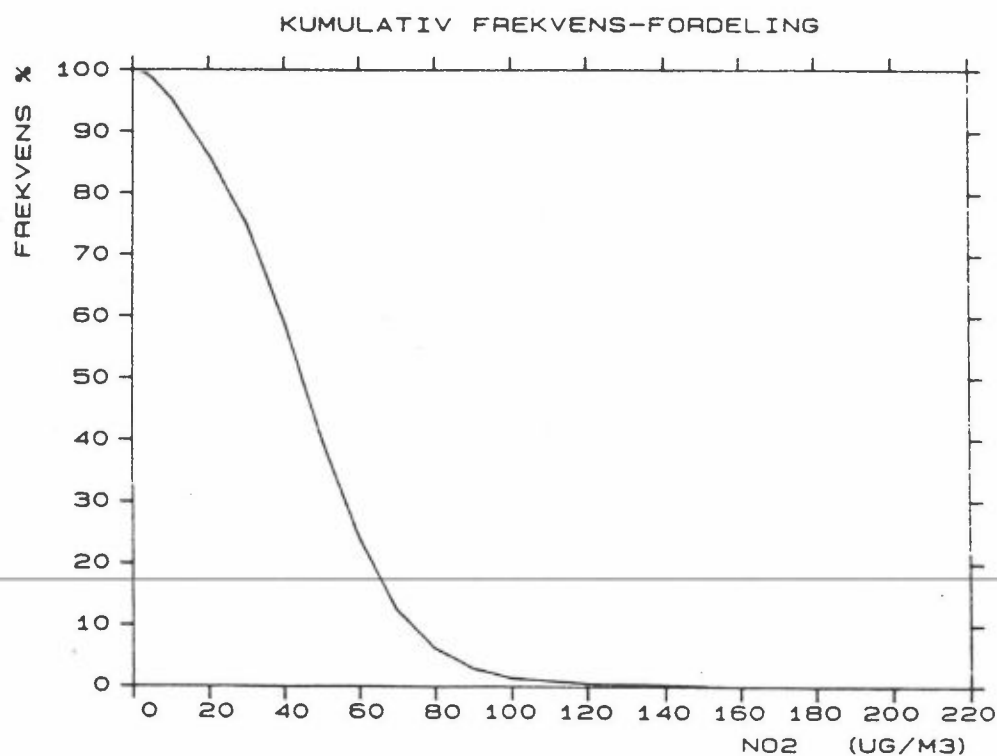
### 3.3 Forholdet mellom maksimalkonsentrasjoner og normalkonsentrasjoner

#### NO<sub>2</sub>

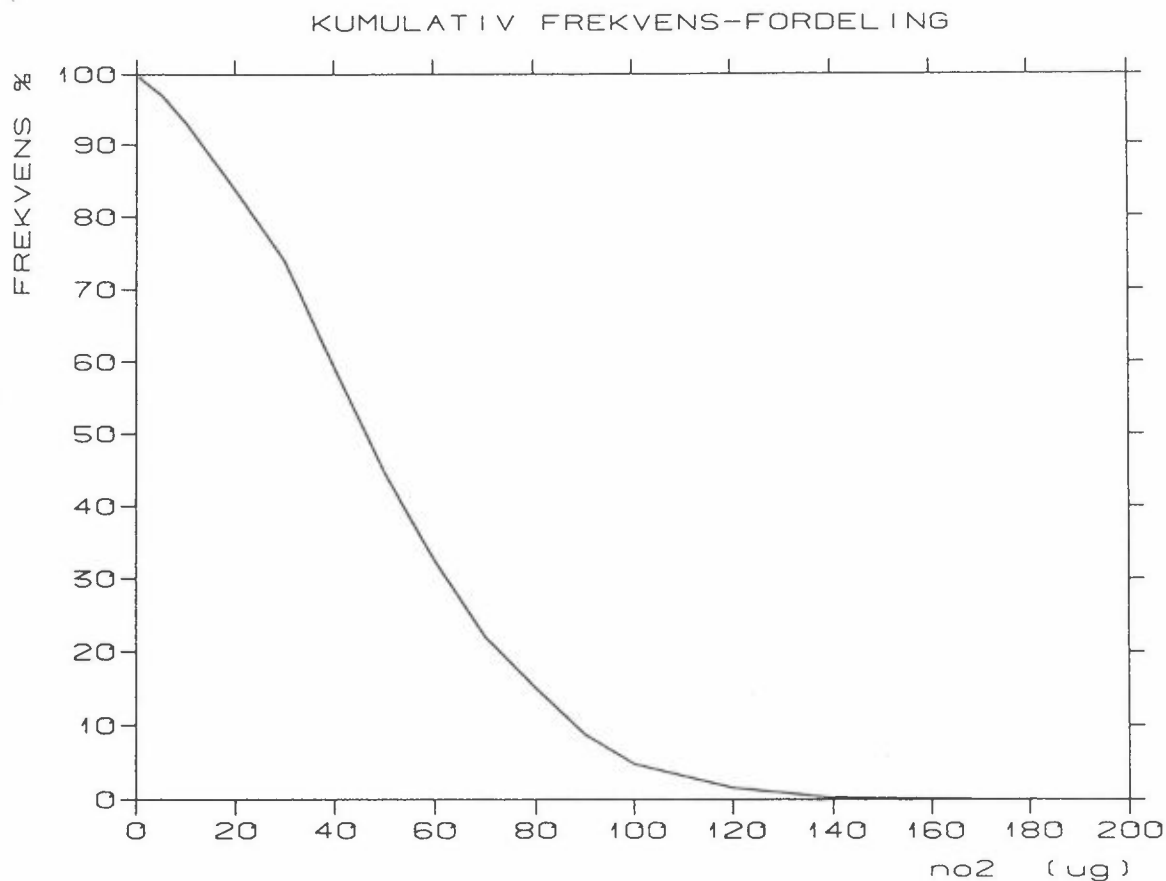
Basert på måling av timemiddelkonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Store Ringvei på Tåsen, er det her gitt anslag for forholdet mellom maksimalkonsentrasjoner og ulike prosentilverdier for konsentrasjonene i beregningsområdet.

Målingene ble utført i perioden 1.10.92-30.4.93 (Torp, Larssen, 1994) og 1.12.93-30.4.94 (Torp, 1994). Kumulativ frekvensfordeling for måleperiodene er vist i figur 12 og 13. Plott av NO<sub>2</sub>-konsentrasjonene er vist i figur 14 og 15, for å gi et inntrykk av hvordan konsentrasjonene varierer. I tabell 2 og 3 er sammenhengen mellom målte maksimalkonsentrasjoner og ulike prosentilverdier vist.

De to vintrene målingene ble utført var ÅDT forbi stasjonen omkring 30 000.



Figur 12: Kumulativ frekvensfordeling av NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen på Tåsen, målt i perioden 1.10.92-30.4.93.



Figur 13: Kumulativ frekvensfordeling av  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen på Tåsen, målt i perioden 1.12.93-30.4.94.

Måleperioden 92/93 varte i 4320 timer. Måleperioden 93/94 varte i 3600 timer. For et helt vinterhalvår svarer 1-prosentilen til 43 timer. Som tabell 2 viser, ligger 1-prosentilverdien en hel del lavere enn maksimalverdien.

Tabell 2: Maksimale timemidlere  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner som er målt to vintre ved Store Ringvei på Tåsen, samt prosentilverdier. En 50-prosentil innebærer at konsentrasjonen er over denne verdien i 50% av tiden.

Måleperiode	92/93	93/94
Maksimal timemiddelkonsentrasjon av $\text{NO}_2$	201	191
50-prosentil	43	45
10-prosentil	70	90
1-prosentil	110	120



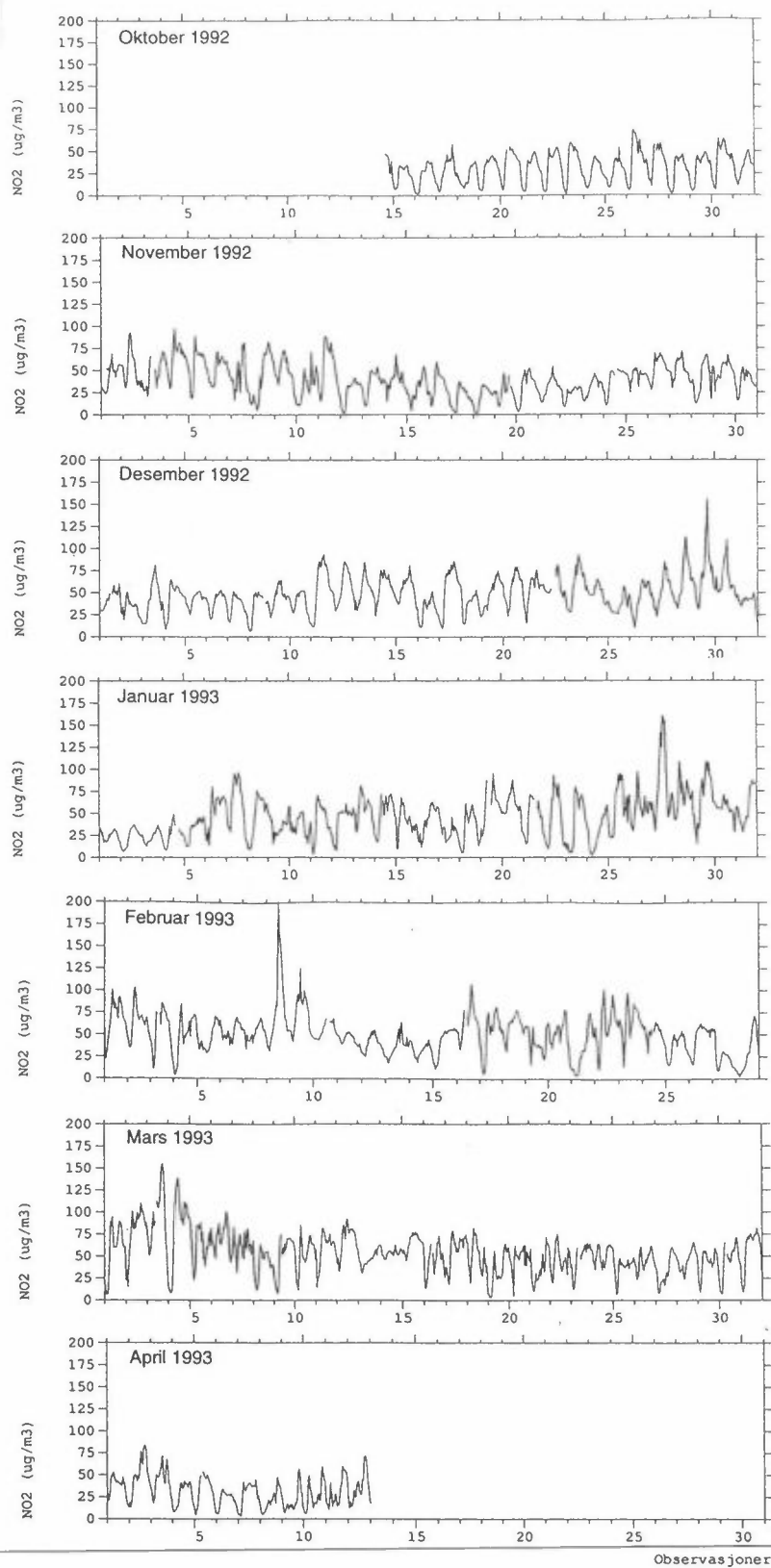
I denne rapporten er det tegnet isolinjer for

- 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$
- 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$

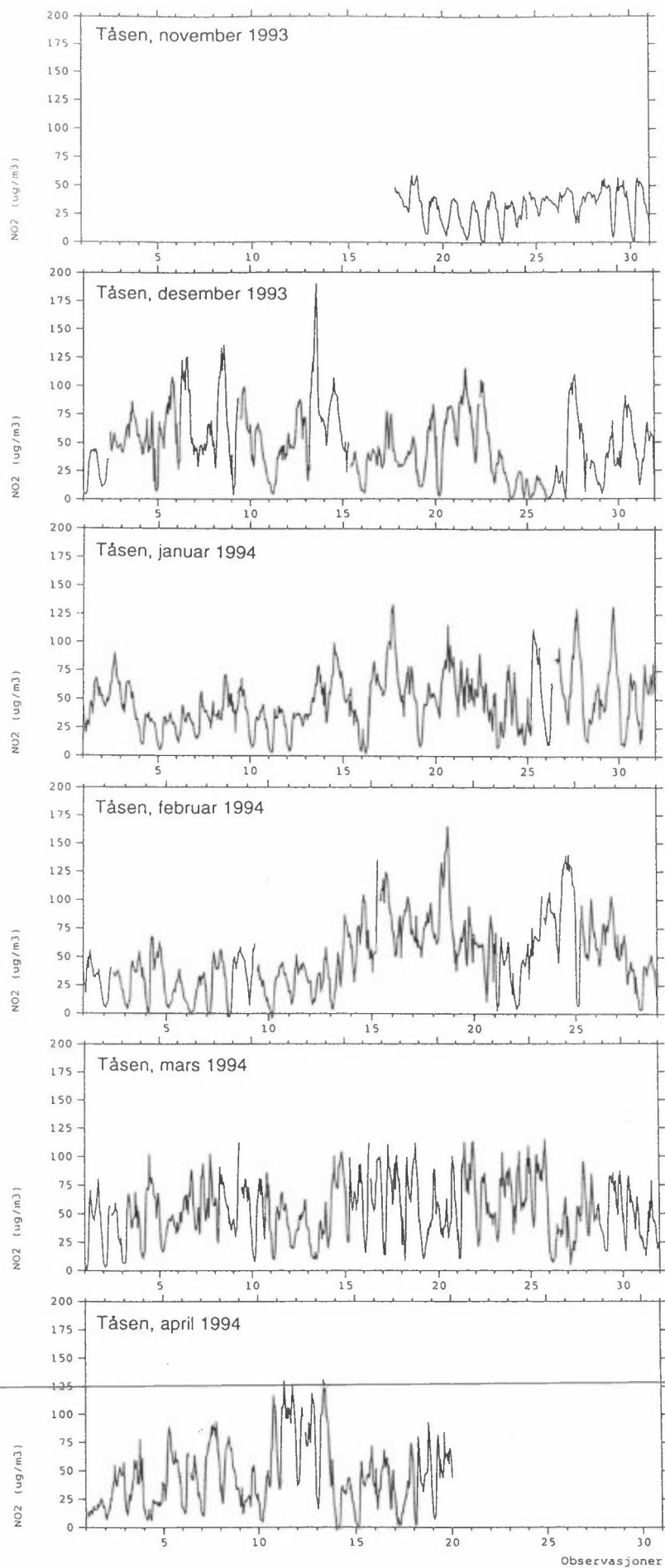
Disse isolinjene gjelder maksimalkonsentrasjoner. Basert på verdiene i tabell 2, er det i tabell 3 gitt anslag på hvilke prosentilverdier disse maksimalkonsentrasjonene sannsynligvis svarer til.

*Tabell 3: Anslag for prosentilverdier som svarer til maksimalkonsentrasjoner på 150 og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som timemidle  $\text{NO}_2$ -konsentrasjon på Tåsen.*

Maksimalkonsentrasjon	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{NO}_2$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{NO}_2$
50-prosentil	45	35
10-prosentil	80	60
1-prosentil	120	90



Figur 14: Variasjon over døgnet av NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner på Tåsen, målt i perioden 1.10.92-30.4.93.



Figur 15: Variasjon over døgnet av NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner på Tåsen, målt i perioden 1.12.93-30.4.94.

***PM<sub>10</sub>***

Det er målt PM<sub>10</sub> på samme sted og i samme periode som NO<sub>2</sub>. Vi har kun tilgjengelig 50-prosentilverdier for PM<sub>10</sub>. Basert på måleperiodene nedenfor, antar vi at 50-prosentilverdien som tilsvarer en maksimalverdi på 140 µg/m<sup>3</sup> er lik 30 µg/m<sup>3</sup>.

*Tabell 4: Maksimal døgnmiddelkonsentrasjon og middelværdi av PM<sub>10</sub> på Tåsen vinteren 92/93 og 93/94.*

Måleperiode	92/93	93/94
Maksimal døgnmiddelkonsentrasjon av PM <sub>10</sub>	175	139
50-prosentil	33	33

#### **4. Forslag til tiltak**

Som det fremgår av kartene med påtegnede isolinjer, vil tunnelmunningsutslippene forårsake høyere konsentrasjoner i noen sårbare områder (boliger, barnehager) nær munningene enn om Store Ringvei fortsatt skulle gått i dagen over Tåsen. Tiltak for å begrense denne uønskede effekten av tunnelen er:

- flytting av munningen
- økt ventilasjonshastighet
- ventilasjon gjennom tårn
- rensing av tunnelluften

Effekten av de to førstnevnte tiltakene for Tåsentunnelen er vurdert nedenfor. Flytting av munningen er kun vurdert for østre munning, ut fra at eksponeringen av Grepheimen antagelig er den mest negative effekten av den foreslåtte tunnelplasseringen. Det er også flere boliger som eksponeres ved østre enn vestre munning. Utformingen av munningsområdet med murer på hver side av veien, gjør at det ligger til rette for å bygge et lokk på toppen.

##### ***Flytting av østre munning.***

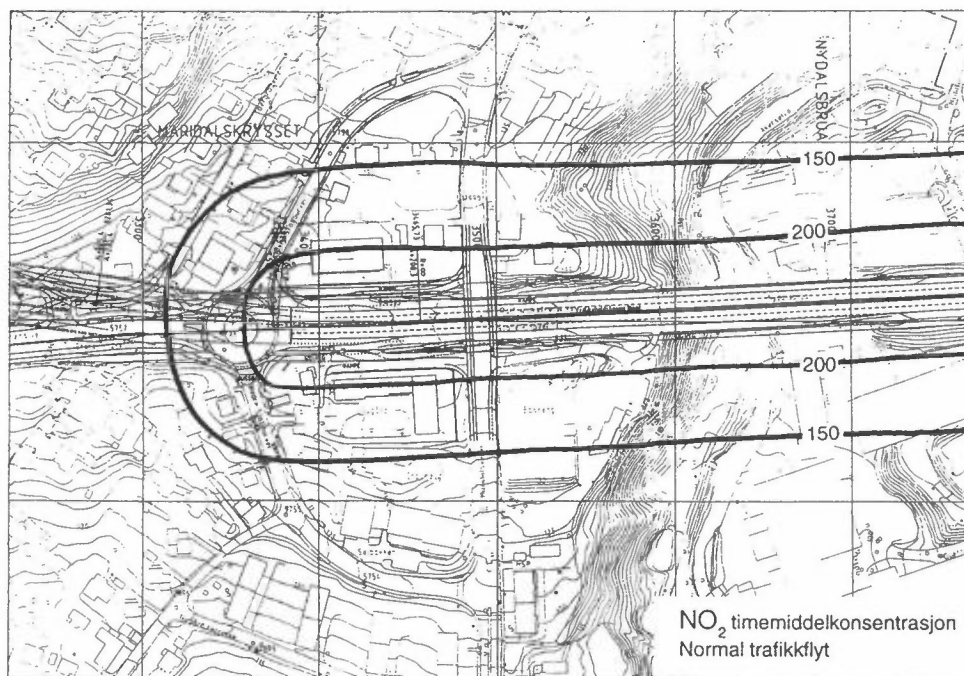
Effekten av å forlenge tunnelen ved overbygging frem til broen for Maridalsveien fremgår av figur 4. Dette vil gi redusert eksponering ved begge de to hovedvindretningene for alle unntatt de to bolighusene som da blir liggende rett nord for munningen. Det vil også gi økt forurensning i industriområdene i Nydalen i forhold til den opprinnelige munningsplasseringen, men dette er av mindre betydning enn eksponering av boliger.

---

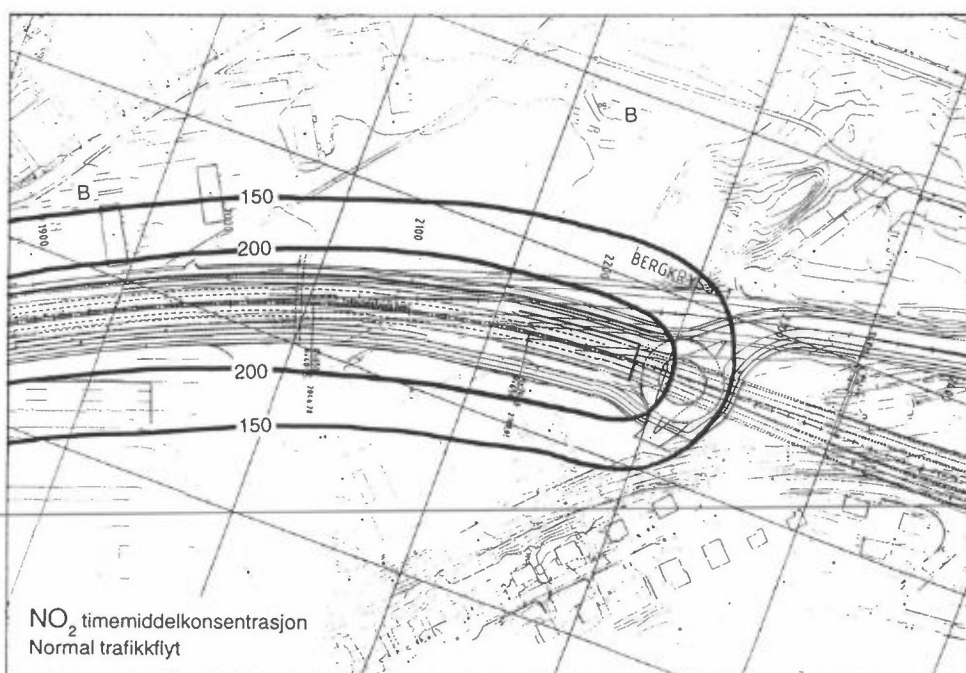
##### ***Ventilasjon gjennom sjakter/rensing av tunnelluft.***

Innstallasjon av ventilasjonstårn i hver ende av tunnelen løser problemet med forhøyede konsentrasjoner omkring munningene. Høyden på tårnene bør være 1,5 ganger høyden på de omkringliggende bygningene, og vertikalhastigheten på luften ut av tårnene bør være minst 15 m/s. Ved bruk av slike tårn vil utslippene fortynnes i en slik grad at konsentrasjoner på de beregnede nivåer ikke vil forekomme i bakkenivå. Andre sider ved ventilasjonstårn enn de rent

luftforurensningsmessige må selvsagt tas med i betrekningen når dette tiltaket skal vurderes. Konsentrasjonsnivået rundt munningene ved bruk av sjakter eller ved rensing av tunnelene er vist i figur 16 og 17.



Figur 16: Timemiddelverdier av  $\text{NO}_2$  ved østre tunnelmunning ved ventilasjon gjennom sjakt eller rensing av tunnelluft.



Figur 17: Timemiddelverdier av  $\text{NO}_2$  ved vestre tunnelmunning ved ventilasjon gjennom sjakt eller rensing av tunnelluft.

Ved ventilasjon gjennom sjakt vil slitasjestøv fra veidekke-slitassen følge med ventilasjonsluften ut gjennom sjaktene. Dermed vil det kunne oppstå støvnedfall med maksimumsverdi fra 50-100 m fra sjaktene i hovedvindretningene (sørøst og nordvest). Basert på beregninger utført for Oslo-tunnelen, og skalert for tunnallengde og trafikkmengde, vil størrelsen av støvnedfallet kunne bli maksimalt 5 g/m<sup>3</sup> måned. Gjennomsnittlig verdi av støvnedfall i Oslo sentrum er 5-10 g/m<sup>3</sup> måned for områder tilbaketrukket fra sterkt trafikerte veier. Bidraget fra sjakta kan derfor trolig utgjøre en dobling av støvnedfallet i de områdene som blir mest belastet.

Rensing av avgass fra tunnelen vil kunne utføres ved installering av filtere. Fjerning av NO<sub>2</sub> vil gi konsentrasjoner rundt munningene som vist i figur 16 og 17. Filtertechnikken vil fjerne NO<sub>2</sub>, men ikke NO. Dette betyr at 90-95% av de nitrøse gassene (NO<sub>x</sub>) fremdeles slippes ut. Etter at NO er sluppet ut fra tunnelmunningen, vil denne begynne å reagere med ozon (O<sub>3</sub>) i luften og omdannes til NO<sub>2</sub>. Gassrensing vil derfor ha liten effekt utenfor nærområdet ved tunnelmunningen.

#### *Økt ventilasjonshastighet.*

Økt ventilasjonshastighet av tunneluft fører til at konsentrasjonsfeltet forskyves vekk fra munningen, samt at det blir noe mer langstrakt. Et mer langstrakt konsentrasjonsfelt gir reduserte konsentrasjoner når man ser på spredning vinkelrett på veien, mens i veiens lengderetning blir det ingen reduksjon. Man flytter med andre ord konsentrasjonsfeltet, og gjør det noe mer utstrakt.

Økt ventilasjonshastighet ved hjelp av vifte i køsituasjoner kan i teorien brukes som tiltak for å skåne boligområdene vest for østre tunnelmunning og sørøst for vestre munning. Høyeste tillatt luftgjennomstrømningshastighet i tunneler er i følge Vegdirektoratets normer 10 m/s for toløpstunneler. Det er antagelig lite aktuelt å bruke vifter for å oppnå en såpass høy ventilasjonshastighet, siden driftskostnadene vil bli store. Vi har likevel sett på effekten av tiltaket.

## **5. Referanser**

Torp, C., Tønnesen, D. og Larssen, S. (1993) Brukerveiledning og Dokumentasjon for VLUFT 3.0. Lillestrøm (NILU TR 9/93).

Torp, C., Larssen, S. (1994) Måling av nitrogenoksider og svevestøv ved fire sterkt trafikerte veier i Oslo, vinteren 1992/1993. Lillestrøm (NILU OR 6/94).

---

Torp, C. (1994) Måling av nitrogenoksider og svevestøv ved fire sterkt trafikerte veier i Oslo, vinteren 1993/1994. Kjeller (NILU OR 59/94).



## **Vedlegg A**

**Problembeskrivelse for luftforurensning fra veitrafikk.**





## Generelt om luftforurensning fra trafikk

### Oversikt

De ulike stoffer i bileksos kombinert med det store drivstoff-forbruket i samferdssektoren skaper luftforurensningsproblemer både lokalt langs veier og i byer, regionalt over større områder (f.eks. Sør-Norge, Nord-Europa) og globalt. Tabell 1 gir en oversikt over problemene på ulike skalaer, og hvilke stoffer de er knyttet til. Høye konsentrasjoner av CO, NO<sub>2</sub> og partikler gir negativ helsepåvirkning lokalt i gater og i tettsteder generelt. Menneskers opplevelse av plage i forbindelse med forurensning fra veitrafikk skyldes i tillegg til helseeffektene et samvirke mellom lukt og nedsmussing fra sot og veistøv.

Utslippet av NO<sub>x</sub> og flyktige hydrokarboner (VOC) bidrar til forsurening og dannelse av troposfærisk ozon, som kan gi et bidrag til forekomsten av vegetasjonsskader. Utslippet av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) og andre "drivhusgasser" som metan (CH<sub>4</sub>) og dinitrogenoksid ("lystgass", N<sub>2</sub>O) bidrar til den oppvarming av atmosfæren som mange mener vil fortsette i tiårene som kommer. N<sub>2</sub>O kan også delta i nedbryting av ozonlaget i stratosfæren.

Tabell A1: Viktige luftforurensningsproblemer som biltrafikken bidrar til

Skala	Problem	Stoffer i bileksos
LOKAL	Helseeffekt	CO, NO <sub>2</sub> , Veistøv (PM <sub>10</sub> *), eksospartikler (PM <sub>2.5</sub> *), tungmetaller (f.eks. bly), sot, VOC, tyngre organiske stoffer (f.eks. PAH)
	Nedsmussing	Veistøv, sot
	Lukt	Organiske stoffer (fra dieseleksos)
REGIONAL 1 000 km	Forsuring av vann og jordsmonn	S- og N-forbindelser
	Troposfærisk ozon	NO <sub>x</sub> , VOC
GLOBAL	Drivhuseffekt	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO
	Ozon-nedbryting	N <sub>2</sub> O

\* Partikler med diameter mindre enn 2.5 eller 10 µm.

### Biltrafikk og lokal luftforurensning

#### Generelt

De viktigste lokale luftforurensningsproblemene knyttet til biltrafikk er mulighetene for helseskade ved høye konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> og partikler, samt nedsmussing og ubehag knyttet til veistøv. Biltrafikken er den dominerende kilden til stoffer som gir overskridelser av grenseverdier for luftkvalitet, lokalt i gater og

i by er generelt. Dette er dokumentert bl.a. gjennom basisundersøkelser NILU har foretatt i Oslo, Bergen, Drammen og Sarpsborg/Fredrikstad.

Problematikken knyttet til veistøv bør nevnes spesielt. De største partiklene i støvfraksjonen gir nedsmussing og ubehag ("støvnedfall"). Partiklene med mindre diameter (svevestøv) kan gi helseskade. Det er vanlig å inndele (det potensielt helsefarlige) svevestøvet i to fraksjoner; partikler med diameter mindre enn 10 µm (PM<sub>10</sub>) og 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>). PM<sub>10</sub> kan avsettes i bronkiene og de øvre luftveier, mens PM<sub>2,5</sub> kan transporteres helt ned i lungealveolene.

PM<sub>10</sub> består i hovedsak av partikler fra veidekket, mens PM<sub>2,5</sub> domineres av eksospartiklene. De maksimale PM<sub>10</sub>-konsentrasjonene måles i perioder med stor trafikk når veiene tørker opp mot slutten av piggdekkelsesongen. Da vil det være mer veistøv enn eksospartikler i lufta.

SFT har kommet med forslag til anbefalte luftkvalitetskriterier for maksimale konsentrasjoner av CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> (SFT, 1992). Til luftkvalitetskriteriene er det knyttet en midlingstid. Det anbefales at forurensningskonsentrasjonen, målt som gjennomsnitt over den gitte midlingstiden, ikke skal overskride den gitte verdien. Helsevirkninger knyttet til overskridelse av de ulike luftkvalitetskriteriene er omtalt i SFTs rapport (SFT, 1992). Den vesentligste endringen med tanke på trafikkforurensning i forhold til det forrige settet med luftkvalitetskriterier, er at kriteriet for timemiddelkonsentrasjon av NO<sub>2</sub> er redusert fra 200 til 100 µg/m<sup>3</sup>.

Overskridelser av luftkvalitetskriterier for NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> forekommer i dag relativt hyppig i byer og tettsteder. Hvilke luftkvalitetskriterier som overskrides har forandret seg de siste 10-15 årene. Tidligere forekom overskridelser av grenseverdiene for CO og bly relativt hyppig nær trafikkerte veier. CO og bly representerer ikke lenger lokale forurensningsproblemer, mens problemene knyttet til NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> har økt i omfang. Overskridelsene av luftkvalitetskriterier for NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub> forekommer hyppigere langs veiene enn generelt i byområdene. Tabell 2 gir en oversikt over de luftkvalitetskriteriene som er aktuelle i forbindelse med forurensning fra trafikk, og i hvilke områder disse erfaringsmessig kan overskrides.

Tabell A2: *Oversikt over hvilke luftkvalitetskriterier som i dag overskrides i sentrum i byer og tettsteder. Nær middels og sterkt trafikkerte veier kan samtlige luftkvalitetskriterier overskrides.*

Områdetype	Luftkvalitetskriterier som kan overskrides		
	Stoff	Midlingstid	Grenseverdi
Bysentra, middels store og store byer	NO <sub>2</sub>	Time	100 µg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>2</sub>	Døgn	75 µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>10</sub>	Døgn	70 µg/m <sup>3</sup>
Nær sterkt trafikkerte veier	I tillegg: NO <sub>2</sub>	Halvår	75 µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>10</sub>	Halvår	40 µg/m <sup>3</sup>

### *Helseeffekter*

I det etterfølgende vil vi kort omtale hvilke negative helseeffekter CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og støvnedfall kan ha. For begrunnelse av fastsetting av nivåene på de ulike luftkvalitetskriteriene, henvises til SFTs rapport "Virkninger av luftforurensing på helse og miljø" (SFT, 1992). Følgende sitater er hentet fra denne rapporten:

"Nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) kan medføre helseeffekter i konsentrasjoner som kan forekomme i forurenset uteluft. Kunnskaper om virkninger av NO<sub>2</sub> foreligger bl.a. fra akutte forgiftningstilfeller som følge av ulykker i yrkeslivet. Disse har i verste fall hatt dødelig utgang. I forbindelse med forurenset uteluft vil de mulige helseskadene som følge av at befolkningen kontinuerlig eller periodevis gjennom lengre tid utsettes for NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i luften opp til 2 000 µg/m<sup>3</sup> først og fremst være av interesse. Opp mot dette konsentrasjonsnivået er sammenhengen mellom konsentrasjon og effekt uklar og grunnlagsmaterialet for å fastsette laveste observerbare skadeeffekt-nivå er begrenset.

Dyreforsøk har gitt verdifulle opplysninger om virkningsmekanismene. Således finner man ved kortvarig eksponering for NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner på 3 700 µg/m<sup>3</sup> eller mer økt mottagelighet for infeksjoner og morfologiske forandringer. Etter lengre eksponering for 190 µg/m<sup>3</sup> eller mer og eventuelt tidvis eksponering for toppkonsentrasjoner ti ganger høyere, finner man morfologiske forandringer og økt mottagelighet for infeksjoner. Ikke bare påvirkes lungenes forsvarsceller (makrofagene i lungeblærene), men også hvite blodlegemer som er en del av immunforsvaret (fra 470 µg/m<sup>3</sup> og høyere).

Undersøkelser av effekten av NO<sub>2</sub> på mennesker i kontrollerte forsøk viser store variasjoner mellom forsøkspersoner. I lungefunksjonstester viser det seg at asmatikere er den mest følsomme gruppen. I sammenligninger mellom grupper av forsøkspersoner har man funnet signifikante effekter på lungefunksjon etter eksponering for 460 µg/m<sup>3</sup> eller mer i 20 minutter eller lenger.

Epidemiologiske undersøkelser er blitt foretatt på befolkningsgrupper i forurensende områder, og i nyere studier har man også sammenlignet grupper eksponert for ulike NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner innendørs. De få epidemiologiske data som foreligger tyder på at NO<sub>2</sub> fra 110-150 µg/m<sup>3</sup> kan føre til økt antall tilfeller av luftveissykdommer hos barn. Dessuten har man ved eksponering for 200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>, sammen med andre forurensningskomponenter, funnet økt forekomst av lungesykdommer og nedsatt lungefunksjon hos barn og voksne."

---

"Svevestøv kan fysikalsk og kjemisk være meget forskjellig, men her omtales hovedsakelig ureaktive partikler. Ut fra mulige helseeffekter er svevestøv mindre en 10 µm (aerodynamisk diameter) mest interessant. Denne fraksjonen kan deles inn i to hovedgrupper, finfraksjon (<1,5 µm) og grovfraksjon (>2,5 µm). Finfraksjonen synes å ha størst betydning fordi mesteparten av disse partiklene kan nå helt ned i lungeblærene.

I dyreforsøk er det vist at karbonstøv i relativt høye konsentrasjoner (1 000-1 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , partikkelstørrelse  $<1 \mu\text{m}$ ) etter kort tid vil kunne forårsake strukturelle forandringer i epitelcellene i luftrøret. Eksponering av friske, frivillige personer for 2 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  plast- og karbon-partikler i 5 timer førte til nedsatt lungefunksjon. I en epidemiologisk undersøkelse av barn som bodde i et område med høyere årsmiddel av totalt svevestøv enn 96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble en reduksjon av lungefunksjonen påvist. Forverring av bronkitt ble observert i en undersøkelse med timemiddel av totalt svevestøv i området 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og årsmiddel på 48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I de epidemiologiske studier har det vært vanskelig å skille effekten av partikler fra andre forurensningskomponenter, og det kan derfor ikke utelukkes at andre komponenter kan ha vært medvirkende til effektene. Allergiske reaksjoner etter partikkeleksponering er antydnet både fra dyreforsøk og undersøkelser av støveksponeerte arbeidere. Det er videre rapportert at vanlige, biologiske partikler, f.eks. pollenproteiner, forandres til mer allergifremkallende partikler etter at luftforurensningskomponenter har reagert med dem."

I rapporten "Støv fra Asfaltveger. Vurdering av helsefare." (Veglaboratoriet, 1988) heter det:

"Veistøvdepotet gir et dominerende bidrag til støvforurensningen ved veier, også til inhalerbart støv, når det er tørt. Dette inhalerbare støvet inneholder lite bly, men en del organiske stoffer (PAH) som gir hovedbidraget til PAH i luft ved veien når det er tørt. PAH-stoffene stammer både fra bitumen og fra deponerte bileksospartikler. Oppvirvlet veistøv synes imidlertid å gi et relativt lite bidrag til støvets mutagene egenskaper og evne til celletransformasjon utover det som bileksosen gir. Luftbåret støv ved veier kan i enkelte deler av landet inneholde endel  $\alpha$ -kvarts.

Basert på måleresultatene fra Ringveien kan en anslå at oppvirvlet veistøv totalt sett gir et bidrag til inhalerbart partikkelutslipp som kan være opptil samme størrelse som samlet utslipp fra eksospartikler. Konsentrasjonen av inhalerbart støv kan i spesielle situasjoner i tettsteder overskride grenseverdier for luftkvalitet. Ved sterkt trafikkerte veier er imidlertid konsentrasjonene til tider svært høye. Ved Ullevål ble det målt opptil 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  inhalerbar støvkonsentrasjon. Det var ikke mulig i denne undersøkelsen å angi hvor mange mennesker som eksponeres for høye støvkonsentrasjoner langs veier. Intervju-undersøkelser utført i Oslo og Drammen viser imidlertid at 25-30% av befolkningen føler seg plaget av nedsmussing fra veistøv ved sin bolig. En egen kartlegging må gjennomføres av boligens plassering i forhold til veier og av ferdselen langs veier for å komme nærmere et estimat av befolknings-eksponeringen til høye veistøvkonsentrasjoner."

I tillegg til at innåndet svevestøv kan ha fysisk helseeffekter, vil støvnedfall føre til plage som følge av nedsmussing.

## **Biltrafikk og regional og global luftforurensning**

På regional skala fører utslipp fra biler først og fremst til problemer som sur nedbør og dannelse av bakkenært ozon. Sistnevnte kan gi negativ helseeffekt og vegetasjonsskader. På global skala vil enkelte komponenter i avgassene bidra til økt drivhuseffekt.

### ***Forsuring***

Surheten i nedbør over Norge skyldes fortsatt hovedsakelig svovelforbindelser, men nitrogenforbindelsenes betydning er økende.

76% av de forsurende stoffene som slippes ut i Norge er nitrogenoksider. Biltrafikken bidrar med omtrent 34% av NO<sub>x</sub>-utslippene og 5% av svovelutslippene. Hovedkilden til sur nedbør i Norge er imidlertid langtransportert forurensning. For å vurdere norsk veitrafikks bidrag til forsuring, er det nødvendig å se på avsetning av bilparkens utslipp av NO<sub>x</sub> i Norge i forhold til mengdene forsurende stoffer som kommer inn over Norge i luft og nedbør, og som avsettes. Norsk veitrafikks bidrag til forsuring er antagelig lite.

### ***Troposfærisk ozon og skogskader***

Nitrogenoksider og hydrokarboner (flyktige organiske forbindelser, VOC) kan reagere i atmosfæren under påvirkning av sollyst, og danne fotokjemiske oksidanter som ozon. Høye konsentrasjoner av fotokjemiske oksidanter er derfor et vår- og sommerproblem. Hovedkildene til flyktige organiske forbindelser er bruk og håndtering av petroleumsprodukter og fordampning av løsemidler.

Den viktigste fotokjemiske oksidanten som dannes er ozon, som ved høye konsentrasjoner kan gi skader på helse, vegetasjon og materialer. Dessuten virker ozon som en drivhusgass. Ozon-nivået i troposfæren over Europa er tilnærmet fordoblet i løpet av dette århundre. I tillegg forekommer det hver sommer perioder med høye konsentrasjoner (dvs. konsentrasjoner over de nivåer som gir skader på f.eks. vegetasjon) over mesteparten av Sentral-Europa, men også i Norge er verdiene til tider over aksepterte "tålegrenser".

Sammenhengen mellom utslipp av nitrogenoksider/flyktige organiske forbindelser og ozonkonsentrasjonene, bestemmes av meteorologiske forhold og en lang rekke kjemiske reaksjoner. Sammenhengen er ikke-lineær, det er derfor vanskelig å beregne effekten av utslippsreduksjoner. Sterkt forenklet kan en si at økningen i bakgrunnsnivået av ozon skyldes økt konsentrasjon av nitrogenoksider, mens ozon-konsentrasjonene i de mer ekstreme episodene bestemmes av flyktige organiske forbindelser.

Det hevdes at ozonkonsentrasjonen i luft har sammenheng med registrerte skogskader. Forsøk har vist at ozon kan være skadelig for vegetasjon når konsentrasjonen er større enn:

- 150 µg/m<sup>3</sup> som timemiddelverdi
- 50 µg/m<sup>3</sup> som 7h-middelverdi, på dagtid i vekstsesongen.

Målinger fra Birkenes på Sørlandet til Svanvik i Øst-Finnmark er nord har vist at dagtidmiddelverdiene i vekstsesongen ofte er høyere enn  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . På stasjonene i Sør-Norge er også timemiddelverdien på  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  overskredet fra 2 til 20 ganger om sommeren.

### ***Drivhuseffekten***

Stoffene i bilavgassene som bidrag til økt drivhuseffekt er hovedsakelig  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  og  $\text{CO}$ . Både  $\text{CO}$  og  $\text{CH}_4$  vil før eller siden omdannes til  $\text{CO}_2$ , men disse reaksjonene er relativt langsomme. Indirekte vil nitrogenoksidene også bidra ved at de inngår ved dannelse av ozon og andre fotokjemiske oksidanter, som også er drivhusgasser.

Ved å ta i betraktning mengdene av de nevnte stoffene som slippes ut, ser man at trafikkens viktigste bidrag til drivhuseffekten skyldes utslippene av  $\text{CO}_2$ .

## **Vedlegg B**

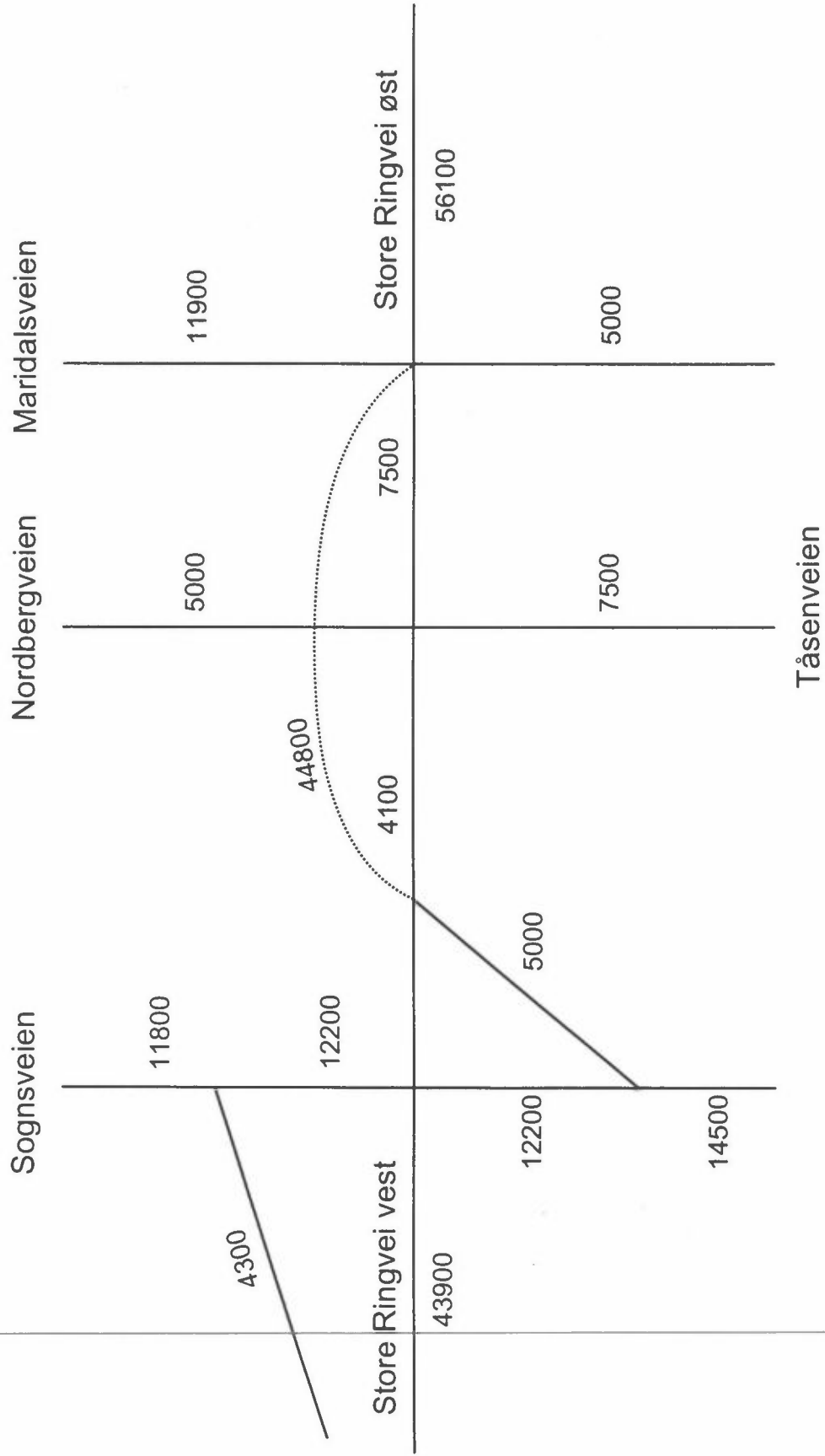
### **Inngangsdata til veiberegningene**





LNR	VEINAVN	GKL	KB	ST	LENGDE	OTY	FD	TA	ÅDT	V	MMAKS	VMAKS
1	Maridalsvn. fra Nydalsvn til Rolf Wickstrømsv.	3	8.	4.	1000.	1	2	37.	5000.	50.	500.	50.
2	Maridalsveien fra Rolf Wickstrømsv. til Carls Kj.	3	8.	5.	1000.	1	2	37.	11900.	50.	1190.	50.
3	Taasenveien fra Voldsløkka til Taasen	3	8.	3.	1000.	1	2	37.	7500.	50.	750.	50.
4	Nordbergveien fra Taasen til Sognsveien	3	8.	3.	1000.	1	2	37.	5000.	50.	500.	50.
5	Sognsveien fra John Collettsv. - Ny tverrvei	3	8.	0.	1000.	1	2	37.	14500.	50.	1450.	50.
6	Ny tverrvei bak Ullevål Stadion	3	8.	0.	1000.	1	2	37.	5000.	50.	500.	50.
7	Sognsveien fra ny tverrvei til Kaj Munks vei	3	8.	0.	1000.	1	2	37.	12200.	50.	1220.	50.
8	Sognsvn fra Kaj Munksv til ny vei bak Sogn vid.	3	8.	3.	1000.	1	2	37.	12200.	50.	1220.	50.
9	Sognsvn. fra ny vei bak Sogn vid. til Carl Kjøl.	3	8.	4.	1000.	1	2	37.	11800.	50.	1180.	50.
10	Ny tverrvei bak Sogn videregående skole	3	8.	0.	1000.	1	2	37.	4300.	50.	430.	50.
11	Tidligere Store Ringvei fra Bergkrysset til Taasen	3	8.	0.	1000.	1	2	37.	4100.	50.	410.	50.
12	Tidligere Store Ringvei fra Taasen til Maridalsvn.	3	8.	0.	1000.	1	2	37.	7500.	50.	750.	50.
	GKL - gateklasse											
	KB - kjørebanebredde											
	ST - stigning											
	RE - retning											
	OTY - områdetype											
	FD - fasadedekningsgrad											
	TA - tungtrafikkandel											
	ÅDT - årsdøgntrafikk											
	V - kjørehastighet i snitt over døgnet											
	MMAKS - maksimal timetrafikk											
	VMAKS - kjørehastighet i makstimen											

Antatt årsdøgntrafikk i 2005



## **Vedlegg C**

### **Forutsetninger og beregningsresultater for tunnelene**



Forklaring til utskriftene fra tunnelprogrammet:

DPD     dieseldrevne personbiler  
DL       dieseldrevne lastebiler  
TRAF    timetrafikk

Det er gjort en beregning for hvert løp, og hvert løp er oppdelt i to segmenter med ulik stigning.

Utskriften viser utslipp av CO og NO<sub>x</sub> i g/s for hvert løp, avhengig av gjennomsnittlig kjørehastighet.

Utskriften viser videre ventilasjonshastigheten som genereres på grunn av bilenes pumpevirkning, og ventilasjonshastighet som er nødvendig for å overholde Vegdirektoratets normer for tunnelluft.

Dersom pumpevirkningen er mindre enn nødvendig ventilasjonshastighet, må tunnelen ventileres med vifter eller andre løsninger.

Det er beregnet munningskonsentrasjoner av CO og NO<sub>x</sub> ved henholdsvis pumpevirkning og ved nødvendig ventilasjonshastighet.

Østgående tunnellop

BEREGNINGSÅR: 2005

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD DL<10 DL10-20 DL>20 KALDE BILER

4. 3. 3. 3. 25.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1 2240. 0.35 -2.90

2 2240. 0.85 4.40

HASTIGHET CO-PROD(G/S) NOX-PROD(G/S)

10	36.966	2.474
20	22.494	2.351
30	18.126	2.199
40	9.866	2.189
50	8.325	2.214
60	7.573	2.243
70	6.730	2.309
80	6.339	2.386
90	6.148	2.518

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> ER GITT I mg/m<sup>3</sup>

TUNNELAREAL: 50.5 M\*\*2

TRAFIKK- PUMPE- NDVEN. MUNNINGSKONSENTRASJONER

HAST. VIRKN. VENT.H. CO(P) NOX(P) CO(N) NOX(N)

10	0.80	2.93	0.916	61.313	0.250	16.734
20	1.60	1.78	0.279	29.131	0.250	26.132
30	2.40	1.56	0.150	18.167	0.231	28.000
40	3.20	1.55	0.061	13.562	0.126	28.000
50	4.00	1.57	0.041	10.973	0.105	28.000
60	4.79	1.59	0.031	9.262	0.095	28.000
70	5.59	1.63	0.024	8.174	0.082	28.000
80	6.39	1.69	0.020	7.391	0.074	28.000
90	7.19	1.78	0.017	6.933	0.068	28.000

## Vestgående tunnellop.

BEREGNINGSÅR: 2005

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
4.	3.	3.	3.	25.

DPD = lette dieselbiler

DL = lastebiler med vekt mindre enn 10 tonn

VEGSEGMENTER:

DEL	MMAKS	LENGDE (KM)	PROFIL
1	2240.	0.85	-4.40
2	2240.	0.35	2.90

HASTIGHET	CO-PROD (G/S)	NOX-PROD (G/S)
10	27.158	1.679
20	15.911	1.414
30	11.567	1.161
40	6.860	1.011
50	5.662	0.972
60	4.835	0.952
70	4.300	0.991
80	4.063	1.056
90	3.914	1.169

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m<sup>3</sup> , NOx ER GITT I mg/m<sup>3</sup>

TUNNELAREAL: 50.5 M\*\*2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NØDVENDIG VENTILASJONS	MUNNINGSKONSENTRASJONER					
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)		
			HASTIGHET					
10	0.80		2.15		0.673	41.596	0.250	15.453
20	1.60		1.26		0.197	17.516	0.250	22.215
30	2.40		0.92		0.096	9.587	0.250	25.086
40	3.20		0.72		0.042	6.266	0.190	28.000
50	4.00		0.69		0.028	4.816	0.163	28.000
60	4.79		0.67		0.015	3.510	0.121	28.000
80	6.39		0.75		0.013	3.272	0.108	28.000
90	7.19		0.83		0.011	3.218	0.094	28.000

P - PUMPEVIRKNING

N - NØDVENDIG VENTILASJONSHASTIGHET





## Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 73/94	ISBN-82-425-0632-9	
DATO 19.12.94	ANSV. SIGN. <i>[Signature]</i>	ANT. SIDER 47	PRIS NOK 75,-
TITTEL Luftforurensning Beregninger for Store Ringvei fra Sogn til Nydalen		PROSJEKTLEDER Charlotte Torp	
		NILU PROSJEKT NR. O-94066	
FORFATTER(E) Charlotte Torp		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Grøner VeVaPlan Postboks 414 1322 HØVIK			
STIKKORD Tåsentunnelen	Trafikkforurensning	Store Ringvei	
REFERAT Det er gjort beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning langs Store Ringvei fra Sogn til Maridalsveien, samt langs de tre kryssende lokalveiene Sognsveien, Nordbergveien/Tåsenveien og Maridalsveien. Tunnelen vil gi en stor forbedring i luftkvaliteten for de som er bosatt på strekning langs Store Ringvei som avlastes. Ved noen boliger og barnehager nærmest tunnelmunningene vil konsentrasjonene av NO <sub>2</sub> og PM <sub>10</sub> i forurensningsepisoder kunne bli 1,5-2 ganger SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. Slike episoder opptrer anslagsvis 5-10 ganger pr. år.			
TITLE Air pollution calculations for a part of the Major Ring Road in Oslo			
ABSTRACT			

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