

NILU: OR 2/99
REFERANSE: O-98144
DATO: APRIL 1999
ISBN: 82-425-1049-0

**Vurdering av
luftforurensning fra
alternative veitraséer for
Ringvei vest, Bergen**

Ivar Haugsbakk

Innhold

	Side
Sammendrag.....	3
1 Innledning.....	7
2 Metoder og forutsetninger	7
3 Tunnel- og trafikkdata	8
4 Anbefalte luftkvalitetskriterier og krav til tunnelluft	11
5 Utslipp	12
6 Resultater fra spredningsberegningene	14
7 Framtidig utvikling.....	27
8 Referanser.....	27
Vedlegg A Trafikktall og tunneldata.....	29
Vedlegg B Generelt om luftforurensning fra trafikk.....	37
Vedlegg C Avgass produksjon og nødvendig ventilasjonshastighet i tunneler	43
Vedlegg D Spredningsberegninger	69

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens vegvesen Hordaland, utført beregninger av luftforurensninger fra to ulike alternative veitraséer langs Ringvei vest i Bergen. (Ett av alternativene i tre varianter.) Det er utført beregninger av produksjon av nitrogenoksider (NO_x) og karbonmonoksid (CO) i tunneler, samt spredning av forurensninger fra tunnelmunninger. Svevestøv er ikke tatt med i beregningene, da det ikke finnes ferdigutviklet programverktøy for å beregne produksjon og spredning av svevestøv fra tunneler.

Beregningene er utført for trafikksituasjoner i rushtiden, med trafikkflyt i begge retninger. Videre er krav til ventilasjon og behov for utlufting og tilførsel av ventilasjonsluft beregnet for de samme trafikksituasjonene. Forurensningsbelastningen (maksimal forurensningsgrad) ved tunnelmunningene er beregnet for karbonmonoksid (CO) og nitrogendioksid (NO₂).

Luftkvaliteten i et område vurderes ved å sammenligne målinger eller beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning med grenseverdier satt ut fra virkning på helse og/eller vegetasjon. Begrepene grenseverdi, retningslinje og anbefalt luftkvalitetskriterium er tallverdier for forurensningsgrad. Grenseverdier er juridisk bindende, retningslinjer er en målsetning, mens anbefalte luftkvalitetskriterier ut fra faglige argumenter er satt så lavt at virkninger på helse/vegetasjon vanligvis ikke vil opptre.

Tabell A viser kriterier, nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet.

Tabell A: Kriterier, nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet utenfor tunnelene (uteluft) og grenseverdier i tunnelene (tunnelluft). Alle verdier gitt som µg/m³ unntatt for CO som er gitt som mg/m³.

A. Uteluft

Stoff	Midlings-tid	SFT luft-kvalitets-kriterier	Nasjonale mål *	Forurensningsloven		EU forslag til nye grenseverdier
				Kartleggings-grenseverdi	Tiltaks-grense-verdi	
NO ₂	1 time	100	150	200	300	200
CO	1 time	25	-	-	-	-

B. Tunnelluft

Stoff	Midlingstid	Vegdirektoratet
CO	Øyeblikksverdi	250
NO _x	"	28 200
NO ₂	"	2 800

* Nasjonale mål for luftkvaliteten i byer og tettsteder ble vedtatt av Regjeringen høsten 1998. De nasjonale mål er i hovedsak litt strengere enn EUs forslag til nye grenseverdier, men ikke så strenge som SFTs luftkvalitetskriterier. De nasjonale målene tillater 8 overskridelser pr. år for NO₂.

Forurensning ved tunnelmunningene

Tunneldata er vist i Tabell B.

Tabell B: *Alternative veitraséer/trasévarianter med tilhørende tunneler og lengden på disse.*

Alternativ	Lengde på tunneler fra sør mot nord		
	(m)	(m)	(m)
Øst	2110	2620	
Vest *Variant høy med rampe	1080	2500*	3730
Vest *Variant middels med rampe	1080	2500*	3730
Vest *Variant lav uten rampe	1080	2500*	3730
Pårampe sørover	1025		
Avrampe nordover	690		

CO- og NO₂-konsentrasjoner i ventilasjonsluften i munningene er beregnet for prosjekterte trafikkmengder ved skiltet hastighet (90 km/h). Munningskonsentrasjoner er beregnet ut fra Vegdirektoratets grenseverdier for tunnelluft og derav nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde disse.

Ved normal trafikkavvikling er NO_x-utslippene avgjørende for nødvendig ventilasjonshastighet i tunnelsystemet. I køsituasjoner vil CO-produksjonen bli avgjørende med dagens utslipp.

CO- og NO₂-konsentrasjonen reduseres (fortynnes) med økende avstand fra tunnelmunningene. I beregningene er det tatt hensyn til et bakgrunnsnivå av luftforurensninger. Bakgrunnskonsentrasjonen representerer i dette tilfelle en maksimal konsentrasjon som skyldes andre kilder. I området der tunnelen er planlagt, er det regnet med et bakgrunnsnivå på 4 mg CO/m³ og 25 µg NO₂/m³.

Det er regnet med et bakgrunnsnivå av ozon på 60 µg/m³. Ozon reagerer med nitrogenmonoksid og danner oksygen og nitrogendioksid etter ligningen:



Det er derfor lagt til et totalt bakgrunnsnivå på 85 µg NO₂/m³ som timemiddelverdi (dette er inkludert i beregnede konsentrasjoner).

Utstrekning av forurensninger i beregningene er gitt for verst tenkelig tilfelle, ved maksimal trafikkbelastning og ved dårlige spredningsforhold utenfor tunnelmunningene. For å kunne si noe om forekomst av ugunstige meteorologiske forhold er det behov for data angående vindstyrke og vindretning utenfor tunnelmunningene. Et normalt anslag vil være at disse ugunstige meteorologiske forhold opptrer i 10% av tiden, og da ville maksimalt forurensningsnivå utenfor tunnelmunningene opptre i mindre enn 0,6% av tiden (52 timer i året).

Det kan ikke ses bort fra at utslipp fra tunnelmunningene kan bidra til luktplager i tunnelmunningenes umiddelbare nærhet ved normal trafikkavvikling. Erfaringsmessig vil eksosluft kunne merkes på større avstand enn der NO_2 -konsentrasjonen er $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Forurensningsbelastningen utenfor tunnelmunningene blir størst for begge alternativer og alle tre varianter av alternativ vest ved ettermiddagsrush. Vest-alternativet kommet best ut med høy variant, og dårligst ut med lav variant (dypest tunnel). For Vest-alternativet vil begge de forurensningsmessige beste variantene (høy og middels) også belaste omgivelsene med litt forurensning fra en avrampe.

Vest-alternativet kommer dårligst ut. Ved Dolvik og Vassteigen (ved Sælenvatnet) vil en få forurensninger fra to tunnelmunninger som står mot hverandre. For at dette alternativet skal realiseres bør forurensningene fra tunnelmunninger med trafikk ut av disse (morgenrush sørover og ettermiddagsrush nordover) ledes gjennom en sjakt og slippes ut i et område uten bebyggelse i umiddelbar nærhet. Eventuelt kan rensetiltak gjennomføres, eller boligmasse som blir utsatt for høye forurensninger innløses. I siste tilfelle bør målinger foretas etter at tunnelene er ferdige. Også ved de øvrige tunnelmunninger for Vest-alternativet må det vurderes om sjakter eller andre nevnte tiltak er nødvendige for ikke å komme i konflikt med arealutnyttelse ved tunnelmunninger.

Øst-alternativet kommer best ut, men også her må det vurderes om sjakter eller andre tiltak er nødvendig for ikke å komme i konflikt med arealutnyttelse ved tunnelmunninger.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for NO_2 på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddel er i utgangspunktet nesten fylt opp av bakgrunnskonsentrasjoner på $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det må imidlertid presiseres at denne bakgrunnsverdien kun vil forekomme ved maksimal trafikkmengde og svært ugunstige spredningsforhold. Forurensningsmessig er dette luftkvalitetskriteriet som nevnt så lavt at virkninger på helse/vegetasjon normalt ikke vil opptre. For vurdering av luftkvalitet utenfor tunnelmunningene er det derfor hensiktsmessig å ta utgangspunkt i nasjonalt mål som er $150 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.

Svevestøvproblematikken er knyttet til tørt vær, og de største svevestøvkonsentrasjoner blir oftest målt i slutten av piggdekkseasonen. I tider av døgnet med trafikk vil timemiddelkonsentrasjonene av svevestøv kunne komme opp i dobbelt så høye konsentrasjoner som NO_2 . Døgnmiddelkonsentrasjoner i omgivelsene er spesielt avhengig av vindretningsfordeling og nedbørmengde. Beregninger utført av NILU viser at maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner som følge av bakgrunnsbelastning alene vil komme opp i $45\text{-}80 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ i området Ringvei vest (Tønnesen og Slørdal, 1998). I tillegg kommer forurensningene fra veiene slik at den totale svevestøvbelastningen maksimalt kan komme opp i $160 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$. Ved sjaktløsning eller andre tiltak vil nødvendigvis svevestøvproblematikken også bli ivaretatt.

Beregningene er utført for å gi grunnlagsmateriale for å velge riktig alternativ med hensyn på helseeffekter, arealbruk og økonomi.

Vurdering av luftforurensning fra alternative veitraséer for Ringvei vest, Bergen

1 Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens vegvesen Hordaland, utført beregninger av luftforurensninger fra ulike alternative veitraséer langs Ringvei vest i Bergen.

Det er utført beregninger av forurensningskonsentrasjoner i områdene nær tunnelmunningene. Beregningene er utført for trafikksituasjoner med maksimaltrafikk (rushtid).

Krav til ventilasjon og behov for utlufting og tilførsel av ventilasjonsluft er beregnet for rushtidstrafikk med trafikkflyt i begge retninger. Forurensningsbelastningen ved tunnelmunningene er beregnet for karbonmonoksid (CO) og nitrogendioksid (NO₂). Utslippet av nitrogenoksider (NO_x) fra biltrafikk består normalt av 90% nitrogenmonoksid (NO) og ca. 10% nitrogendioksid (NO₂) på horisontal vei. NO₂ i bileksosen gir vanligvis de høyeste forurensningskonsentrasjoner i forhold til anbefalte retningslinjer for timeverdier i uteluft og grenseverdier for luftkvalitet i tunneler. Ved køsituasjoner vil imidlertid CO-konsentrasjonen være høyest i forhold til anbefalte retningslinjer og avgjørende for krav til ventilasjonsluft. Anbefalte retningslinjer for uteluft og grenseverdier for tunnelluft er omtalt i kapittel 4.

2 Metoder og forutsetninger

I beregningene er det benyttet samme metoder som for tilsvarende tunneler (Larssen og Iversen, 1984; Larssen, 1987; Tønnesen, 1988). Beregningsmetoden er kontrollert ved målinger utført blant annet ved tunneler i Bergen (Gotaas, 1981). Beregningene har omfattet følgende:

1. Med utgangspunkt i trafikk- og tunneldata, samt utslippsfaktorer for lette og tunge diesel- og bensinbiler, er det beregnet utslipp av CO og NO_x i tunnelene.
2. Ut fra data for utslipp av CO og NO_x er det beregnet nødvendig ventilasjonshastighet for å overholde grenseverdiene for NO₂ og CO i tunneler.
3. Konsentrasjonene av CO og NO₂ utenfor munningene er beregnet ved hjelp av en modell som beskriver spredning av forurensninger fra tunneler (Iversen, 1982).
4. Beregnete konsentrasjoner av CO og NO₂ fra munningene er sammenlignet med anbefalte retningslinjer for luftkvalitet for CO og NO₂. Disse er gitt i kapittel 4.

I beregningene er det tatt hensyn til innføring av katalysator på nye bensindrevne bilmodeller fra 1989. Det er antatt en årlig utskifting av de bensindrevne personbilene på 4-6% som betyr at ca. 65% av bilene i år 2000 har katalysator. Det antas videre at tilnærmevis alle bensindrevne biler har katalysator innen år 2010, og

dette er tatt med i beregningene. Katalysatorens betydning for NO₂-konsentrasjonen er mindre enn for CO-konsentrasjonen, da en betydelig del av NO_x-produksjonen kommer fra dieseldrevne kjøretøy. For tunge dieserbiler ble strengere avgasskrav innført i 1994, mens krav til dieseldrevne personbiler og lette dieseldrevne varebiler ble innført i 1990. Først noen år etter innføringen vil dette ha en merkbar innvirkning på det totale NO_x-utslippet fra dieserbiler. Beregningene er utført for år 2015, hvor alle disse tiltakene vil ha tilnærmet full effekt

3 Tunnel- og trafikkdata

De ulike alternativer er vist i Figur 1. Nødvendige tegninger og tallmateriale angående veigeometri, trafikk tall og trafikksammensetning er gitt av oppdragsgiver. Trafikkprognose for år 2015, er benyttet med ÅDT som beskrevet i vedlegg A.

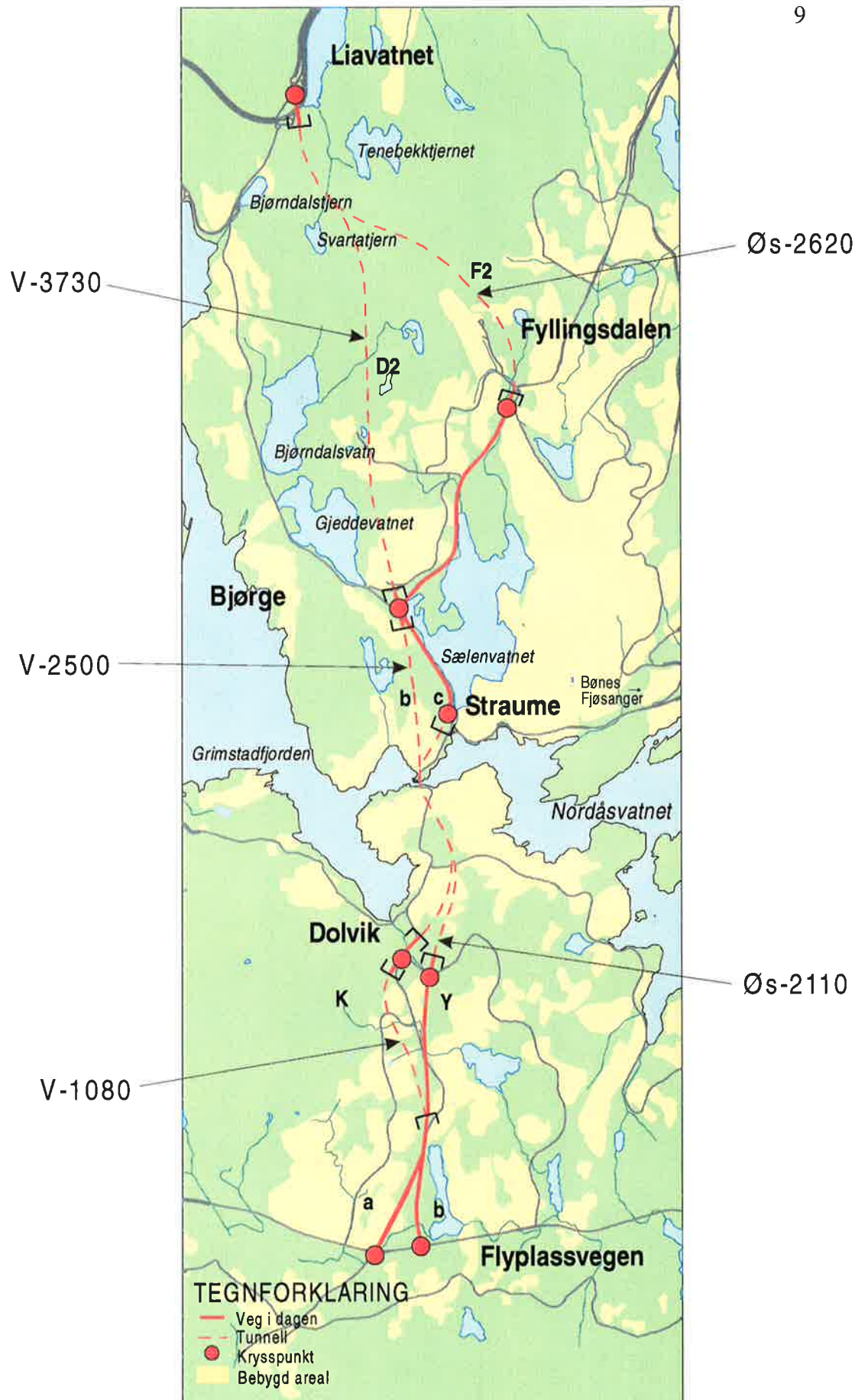
I hovedsak er det to traséalternativer, alternativ øst og alternativ vest, der alternativ vest har tre varianter. Alle alternativer har separate løp for begge kjøretninger. Som et regneeksempel er det også beregnet for toveistrafikk i ett løp for vest-alternativet, for tunnelen med variantene høy/middels/lav lengde 2500 m. Tabell 1 gir en oversikt over alternativer/varianter med tilhørende tunneler og benevnelser som er benyttet videre i rapporten.

Tabell 1: *Alternative veitraséer/trasévarianter med tilhørende tunneler og lengden på disse.*

Alternativ	Lengde på tunneler fra sør mot nord		
	(m)	(m)	(m)
Øst	2110	2620	
Vest *Variant høy med rampe	1080	2500*	3730
Vest *Variant middels med rampe	1080	2500*	3730
Vest *Variant lav uten rampe	1080	2500*	3730
Pårampe sørover	1025		
Avrampe nordover	690		

For å forenkle de videre beregningen av tunnelene har vi gjort følgende forkortelser:

Øst : Øs eks. Øs – 2110
 Vest, variant høy : Vh ” Vh – 2500
 Vest, variant middels : Vm ” Vm – 2500
 Vest, variant lav : Vl ” Vl – 2500
 Vest, variant middels : Vm ” Vm – 2500-To (variant med toveis-
 trafikk i ett løp)

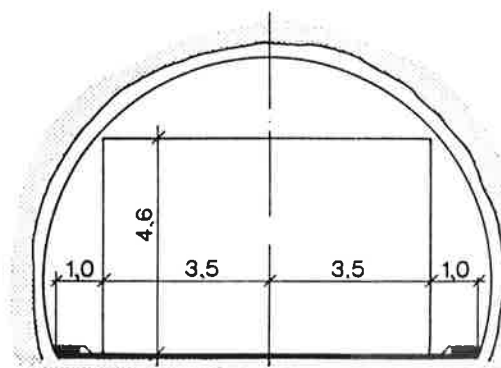


Figur 1: Alternative tunneltraséer, Ringvei vest Bergen. Tunnellengder er gitt sammen med alternativ øst (Øs) og vest (V).

Variant med toveistrafikk, ett løp for tunnel V-2500 er vist som et eksempel på hvor mye større forurensningsbelastningen blir i dette tilfellet. Det forutsettes da at trafikken lar seg avvikle på denne måten.

I tillegg har vi benyttet forkortelser for morgenrush (M) sørover og ettermiddagsrush (E) nordover.

Tunnelmunningene vil få tunnelprofil T9 (50,45 m²), se Figur 2.



Tunnelprofil T9

Figur 2: Tunnelprofil Ringvei vest, Bergen (T9:50,45m²).

4 Anbefalte luftkvalitetskriterier og krav til tunnelluft

Statens forurensningstilsyn (1992) har utarbeidet anbefalte luftkvalitetskriterier. De er for CO og NO₂:

CO	Timemiddelverdi	: 25 mg/m ³
	8-timers verdi	: 10 mg/m ³
NO ₂	Timemiddelverdi	: 100 µg/m ³
	24-timers verdi	: 75 µg/m ³

Ved fastsettelsen av de anbefalte luftkvalitetskriteriene er det anvendt en usikkerhetsfaktor på ca. 5. Det betyr at eksponeringsnivåene må opp i 5 ganger høyere enn de angitte verdiene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. De anbefalte kriteriene kan derfor ikke tolkes slik at nivåer over disse er definitivt helseskadelige, men det kan heller ikke utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalte luftkvalitetskriterier.

Det henvises til SFTs rapporter når det gjelder bakgrunnen for retningslinjene og SFTs vurderinger (SFT, 1992 og 1998). Se for øvrig vedlegg B: Generelt om luftforurensning fra trafikk.

Luftkvaliteten i et område vurderes ved å sammenligne målinger eller beregninger av konsentrasjoner av luftforurensning med grenseverdier satt ut fra virkning på helse og/eller vegetasjon. Begrepene grenseverdi, retningslinje og anbefalt luft-

kvalitetskriterium er tallverdier for forurensningsgrad. Grenseverdier er juridisk bindende, retningslinjer er en målsetning, mens anbefalte luftkvalitetskriterier ut fra faglige argumenter er satt så lavt at virkninger på helse/vegetasjon vanligvis ikke vil opptre.

Tabell 2 viser kriterier, nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet.

Tabell 2: *Kriterier, nasjonale mål og grenseverdier for luftkvalitet utenfor tunnelene (uteluft) og grenseverdier i tunnelene (tunnelluft). Alle verdier gitt som $\mu\text{g}/\text{m}^3$ unntatt for CO som er gitt som mg/m^3 .*

A. Uteluft

Stoff	Midlings-tid	SFT luft-kvalitets-kriterier	Nasjonale mål *	Forurensningsloven		EU forslag til nye grenseverdier
				Kartleggingsgrenseverdi	Tiltaks-grense-verdi	
NO ₂	1 time	100	150	200	300	200
CO	1 time	25	-	-	-	-

B. Tunnelluft

Stoff	Midlingstid	Vegdirektoratet
CO	Øyeblikksverdi	250
NO _x	"	28 200
NO ₂	"	2 800

* Nasjonale mål for luftkvaliteten i byer og tettsteder ble vedtatt av Regjeringen høsten 1998. De nasjonale mål er i hovedsak litt strengere enn EUs forslag til nye grenseverdier, men ikke så strenge som SFTs luftkvalitetskriterier. De nasjonale målene tillater 8 overskridelser pr. år for NO₂.

Vegdirektoratet (1988) har vedtatt grenseverdier for CO og NO_x i veitunneler. Grenseverdiene er:

CO : 250 mg/m³ (200 ppm)

NO_x : 28,2 mg/m³ (15 ppm) tilsvarer ca. 2,8 mg/m³ (1,5 ppm) som NO₂.

Vegdirektoratets verdier gjelder ved den munningen der ventilasjonsluften tas ut. For tunneler med tverrslag og langslufting er grenseverdiene henholdsvis 100 ppm CO og 7,5 ppm NO_x ved halv tunnellengde.

5 Utslipp

Utslipp av CO og NO_x er beregnet for tiden med størst trafikkbelastning, rushtid om for- og ettermiddagen, med følgende inngangsdata:

1. Trafikktall (antall og hastighet).
2. Tunneldata (lengde, tverrsnittsareal, stigning).
3. Tungtrafikkandel (8%).
4. Kaldstartandel (5%).

Resultatet av utslippsberegningene er vist i Tabell 3. Tabellen viser også nødvendig luftstrøms hastighet for å overholde Vegdirektoratets grenseverdier for tunnelluft. I enveiskjørt tunnel vil stempeeffekten av trafikken gi en pumpevirksomhet som gjør tunnelene selvventilerende. I Tabell 3 er både nødvendig ventilasjonshastighet og pumpevirksomhet oppgitt.

Tabell 3: Utslipp (g/s) av CO og NO_x i tunnelene, og nødvendig luftstrøms hastighet for å overholde grenseverdier for luftkvalitet i tunneler. Beregningene er utført for skiltet hastighet 90 km/h. Både morgenrush og ettermiddagsrush er beregnet, der størst belastning (morgen eller ettermiddag er markert med uthevet skrift.

Rushtid	Tunnel	Ventilasjonshastighet		Utslipp	
		Nødvendig	Pumpevirksomhet	CO (g/s)	NO _x (g/s)
Morgenrush (sørover)	Øs-2110	2,1	9,6	4,3	3,0
	Øs-2620	1,1	7,7	2,5	1,5
	V-1080	0,7	8,6	1,4	0,9
	Vh-2500	2,7	10,8	5,4	3,8
	V-3730	1,5	7,8	3,5	2,1
	V-1080	0,7	8,6	1,4	0,9
	Vm-2500	3,0	10,8	5,7	4,2
	V-3730	1,5	7,8	3,5	2,1
	V-1080	0,6	8,4	1,4	0,9
	VI-2500	2,7	9,6	4,9	3,8
	V-3730	1,5	7,8	3,5	2,1
	Vh-2500-To	3,4	–	7,1	4,8
	Vm-2500-To	3,8	–	7,5	5,3
VI-2500-To	3,6	–	6,7	5,0	
Ettermiddagsrush (nordover)	Øs-2110	1,3	9,6	2,9	1,8
	Øs-2620	1,3	9,7	2,8	1,8
	V-1080	0,5	8,6	1,2	0,7
	Vh-2500	1,8	10,8	4,0	2,5
	V-3730	2,2	7,7	4,4	3,1
	V-1080	0,5	8,6	1,2	0,7
	Vm-2500	1,9	10,8	4,1	2,6
	V-3730	2,2	7,7	4,4	3,1
	V-1080	0,5	8,6	1,2	0,7
	VI-2500	2,1	10,8	4,1	2,9
	V-3730	2,2	7,7	4,4	3,1
	Vh-2500-To	2,9	–	6,2	4,0
	Vm-2500-To	3,1	–	6,4	4,4
VI-2500-To	3,2	–	6,2	4,5	
Avrampe*	0,3	5,0	0,7	0,4	

* Kjørehastighet 60 km/h.

I vedlegg C er alle beregningsresultater gitt for ulike kjørehastigheter. En lavere dieselandel vil gi mindre utslipp av NO_x, men større utslipp av CO. Tabellene i vedlegg C viser at det er liten forskjell i CO- og NO_x-utslipp med ulik hastighet i området 80-90 km/h. Lavere hastighet gir mindre NO_x-utslipp og større CO-utslipp. Hvis kjørehastigheten blir lavere enn 60 km/h vil dette føre til økt utslipp

av både NO_x og CO. Vanligvis vil det være NO_x-utslippene som avgjør nødvendige luftstrømhastigheter for å overholde grenseverdier for luftkvalitet i tunneler. Ved dårlig trafikkavvikling eller sammenhengende kø i tunneler vil det være CO-utslippene som vanligvis er avgjørende for nødvendig utlufting av tunnelene.

Det er ikke tatt hensyn til at forurenset luft trekkes inn i tunnellopene fra omgivelsene. Dette vil i liten grad påvirke konsentrasjonen i tunnelen og ligger innenfor usikkerheten i beregningene.

6 Resultater fra spredningsberegningene

NO₂- og CO-konsentrasjoner i ventilasjonsluften i munningene er beregnet for prosjekterte trafikkmengder og hastigheter i begge kjøreretninger. Tabell 4 viser resultatet av beregningene. Det er etter oppdragsgivers ønsker tatt utgangspunkt i skiltet hastighet, 90 km/h. Vedlegg D viser avstander til gitte konsentrasjoner basert på munningskonsentrasjonene i Tabell 4.

Tabell 4: Maksimale munningskonsentrasjoner ved rushtidstrafikk.

Rushtid	Tunnel	Kjørehastighet (km/h)	Ventilasjons-hastighet (m/s)	Munningskonsentrasjoner	
				CO (mg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Morgenerush (sørover)	Øs-2110	90	9,6	9	470
	Øs-2620	90	7,7	7	436
	V-1080	90	8,6	3	163
	Vh-2500	90	10,8	10	522
	V - 3730	90	7,8	9	568
	V-1080	90	8,6	3	163
	Vm-2500	90	10,8	10	576
	V-3730	90	7,8	9	568
	V-1080	90	8,4	3	160
	VI-2500	90	9,6	10	582
	V-3730	90	7,8	9	568
	Vh-2500-To	90	3,4	41	2 100
	Vm-2500-To	90	3,8	39	2 100
	VI-2500-To	90	3,6	37	2 100
Ettermiddags-rush (nordover)	Øs-2110	90	9,6	6	747
	Øs-2620	90	9,7	7	465
	V-1080	90	8,6	3	330
	Vh-2500	90	10,8	7	908
	V - 3730	90	7,7	12	836
	V-1080	90	8,6	3	330
	Vm-2500	90	10,8	8	908
	V-3730	90	7,7	12	836
	V-1080	90	8,6	3	322
	VI-2500	90	10,8	8	1 193
	V-3730	90	7,7	12	836
	Vh-2500-To	90	2,9	43	5 600
	Vm-2500-To	90	3,1	41	5 600
	VI-2500-To	90	3,2	39	5 600
Avrampe	60	3,3	2	128	

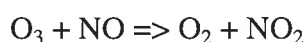
Jo høyere ventilasjonshastighet, jo bedre fortykning av luftforurensninger. Men ved ventilasjonshastigheter over 3,0 m/s vil det dannes en jetfase som "flytter" de høyeste konsentrasjoner lengre ut fra tunnelmunningen. En jetfase vil også føre til mindre område i bakkant av tunnelmunningen med høye forurensningskonsentrasjoner. Dette kan være gunstig dersom det er boligmassen i bakkant av tunnelmunningen man ønsker å ta hensyn til.

Det er viktig å merke seg at beregningene er utført med 8% tungtrafikkandel. Dersom tungtrafikkandelen skulle bli lavere vil en få noe høyere CO-konsentrasjoner ved samme trafikkmengde totalt.

Det er beregnet ved hvilken avstand fra tunnelmunningene konsentrasjoner av CO og NO₂ er redusert til et nivå lik gitte konsentrasjoner i uteluft. Det er regnet at NO₂-andelen av NO_x i utslippet fra tunnelmunningene er 7,5% i tunnel oppover, 20% i tunnel nedover. I beregningene er det også tatt hensyn til bakgrunnsnivå av forurensede komponenter. Bakgrunnskonsentrasjoner representerer i dette tilfellet en maksimal konsentrasjon som skyldes andre kilder utenfor tunnelmunningen. Vi har regnet med et bakgrunnsnivå på 4 mg CO/m³ og 25 µg NO₂/m³ som timemiddel.

Tabell 4 viser at belastningen blir størst for begge alternativer og alle tre varianter av alternativ vest ved ettermiddagsrush. Vest-alternativet kommer best ut med høy variant, og dårligst med lav variant (dypest tunnel). For Vest-alternativet vil begge de forurensningsmessig beste variantene (høy og middels) også belaste omgivelsene med litt forurensning fra en avrampe. Toveis trafikk i tunnel V-2500 vil eksempelvis gi nesten fire ganger så høye munningskonsentrasjoner som ved separate løp for hver kjøreretning. Dette kommer for det første av trafikkøkningen i tunnelloppet og for det andre av ventilasjonshastigheten der pumpevirkingen forsvinner med toveis trafikk.

Det er også regnet med et bakgrunnsnivå av ozon på 60 µg/m³. Ozon reagerer med nitrogenmonoksid og danner oksygen og nitrogendioksid etter etter ligningen:



Vi har derfor lagt til et totalt bakgrunnsnivå på 85 µg NO₂/m³ (dette er inkludert i beregnede konsentrasjoner som sammenlignes med anbefalt luftkvalitetskriterium på 100 µg/m³). Se for øvrig Tabell 5.

Tabell 5: Anbefalte verdier for bakgrunnsnivå av CO, NO₂ og regionalt ozon, gitt som timemiddelverdier avhengig av områdetype og innbyggertall i tettstedet (Torp, Tønnesen og Larssen, 1994).

Innbyggertall	CO (mg/m ³)			NO ₂ (µg/m ³)			O ₃ (µg/m ³) Alle områdetyper
	Tett bebyggelse (OTY 3)	Middels tett bebyggelse (OTY 2)	Spredt bebyggelse (OTY1)	Tett bebyggelse (OTY 3)	Middels tett bebyggelse (OTY 2)	Spredt bebyggelse (OTY1)	
<50 000	4	3	1	27	17	5	60
50-200 000	7	4	1	39	25	5	60
>200 000	11	7	1	68	43	5	60

Det er ellers ikke tatt hensyn til bidrag fra andre veier i nærheten eller andre forurensningskilder fordi disse bidragene inngår i bakgrunnsnivået. Resultatet av beregninger av konsentrasjoner **utenfor** tunnelmunningene er vist i Tabell 6 og Figur 3-Figur 10. Isokonsentrasjonskurvene omkring tunnelmunningene viser utbredelsen av gitte NO₂-konsentrasjoner for alle vindretninger. I et gitt sted vil konsentrasjonene vist ved kurvene bare inntreffe for **en** gitt vindretning, retningen **fra** tunnelmunningen mot gitt sted. Maksimalkonsentrasjonene forekommer ved stor trafikk (i rushtiden) og ved dårlige spredningsforhold.

Når tungtrafikkandelen er lavere fører det til mindre område med maksimalt NO₂-nivå.

Det kan ikke ses bort fra at utslipp fra tunnelen kan bidra til luktplager i tunnelmunningens umiddelbare nærhet ved normal trafikkavvikling. Erfaringsmessig vil eksosluft kunne merkes på større avstander enn der NO₂-konsentrasjonen er 200 µg/m³.

Vest-alternativet kommer dårligst ut. Ved Dolvik og Vassteigen (ved Sælenvatnet) vil en få forurensninger fra to tunnelmunninger som står mot hverandre. For at dette alternativet skal realiseres bør forurensningene fra tunnelmunninger med trafikk ut av disse (morgenrush sørover og ettermiddagsrush nordover) ledes gjennom en sjakt og slippes ut i et område uten bebyggelse i umiddelbar nærhet. Eventuelt kan rensiltak gjennomføres, eller boligmasse som blir utsatt for høye forurensninger innløses. I siste tilfelle bør målinger foretas etter at tunnelene er ferdige. Også ved de øvrige tunnelmunninger for Vest-alternativet må det vurderes om sjakter eller andre nevnte tiltak er nødvendige for ikke å komme i konflikt med arealutnyttelse ved tunnelmunninger.

Øst-alternativet kommer best ut, men også her må det vurderes om sjakter eller andre tiltak er nødvendig for ikke å komme i konflikt med arealutbygging ved tunnelmunninger.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for NO₂ på 100 µg/m³ som timesmiddel er i utgangspunktet nesten fylt opp av bakgrunnskonsentrasjon på 85 µg/m³. Det må imidlertid presiseres at denne bakgrunnsverdien kun vil forekomme ved maksimal trafikkmengde og svært ugunstige spredningsforhold. Forurensnings-

messig er dette luftkvalitetskriteriet som nevnt så lavt at virkninger på helse/vegetasjon normalt ikke vil opptre. For vurdering av luftkvalitet utenfor tunnelmunningene er det derfor hensiktsmessig å ta utgangspunkt i nasjonalt mål som er $150 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.

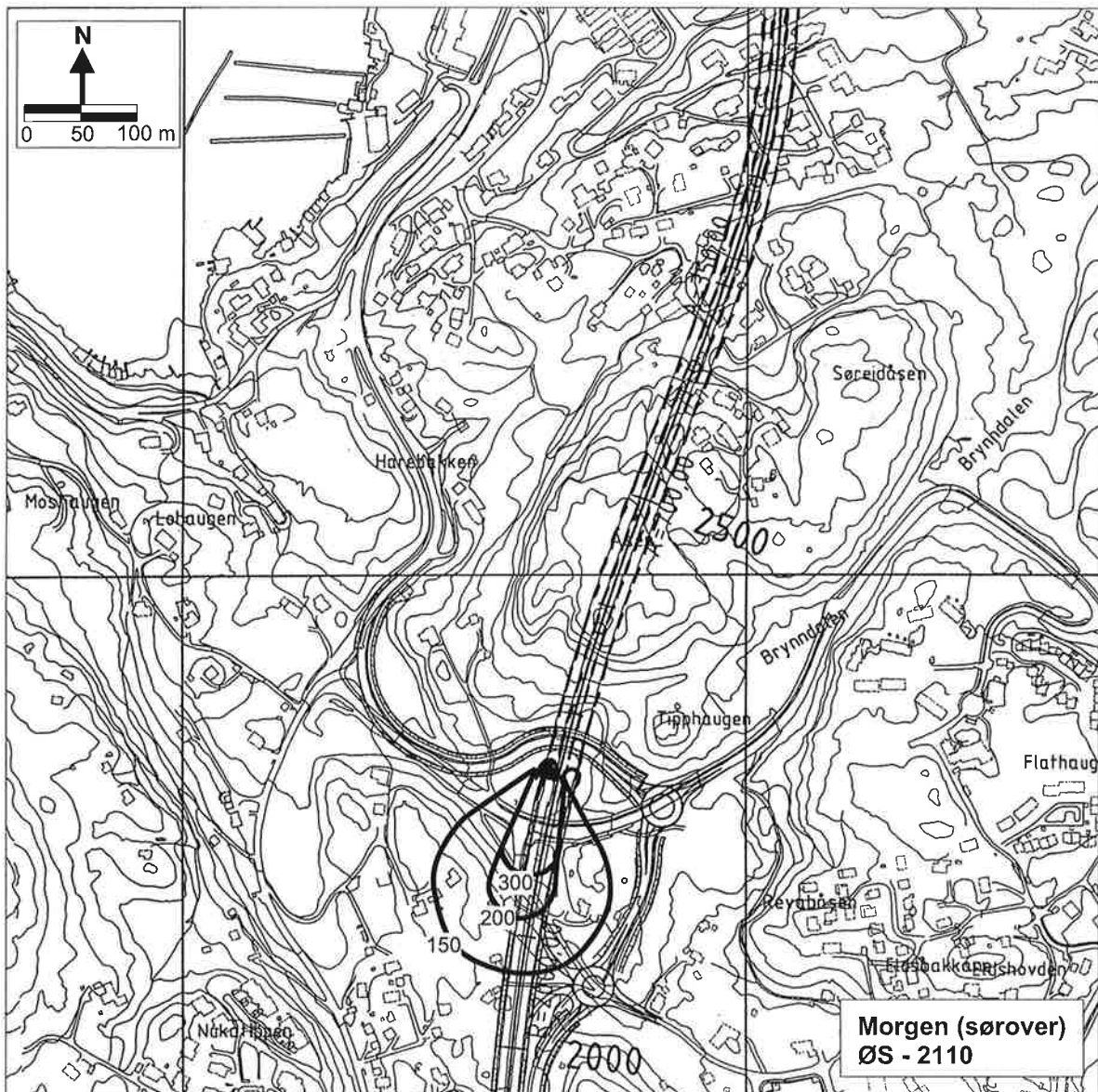
Selv om det i dag ikke finnes egnet beregningsverktøy for produksjon og spredning av svevestøv fra tunneler kan det opplyses følgende: Svevestøvproblematikken er knyttet til tørt vær, og de største svevestøvkonsentrasjoner blir oftest målt i slutten av piggdekkseasonen. I tider av døgnet med trafikk vil timemiddelkonsentrasjonene av svevestøv kunne komme opp i dobbelt så høye konsentrasjoner som NO_2 . Døgnmiddelkonsentrasjoner i omgivelsene er spesielt avhengig av vindretningsfordeling og nedbørmengde. Beregninger utført av NILU viser at maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner som følge av bakgrunnsbelastning alene vil komme opp i $45\text{-}80 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ i området Ringvei vest (Tønnesen og Slørdal, 1998). I tillegg kommer forurensningene fra veiene slik at den totale svevestøvbelastningen maksimalt kan komme opp i $160 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$. Ved sjaktløsning eller andre tiltak vil naturligvis svevestøvproblematikken også bli ivaretatt.

Beregningene er utført for å gi grunnlagsmateriale for å velge riktig alternativ med hensyn på helseeffekter, arealbruk og økonomi.

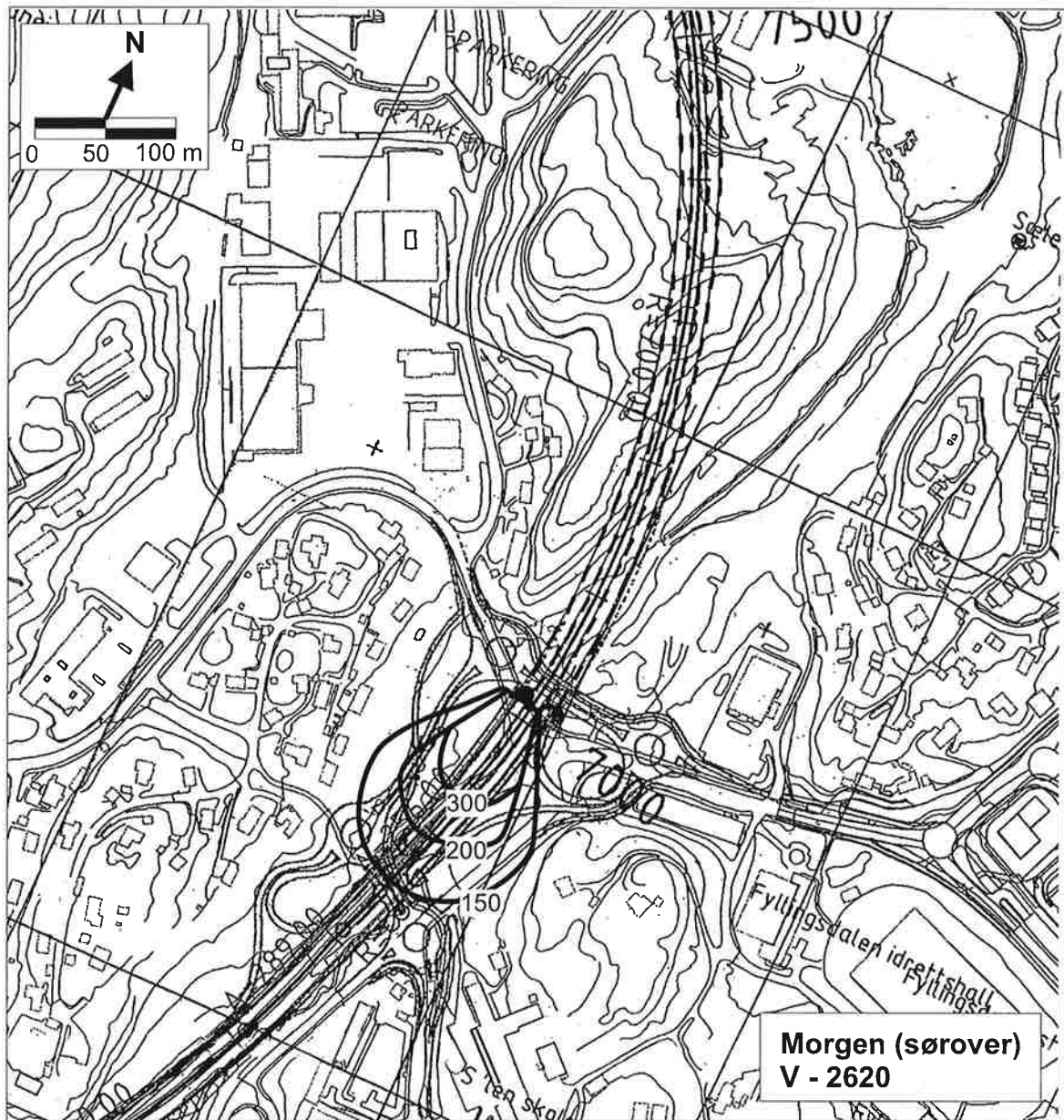
Tabell 6: Nødvendig spredningsavstand fra tunnelmunninger for at konsentrasjoner av CO og NO₂ er redusert til gitte nivåer.

Rustid	Tunnel	Ventilasjonshastighet* (m/s)	Jetfase (m)	Nødvendig spredningsavstand for å komme ned på gitte luftkvalitetsnivå (utbredelse av konsentrasjon fra tunnelmunning) (m)						
				CO (25 mg/m ³)	NO ₂ (100 µg/m ³)	NO ₂ (150 µg/m ³)	NO ₂ (200 µg/m ³)	NO ₂ (250 µg/m ³)	NO ₂ (300 µg/m ³)	NO ₂ (350 µg/m ³)
Morgenrush (sørover)	Øs – 2110	9,6	100	0	398	175	125	100	85	74
	Øs – 2620	7,7	93	0	344	153	111	90	77	64
	V – 1080	8,6	96	0	211	90	55	-	-	-
	Vh – 2500	10,8	105	0	>400	195	138	110	93	80
	V – 3730	7,8	93	0	400	179	129	105	90	80
	V – 1080	8,6	96	0	211	90	55	44	-	-
	Vm – 2500	10,8	105	0	>400	206	147	117	99	86
	V – 3730	7,8	93	0	400	179	129	105	90	80
	V – 1080	8,4	96	0	207	88	53	-	-	-
	VI – 2500	9,6	100	0	>400	198	142	114	97	85
	V – 3730	7,8	93	0	400	179	129	105	90	80
	Vh – 2500-To	3,4	44	0	>400	228	164	131	111	97
	Vm–2500-To	3,8	53	0	>400	247	178	145	123	109
	VI–2500-To	3,6	49	0	>400	238	171	138	118	103
Ettermiddagsrush (nordover)	Øs – 2110	9,6	100	0	>400	228	164	133	113	99
	Øs – 2620	9,7	101	0	398	174	124	99	84	74
	V – 1080	8,6	96	0	312	137	98	78	62	42
	Vh – 2500	10,8	105	0	>400	268	193	155	132	116
	V – 3730	7,7	93	0	>400	221	160	131	112	99
	V – 1080	8,6	96	0	312	137	98	78	62	42
	Vm – 2500	10,8	105	0	>400	277	199	161	137	120
	V – 3730	7,7	93	0	>400	221	160	131	112	99
	V – 1080	8,6	96	0	308	135	96	77	60	40
	VI – 2500	10,8	105	0	>400	313	226	183	156	137
	V – 3730	7,7	93	0	>400	221	160	131	112	99
	Vh–2500-To	2,9	30	0	>400	355	257	208	178	157
	Vm–2500-To	3,1	36	0	>400	371	270	219	188	165
	VI–2500-To	3,2	39	0	>400	379	276	224	192	170
Avrampe*	3,3	42	0	99	29	5	-	-	-	

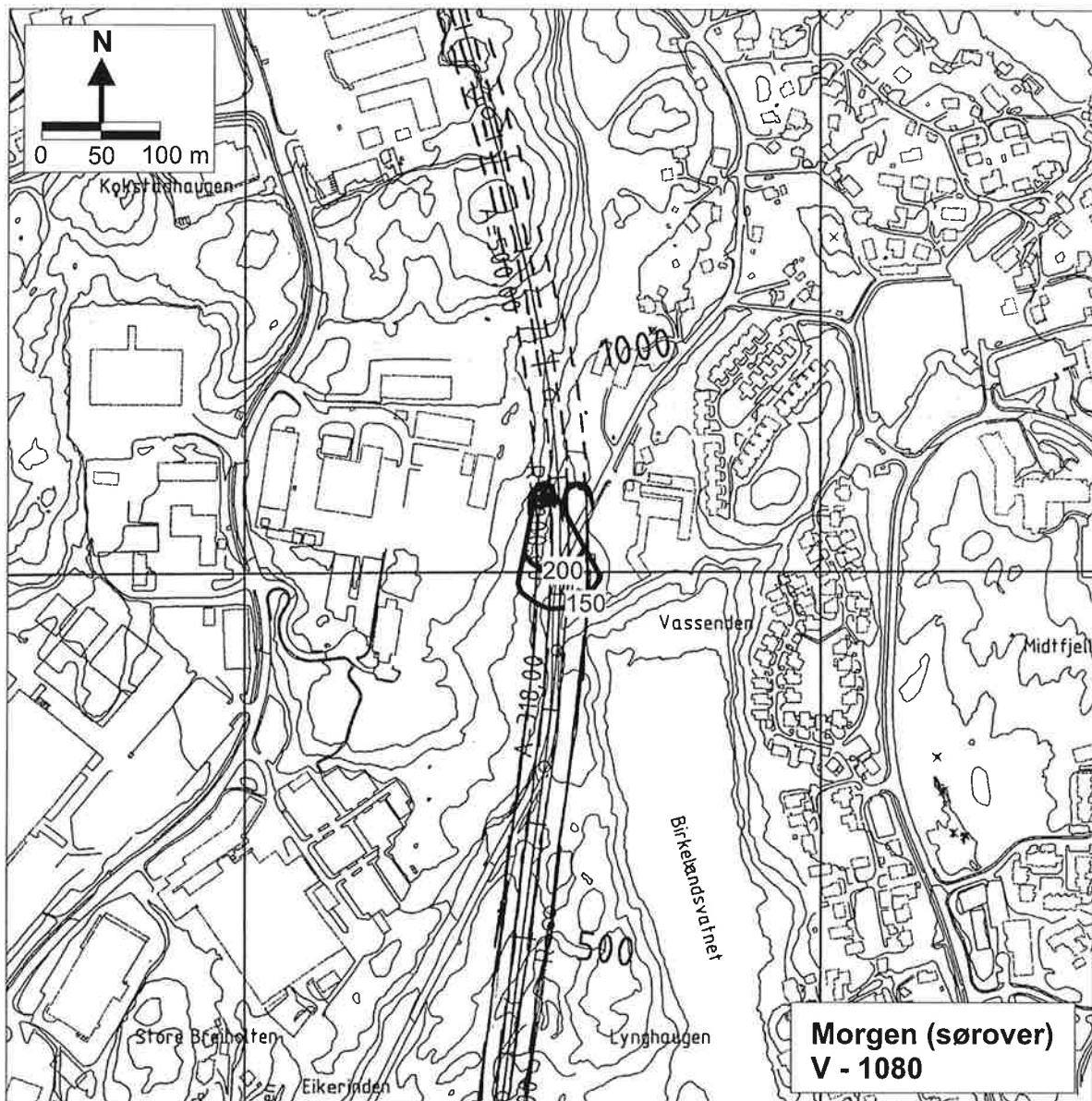
* Avrampe finnes på Vh–2500 og Vm–2500, men ikke på VI–2500. Tilsvarende med pårampe som gir et forurensningsbidrag til Vh–2500 og Vm–2500 (tatt med i beregningene).



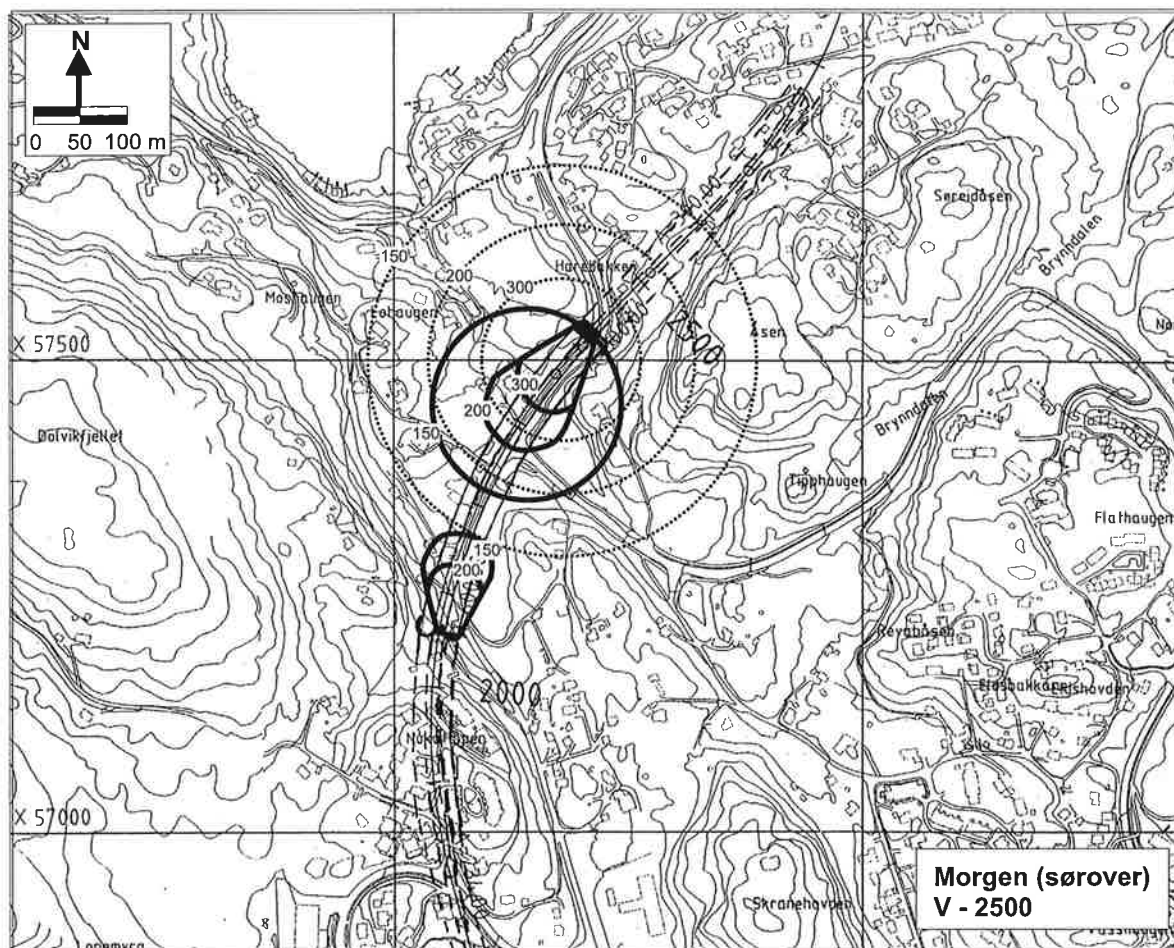
Figur 3: Tunnel Øs-2110 (se Figur 1). Morgenrush, søndre munning. NO_2 -konsentrasjon gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



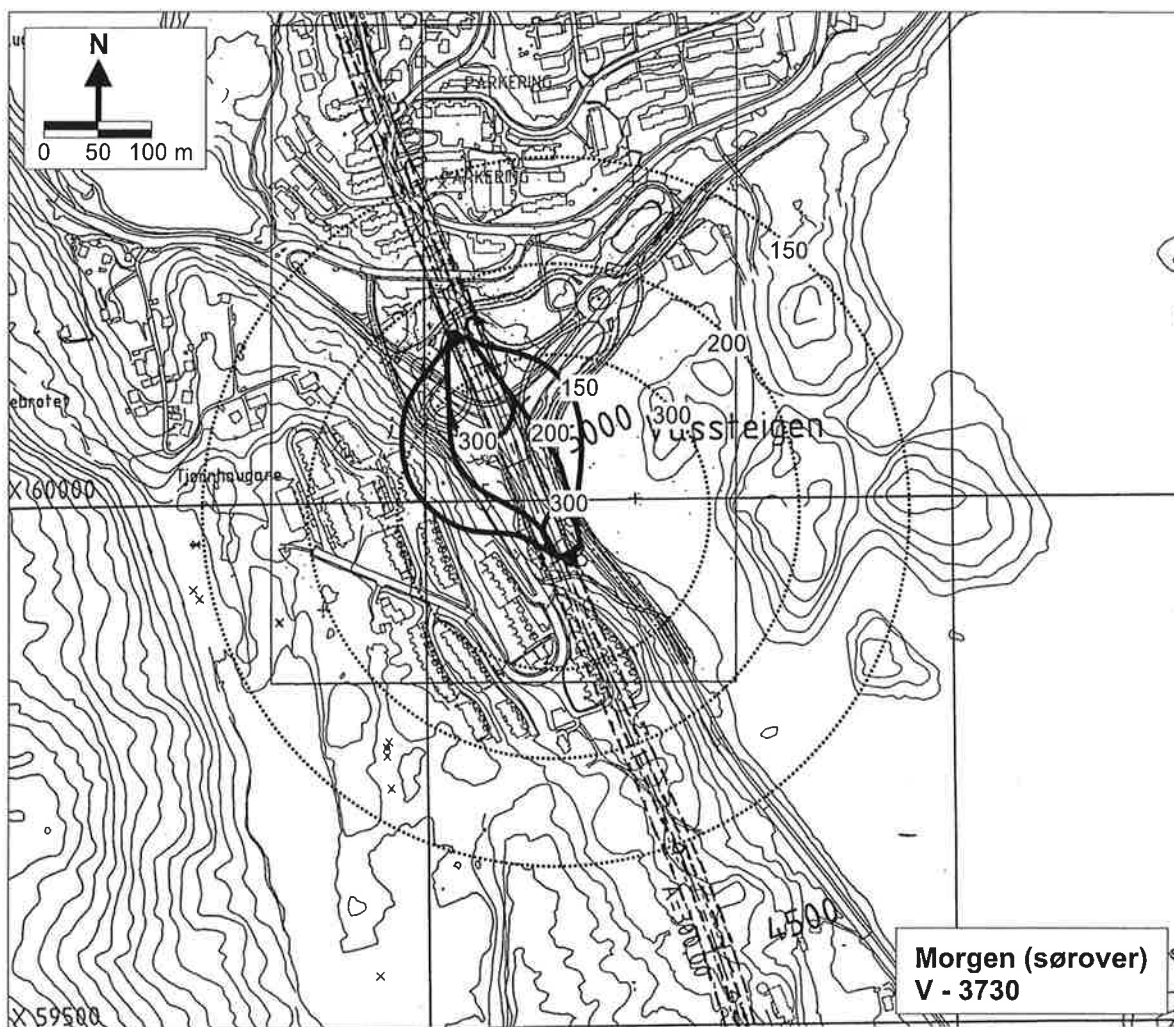
Figur 4: Tunnel Øs-2620 (se Figur 1). Morgenrush, søndre munning. NO_2 -konsentrasjon gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



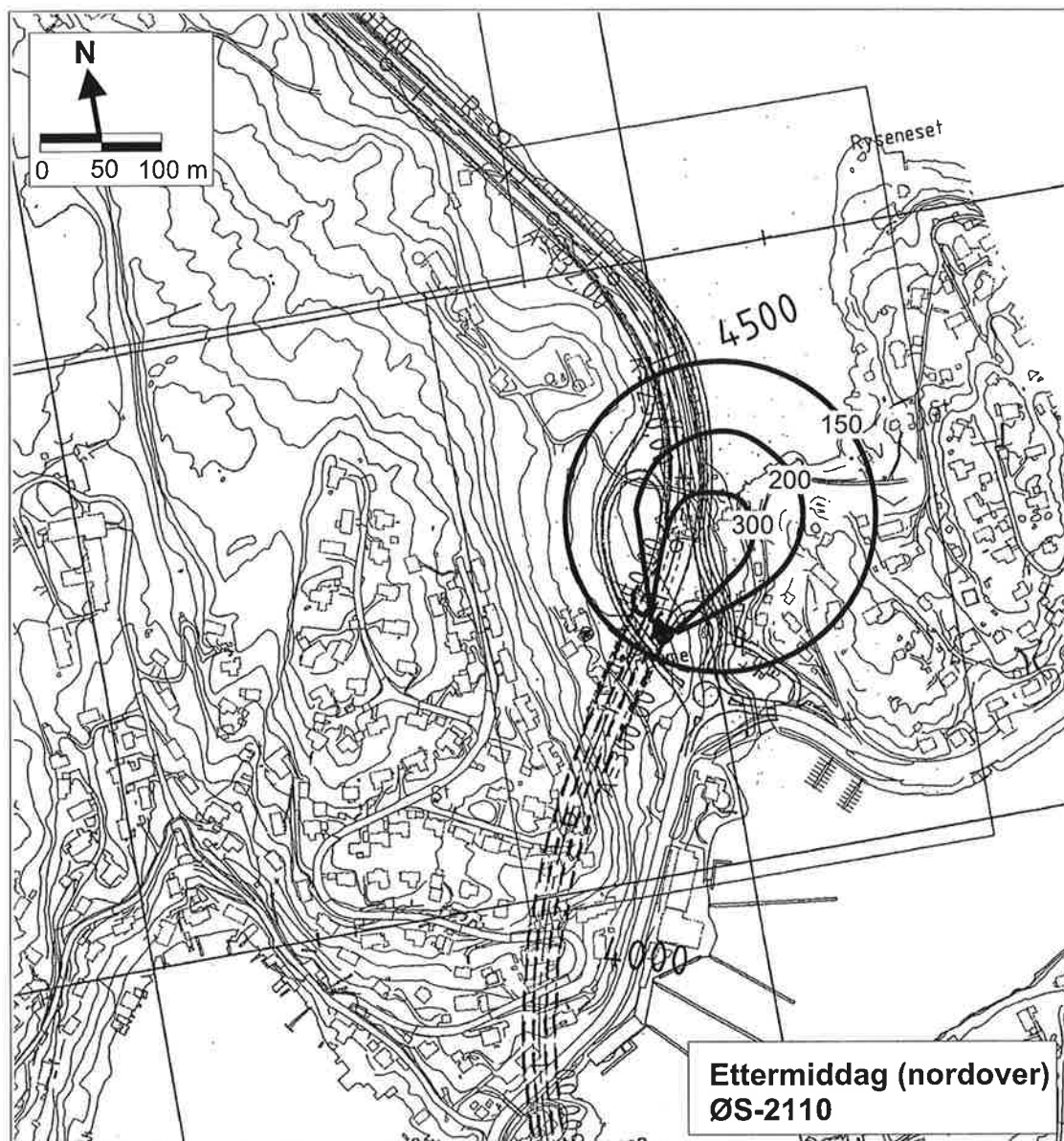
Figur 5: Tunnel V-1080 (se Figur 1). Morgenrush, søndre munning. NO_2 -konsentrasjon gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



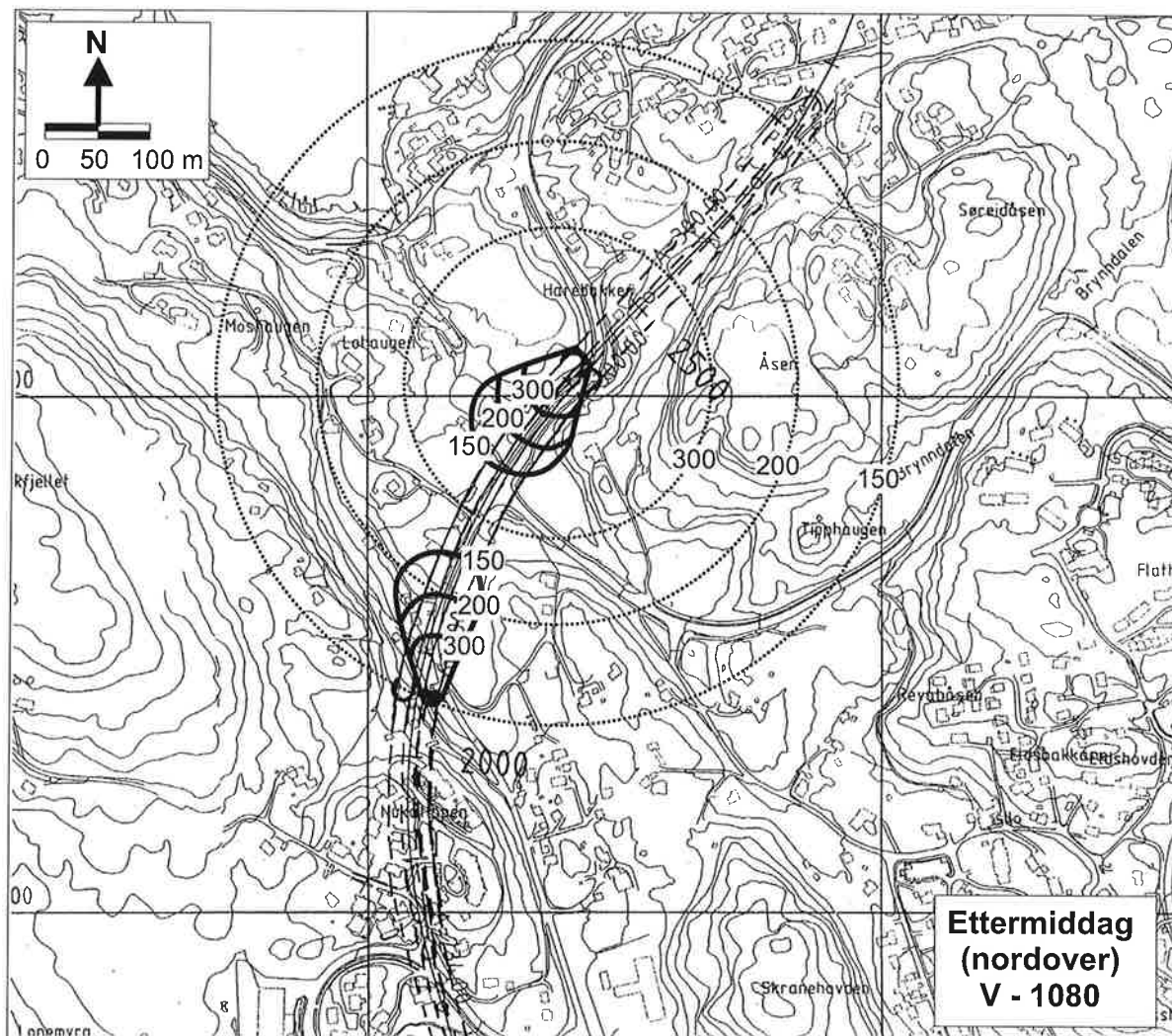
Figur 6: Tunnel V-2500 (se Figur 1). Morgenrush, søndre munning. NO₂-konsentrasjon gitt i µg/m³. Isokurver tegnet for Vm-2500, der stiplet linje angir toveis trafikk fra V-2500. Variant Vh-2500 har litt mindre utbredelse, og variant Vh-2500 har enda litt mindre utbredelse, som vist i Tabell 5. NB: Isokonsentrasjoner for nordgående trafikk fra tunnel V-1800 er også inntegnet.



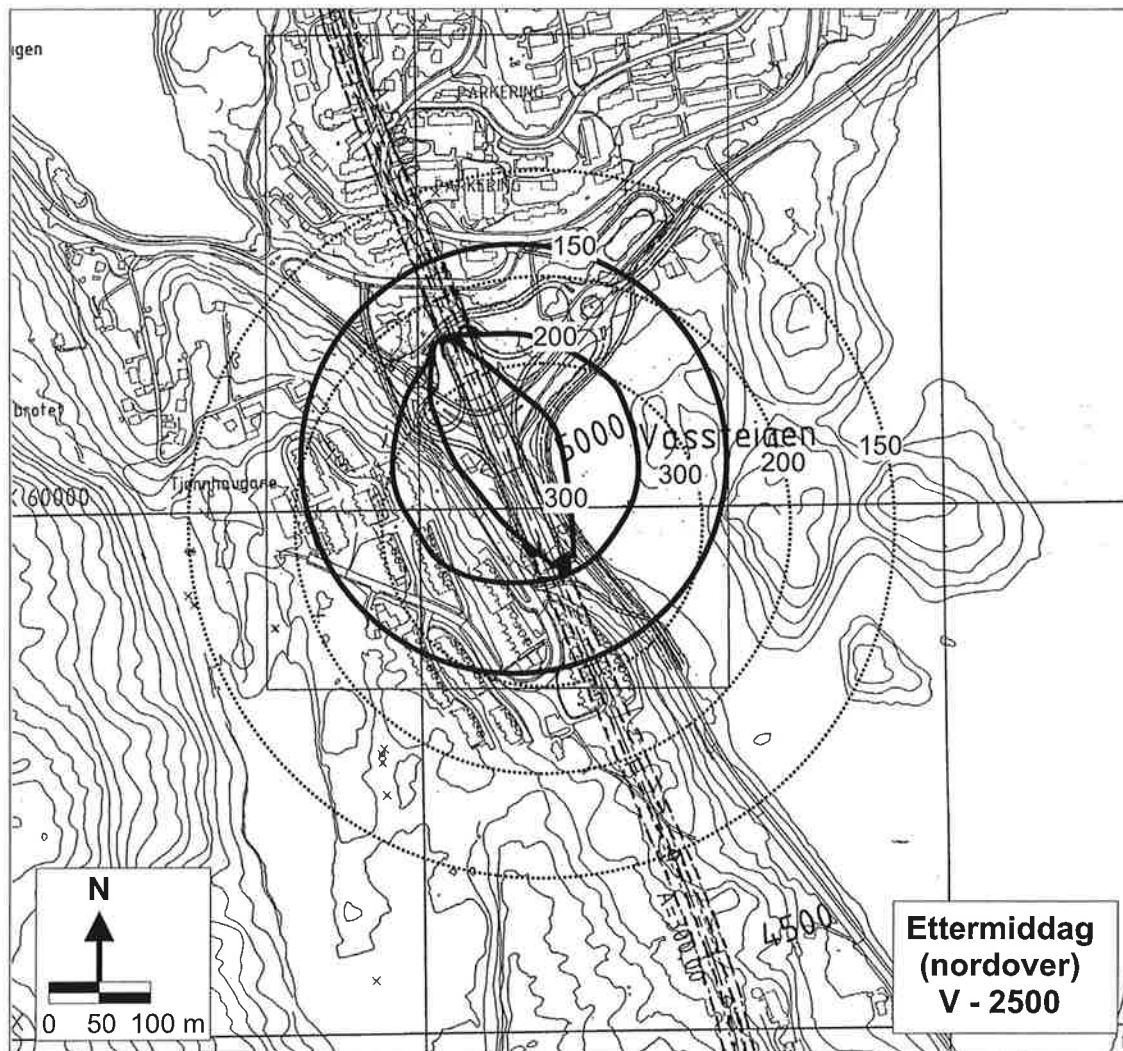
Figur 7: Tunnel V-3730 (se Figur 1). Morgenrush, søndre munning. Stiplet linje angir forurensning fra Vm-2500 med toveis trafikk. Variant V1-2500 gir litt mindre utbredelse og variant Vh-2500 enda litt mindre utbredelse. NO_2 -konsentrasjon gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. NB: Isokonsentrasjonskurver for nordgående trafikk fra tunnel V-2500 er også inntegnet.



Figur 8: Tunnel Øs-2110 (se Figur 1). Ettermiddagsrush, nordre munning. NO₂-konsentrasjon gitt i µg/m³.



*Figur 9: Tunnel V-1080 (se Figur 1). Ettermiddagsrush, nordre munning.
 NB: Isokonsentrasjonskurver for sørgående trafikk fra tunnel V-2500 er også inntegnet.
 Stiplet linje angir forurensning fra V-2500 med toveis trafikk, dersom denne ventileres sørover. NO_2 -konsentrasjon gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.*



Figur 10: Tunnel V-2500 (se Figur 1). Ettermiddagsrush, nordre munning. Stiplet linje angir forurensning fra V-2500 med toveis trafikk. Variant Vm-2500 gir litt mindre utbredelse og variant Vh-2500 gir enda litt mindre utbredelse.
 NB: Isokonsentrasjonskurver for sørgående trafikk fra tunnel V-3730 er også inntegnet.
 NO₂-konsentrasjon gitt i µg/m³.

7 Framtidig utvikling

Alle nye personbiler solgt etter 1989 er utstyrt med treveis katalysator. Strengere avgasskrav til dieseldrevne personbiler ble innført i 1990, og tyngre dieseldrevne biler fikk strengere avgasskrav i 1994. Det var tidligere forventet en årlig utskifting av bilparken til katalysatorbiler på 7%, regnet fra 1989, men bilsalget fra 1988 til nå har vært lavere enn antatt. Dette innebærer antagelig at i underkant av 65% av bensindrevne biler antagelig vil ha katalysator i 2000, og at tilnærmet alle bilene vil ha katalysator i 2010.

Avgasskrav til dieseldrevne lastebiler fra 1994 vil etter hvert redusere NO_x (og NO₂)-utslipp fra slike biler. Med halvert NO_x-utslipp fra de nye bilene, og en utskiftingstakt på 10% pr. år, vil dette motvirke en trafikkøkning på anslagsvis 2-3% pr. år.

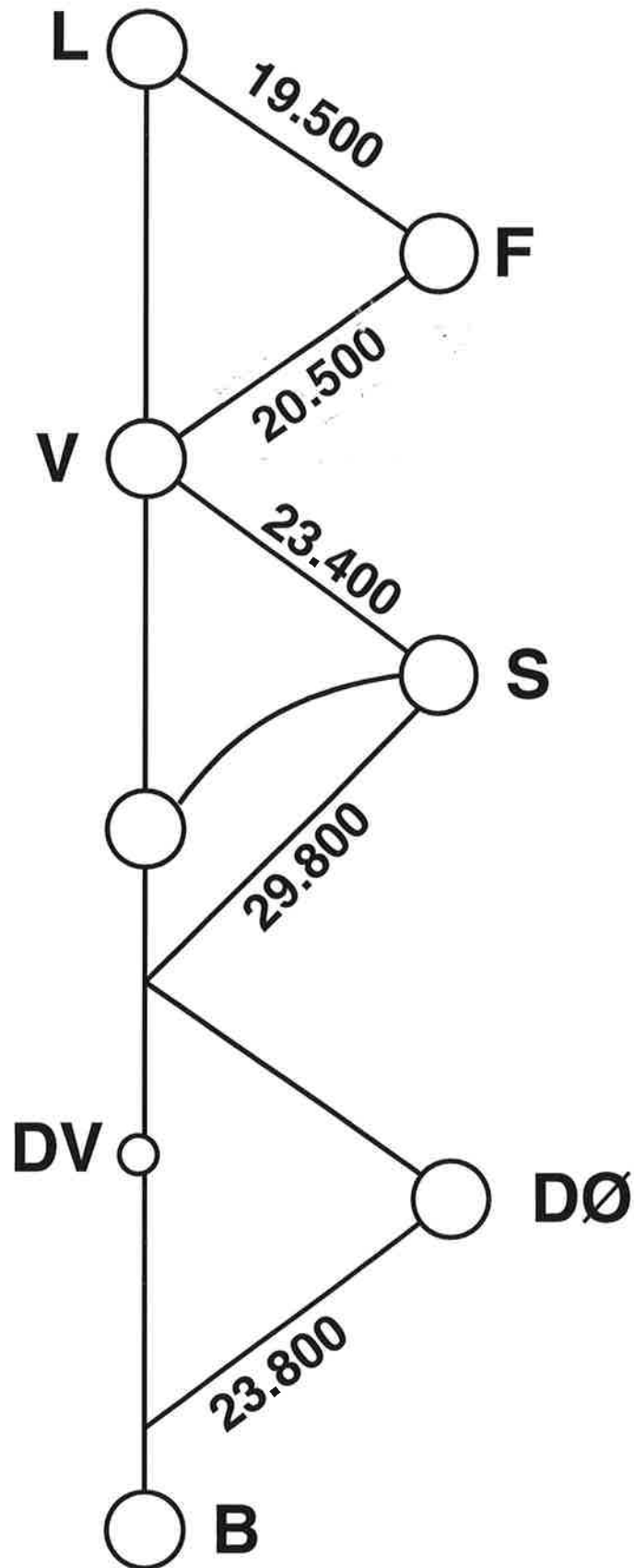
8 Referanser

- Gotaas, Y. (1981) Spredning av sporstoff fra vegtunneler i Bergen. Lillestrøm (NILU OR 37/81).
- Iversen, T. (1982) Forenklet metode for spredningsberegninger ved vegtunneler. Lillestrøm (NILU OR 27/82).
- Larssen, S. (1987) Vålerenga-tunnelen, Oslo. Reviderte beregninger av luftforurensninger ved munningene. Lillestrøm (NILU OR 33/87).
- Larssen, S. og Iversen, T. (1984) Vurdering av luftforurensning ved veitunneler gjennom Vålerenga og Gamlebyen. Lillestrøm (NILU OR 52/84).
- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport nr. 92:16).
- Statens forurensningstilsyn (1998) Veiledning til forskrifter om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy. Oslo (SFT-rapport nr. 98:03).
- Torp, C., Tønnesen, D. og Larssen, S. (1994) Programdokumentasjon for VLUFT versjon 3.1. Kjeller (NILU TR 3/94).
- Tønnesen, D. (1988) Vurdering av luftforurensning ved Lysakerlokket. Lillestrøm (NILU OR 14/88).
- Tønnesen, D. og Slørdal, H. (1998) Bakgrunnsverdier for VLUFT bestemt med AirQvis-EPISODE. Kjeller (NILU OR under arbeid). Prosjektnr. O-98128.
- Vegdirektoratet (1988) Vegdirektoratets anbefalinger for tunnelluft. Oslo.

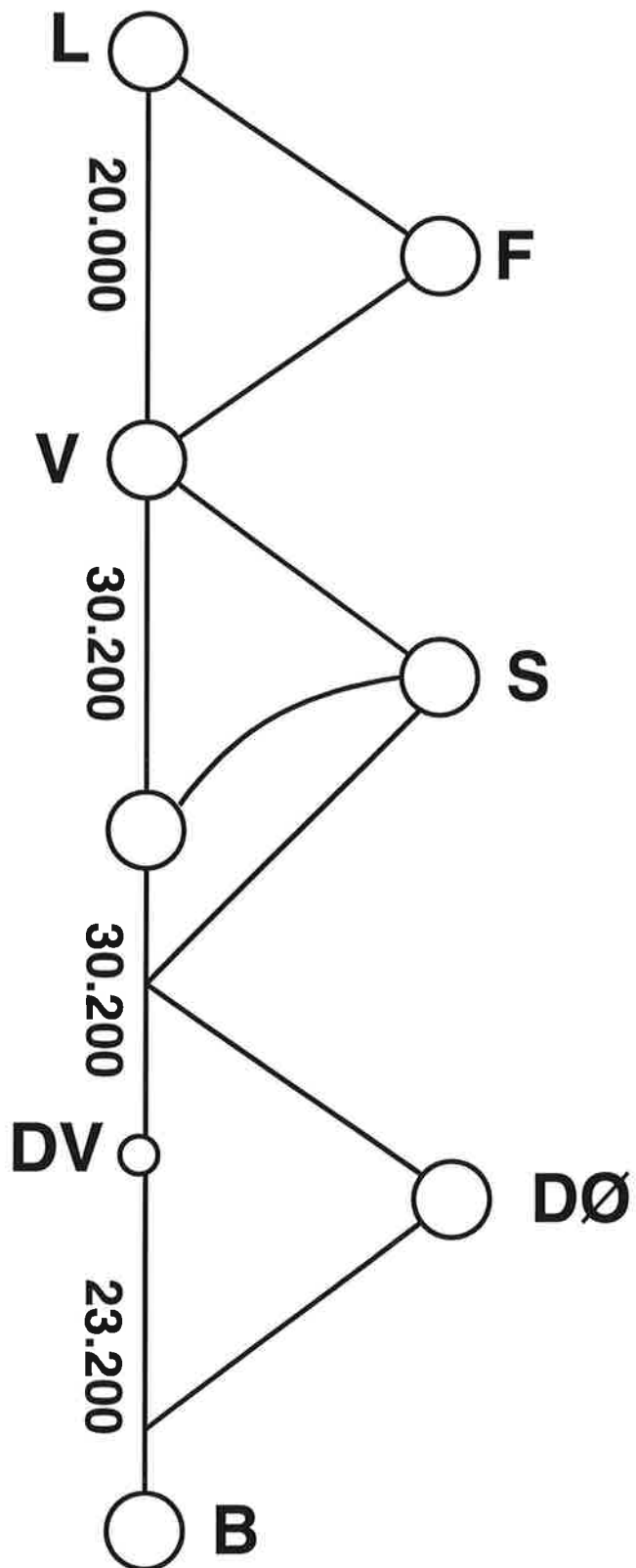
Vedlegg A

Trafikktall og tunneldata

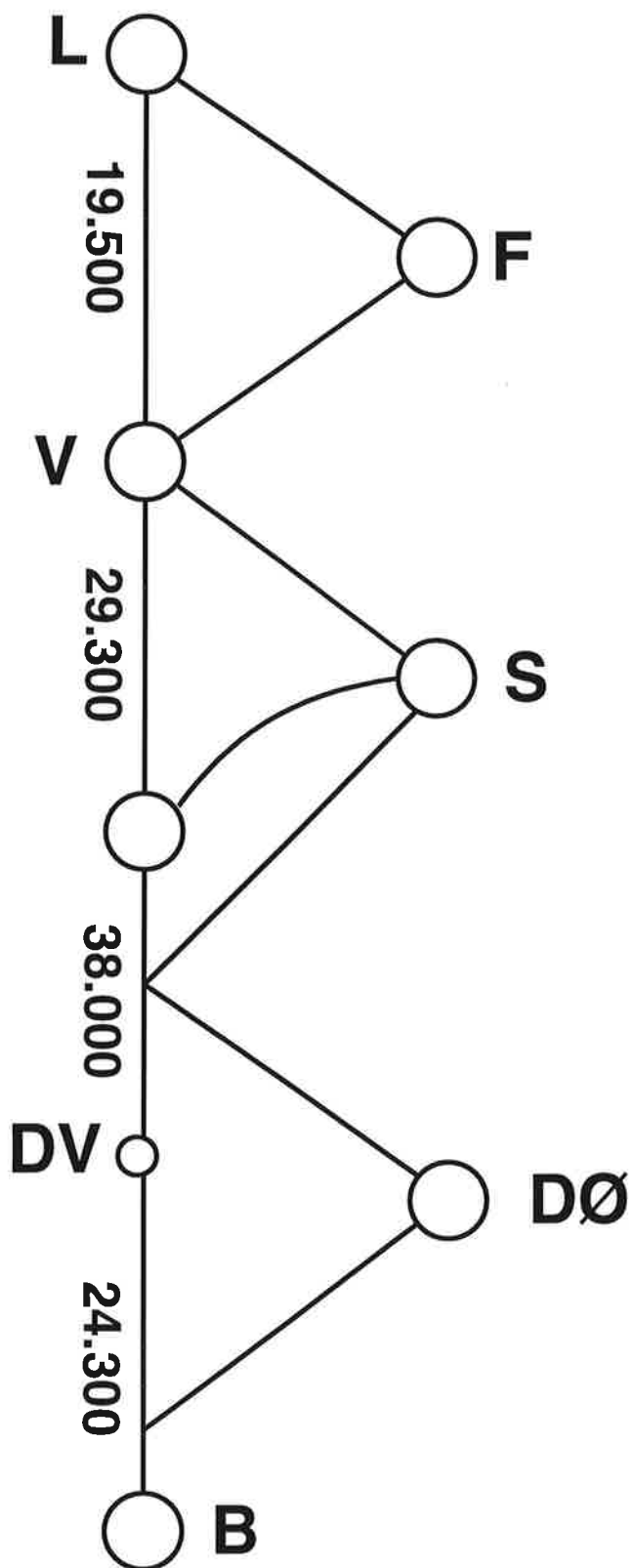
**Trafikk på
"NILU-alternativer"**



“Øst”



“Vest”
u/Rampe



“Vest”
m/Rampe

Vedlegg B

Generelt om luftforurensning fra trafikk

Generelt om luftforurensning fra trafikk

Oversikt

De ulike stoffer i bileksos kombinert med det store drivstoff-forbruket i samferdselssektoren skaper luftforurensningsproblemer både lokalt langs veier og i byer, regionalt over større områder (f.eks. Sør-Norge, Nord-Europa) og globalt. Tabell B1 gir en oversikt over problemene på ulike skalaer, og hvilke stoffer de er knyttet til. Høye konsentrasjoner av CO, NO₂ 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_x og flyktige hydrokarboner (VOC) bidrar til forsurening og dannelse av troposfærisk ozon, som kan gi et bidrag til forekomsten av vegetasjonsskader. Utslippet av karbondioksid (CO₂) og andre "drivhusgasser" som metan (CH₄) og dinitrogenoksid ("lystgass", N₂O) bidrar til den oppvarming av atmosfæren som mange mener vil fortsette i tiårene som kommer. N₂O kan også delta i nedbryting av ozonlaget i stratosfæren.

Tabell B1: Viktige luftforurensningsproblemer som biltrafikken bidrar til.

Skala	Problem	Stoffer i bileksos
LOKAL	Helseeffekt	CO, NO ₂ , Veistøv (PM ₁₀ *), eksospartikler (PM _{2.5} *), 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 _x , VOC
GLOBAL	Drivhuseffekt	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO
	Ozon-nedbryting	N ₂ 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 NO₂ 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 byer 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 (PM₁₀) og 2,5 µm (PM_{2,5}). PM₁₀ kan avsettes i bronkiene og de øvre luftveier, mens PM_{2,5} kan transporteres helt ned i lungealveolene.

PM₁₀ består i hovedsak av partikler fra veidekket, mens PM_{2,5} domineres av eksospartiklene. De maksimale PM₁₀-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, NO₂, PM_{2,5} og PM₁₀ (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 NO₂ er redusert fra 200 til 100 µg/m³.

Overskridelser av luftkvalitetskriterier for NO₂ og PM₁₀ 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 NO₂ og PM₁₀ har økt i omfang. Overskridelsene av luftkvalitetskriterier for NO₂ og PM₁₀ forekommer hyppigere langs veiene enn generelt i byområdene. Tabell B2 gir en oversikt over de luftkvalitetskriteriene som er aktuelle i forbindelse med forurensning fra trafikk, og i hvilke områder disse erfaringsmessig kan overskrides.

Tabell B2: 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 ₂	Time	100 µg/m ³
	NO ₂	Døgn	75 µg/m ³
	PM ₁₀	Døgn	35 µg/m ³
Nær sterkt trafikkerte veier	I tillegg: NO ₂	Halvår	75 µg/m ³
	PM ₁₀	Halvår	40 µg/m ³

Helseeffekter

I det etterfølgende vil vi kort omtale hvilke negative helseeffekter CO, NO₂, PM₁₀ 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 (NO₂) kan medføre helseeffekter i konsentrasjoner som kan forekomme i forurenset uteluft. Kunnskaper om virkninger av NO₂ 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 NO₂-konsentrasjoner i luften opp til 2 000 µg/m³ 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 NO₂-konsentrasjoner på 3 700 µg/m³ eller mer økt mottakelighet for infeksjoner og morfologiske forandringer. Etter lengre eksponering for 190 µg/m³ eller mer og eventuelt tidvis eksponering for toppkonsentrasjoner ti ganger høyere, finner man morfologiske forandringer og økt mottakelighet for infeksjoner. Ikke bare påvirkes lungenes forsvarsceller (makrofagene i lungeblærene), men også hvite blodlegemer som er en del av immunforsvaret (fra 470 µg/m³ og høyere).

Undersøkelser av effekten av NO₂ på mennesker i kontrollerte forsøk viser store variasjoner mellom forsøkspersoner. I lungefunksjonstester viser det seg at astmatikere er den mest følsomme gruppen. I sammenligninger mellom grupper av forsøkspersoner har man funnet signifikante effekter på lungefunksjon etter eksponering for 460 µg/m³ eller mer i 20 minutter lenger.

Epidemiologiske undersøkelser er blitt foretatt på befolkningsgrupper i forurensede områder, og i nyere studier har man også sammenlignet grupper eksponert for ulike NO₂-konsentrasjoner innendørs. De få epidemiologiske data som foreligger tyder på at NO₂ fra 110-150 µg/m³ kan føre til økt antall tilfeller av luftveissykdommer hos barn. Dessuten har man ved eksponering for 200 µg/m³ NO₂, sammen med andre forurensningskomponenter, funnet økt forekomst av lungesykdommer og nedsatt lungefunksjon hos barn og voksne.

Karbonmonoksid (CO): Karbonmonoksids helseskadelige virkninger skyldes at CO konkurrerer med O₂ om bindingsstedene på hemoglobinmolekylet. Derved reduseres den oksygenmengden som blodet kan transportere fra lungene til vevene i kroppen. Fordi hemoglobinet har mer enn 200 ganger større affinitet for CO enn for O₂, kan karbonmonoksid svekke oksygentransporten selv ved meget lave CO-konsentrasjoner. Foruten å senke den oksygenmengden som blodet kan transportere til vevene, hemmer CO ved sin tilstedeværelse også frigjøringen av oksygen fra hemoglobinet, og derved overføringen av O₂ til vevene.

CO i luften kan påvirke mennesker dersom gassen i tilstrekkelig grad fortrenger oksygen fra dets bindingssted på blodets hemoglobin. Opptaket av CO i kroppen skjer i to trinn; *innåndingen*, som gir økt CO-konsentrasjon i lungeblærene

(alveolene), og *diffusjonen* gjennom alveoleveggen over i blodet. Både lungeventilasjonen og diffusjonshastigheten påvirker CO-opptaket. Opptaket varierer med alder, fysisk aktivitet og lungenes tilstand. Også lufttrykket, og dermed høyden over havet, har betydning for opptakshastigheten. For vurderingen av enkeltindividenes CO-eksponering i løpet av dagen er CO-opptaket, og den prosentdelen av hemoglobins bindingskapasitet for oksygen som er blokkert av CO (COHb%), en god biologisk dose-indikator. Under opphold i luft med en konstant konsentrasjon av CO, øker COHb% i blodet i løpet av en del timer til et metningspunkt svarende til eksponeringsnivået. Den tid det tar før likevekt oppstår mellom blod og uteluft avhenger av en rekke faktorer som er nevnt ovenfor. Bindingen av CO til hemoglobinet er reversibel og forhøyet COHb% oppnådd i forurenset luft vil reduseres under påfølgende opphold i mindre forurenset luft. Halveringstiden ved utluftning under hvile er ca. 4 1/2 time.

Siden opptak og utskillelse av CO foregår relativt langsomt og konsentrasjonen av CO i luften i bymiljø varierer relativt mye fra sted til sted og fra time til time, vil CO-påvirkningen på en typisk "omflakkende" byborger vanskelig kunne forutsies på basis av et like antall faste målesteder i byen. Norsk institutt for luftforskning (NILU) foretok i 1987 målinger både innendørs og utendørs langs en av Norges mest forurensete gater, Rådhusgaten i Oslo, samtidig som det ble målt COHb% hos personer som arbeidet langs gaten. CO-konsentrasjonen utendørs i prøveperioden lå rundt 10 mg/m³ (8 timers-middel). COHb% hos ikke-røykere økte lite i løpet av dagen. Ettermiddagsverdien overkred ikke 1,5%. Økningen i COHb% var noe større de dager det ble målt høye nivåer av forurensning, men forskjellene ble ikke bedømt å ha helsemessig betydning. Videre ble det i rapporten konkludert med at CO-innholdet i blodet ble påvirket langt sterkere av røyking enn av den trafikkforurensning som ble registrert.

Anbefalte luftkvalitetskriterier er gitt i tabell B3.

Tabell B3: Anbefalte luftkvalitetskriterier.

Komponent	Måleenhet	Virknings- område	Midlingstid					
			15 min	1 t	8 t	24 t	30 d	6 mnd
NO ₂	µg/m ³	Helse	400	100		75		50
CO	mg/m ³	Helse	80	25	10			

Vedlegg C

Avgass produksjon og nødvendig ventilasjonshastighet i tunneler

Morgenrush-Øs2110

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2503.	0.55	6.80
2	2503.	0.95	1.10
3	2503.	0.61	-2.60

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

10	22.156	3.846
20	13.569	3.519
30	10.769	3.167
40	6.589	2.942
50	5.610	2.807
60	5.136	2.742
70	4.623	2.773
80	4.388	2.850
90	4.276	3.022

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.06	2.72	0.414	71.815	0.161	28.000
20	2.12	2.49	0.127	32.854	0.108	28.000
30	3.18	2.24	0.067	19.714	0.095	28.000
40	4.25	2.08	0.031	13.735	0.063	28.000
50	5.31	1.99	0.021	10.481	0.056	28.000
60	6.37	1.94	0.016	8.533	0.052	28.000
70	7.43	1.96	0.012	7.397	0.047	28.000
80	8.49	2.02	0.010	6.653	0.043	28.000
90	9.55	2.14	0.009	6.269	0.040	28.000

Morgenrush-Øs2620

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1638.	0.98	1.00
2	1638.	1.24	-1.60
3	1638.	0.51	1.20

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

10	15.263	2.902
20	9.245	2.509
30	6.950	2.098
40	4.313	1.782
50	3.605	1.573
60	3.241	1.464
70	2.921	1.470
80	2.769	1.532
90	2.696	1.701

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	0.86	2.05	0.352	66.984	0.147	28.000
20	1.72	1.78	0.107	28.958	0.103	28.000
30	2.58	1.49	0.053	16.143	0.093	28.000
40	3.43	1.26	0.025	10.282	0.068	28.000
50	4.29	1.11	0.017	7.261	0.064	28.000
60	5.15	1.04	0.012	5.633	0.062	28.000
70	6.01	1.04	0.010	4.847	0.056	28.000
80	6.87	1.08	0.008	4.419	0.051	28.000
90	7.73	1.20	0.007	4.363	0.044	28.000

Morgenrush-V1080

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2041.	1.04	0.40
2	2041.	0.04	5.70

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

10	7.679	1.616
20	4.693	1.434
30	3.634	1.206
40	2.272	1.027
50	1.904	0.898
60	1.735	0.820
70	1.563	0.824
80	1.478	0.863
90	1.434	0.948

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	0.96	1.14	0.159	33.423	0.133	28.000
20	1.92	1.02	0.049	14.825	0.092	28.000
30	2.88	0.85	0.025	8.310	0.084	28.000
40	3.83	0.73	0.012	5.309	0.062	28.000
50	4.79	0.64	0.008	3.713	0.059	28.000
60	5.75	0.58	0.006	2.827	0.059	28.000
70	6.71	0.58	0.005	2.435	0.053	28.000
80	7.67	0.61	0.004	2.232	0.048	28.000
90	8.63	0.67	0.003	2.178	0.042	28.000

Morgenrush-Vh2500

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	3193.	0.10	5.70
2	3193.	0.47	5.20
3	3193.	0.68	1.00
4	2461.	0.15	1.00
5	2461.	1.10	-1.80
6	680.	0.06	-0.60
7	680.	0.73	-4.50
8	680.	0.08	-2.60
9	680.	0.15	2.00

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

10	29.977	5.221
20	18.288	4.663
30	14.178	4.104
40	8.395	3.719
50	7.110	3.488
60	6.460	3.378
70	5.823	3.415
80	5.530	3.523
90	5.391	3.789

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.20	3.70	0.496	86.314	0.161	28.000
20	2.40	3.30	0.151	38.542	0.110	28.000
30	3.60	2.90	0.078	22.614	0.097	28.000
40	4.80	2.63	0.035	15.372	0.063	28.000
50	5.99	2.47	0.024	11.532	0.057	28.000
60	7.19	2.39	0.018	9.308	0.054	28.000
70	8.39	2.42	0.014	8.065	0.048	28.000
80	9.59	2.49	0.011	7.280	0.044	28.000
90	10.79	2.68	0.010	6.960	0.040	28.000

Morgenrush-V3730

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1680.	3.08	-2.30
2	1680.	0.68	5.20

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

10	22.074	3.454
20	13.235	2.897
30	9.696	2.458
40	5.831	2.147
50	4.881	1.991
60	4.316	1.947
70	3.888	1.961
80	3.706	2.020
90	3.624	2.243

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	0.87	2.45	0.503	78.730	0.179	28.000
20	1.74	2.05	0.151	33.019	0.128	28.000
30	2.61	1.74	0.074	18.677	0.110	28.000
40	3.48	1.52	0.033	12.234	0.076	28.000
50	4.35	1.41	0.022	9.078	0.069	28.000
60	5.22	1.38	0.016	7.396	0.062	28.000
70	6.09	1.39	0.013	6.385	0.056	28.000
80	6.96	1.43	0.011	5.755	0.051	28.000
90	7.83	1.59	0.009	5.679	0.045	28.000

Morgenrush-Vm2500

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LÆNGDE	PROFIL
1	3193.	0.10	5.70
2	3193.	0.47	5.20
3	3193.	0.68	2.90
4	2461.	0.15	2.90
5	2461.	1.10	-3.10
6	680.	0.06	-0.60
7	680.	0.73	-4.50
8	680.	0.08	-2.60
9	680.	0.15	2.00

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

10	31.838	5.168
20	19.431	4.684
30	15.242	4.234
40	8.806	3.967
50	7.502	3.836
60	6.825	3.779
70	6.149	3.835
80	5.847	3.946
90	5.699	4.184

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.20	3.66	0.526	85.442	0.172	28.000
20	2.40	3.32	0.161	38.723	0.116	28.000
30	3.60	3.00	0.084	23.332	0.101	28.000
40	4.80	2.81	0.036	16.397	0.062	28.000
50	5.99	2.72	0.025	12.682	0.055	28.000
60	7.19	2.68	0.019	10.413	0.051	28.000
70	8.39	2.71	0.015	9.058	0.045	28.000
80	9.59	2.79	0.012	8.154	0.041	28.000
90	10.79	2.96	0.010	7.685	0.038	28.000

Morgenrush-V1080

BEREGNINGS]R: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1949.	1.04	0.40
2	1949.	0.04	5.70

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

10	7.333	1.544
20	4.482	1.369
30	3.470	1.151
40	2.169	0.981
50	1.818	0.857
60	1.657	0.783
70	1.493	0.787
80	1.411	0.825
90	1.370	0.905

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	0.94	1.09	0.155	32.661	0.133	28.000
20	1.87	0.97	0.047	14.487	0.092	28.000
30	2.81	0.81	0.024	8.120	0.084	28.000
40	3.75	0.69	0.011	5.188	0.062	28.000
50	4.68	0.61	0.008	3.628	0.059	28.000
60	5.62	0.55	0.006	2.762	0.059	28.000
70	6.56	0.56	0.005	2.380	0.053	28.000
80	7.49	0.58	0.004	2.181	0.048	28.000
90	8.43	0.64	0.003	2.128	0.042	28.000

Ettermiddagsrush-Avrampe

BEREGNINGSR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	680.	0.03	0.50
2	680.	0.42	7.90
3	680.	0.08	2.60
4	680.	0.15	-2.00

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

10	2.657	0.427
20	1.640	0.417
30	1.373	0.402
40	0.916	0.400
50	0.790	0.402
60	0.733	0.405
70	0.658	0.410
80	0.624	0.416
90	0.609	0.428

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	0.55	0.30	0.095	15.297	0.174	28.000
20	1.11	0.29	0.029	7.461	0.110	28.000
30	1.66	0.28	0.016	4.796	0.096	28.000
40	2.21	0.28	0.008	3.584	0.064	28.000
50	2.77	0.28	0.006	2.878	0.055	28.000
60	3.32	0.29	0.004	2.418	0.051	28.000
70	3.87	0.29	0.003	2.097	0.045	28.000
80	4.43	0.29	0.003	1.863	0.042	28.000
90	4.98	0.30	0.002	1.702	0.040	28.000

Morgenrush-Vh2500-toveistrafikk

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	3193.	0.10	5.70
2	3193.	0.47	5.20
3	3193.	0.68	1.00
4	2461.	0.15	1.00
5	2461.	1.10	-1.80
6	1368.	0.10	-5.70
7	1368.	0.47	-5.20
8	1368.	0.68	-1.00
9	1055.	0.15	-1.00
10	1055.	1.10	1.80
11	680.	0.06	-0.60
12	680.	0.73	-4.50
13	680.	0.08	-2.60
14	680.	0.15	2.00

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

10	40.220	7.010
20	24.423	6.188
30	18.741	5.373
40	11.202	4.802
50	9.452	4.457
60	8.534	4.284
70	7.688	4.329
80	7.302	4.481
90	7.112	4.849

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	1.20	4.96	0.665	115.884	0.161	28.000
20	2.40	4.38	0.202	51.151	0.111	28.000
30	3.60	3.80	0.103	29.612	0.098	28.000
40	4.80	3.40	0.046	19.845	0.065	28.000
50	5.99	3.16	0.031	14.737	0.059	28.000
60	7.19	3.03	0.024	11.803	0.056	28.000
70	8.39	3.06	0.018	10.225	0.050	28.000
80	9.59	3.17	0.015	9.261	0.046	28.000
90	10.79	3.43	0.013	8.907	0.041	28.000

Morgenrush-Vm2500-toveistrafikk

BEREGNINGSJ[R: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	3193.	0.10	5.70
2	3193.	0.47	5.20
3	3193.	0.68	2.90
4	2461.	0.15	2.90
5	2461.	1.10	-3.10
6	1368.	0.10	-5.70
7	1368.	0.47	-5.20
8	1368.	0.68	-2.90
9	1055.	0.15	-2.90
10	1055.	1.10	3.10
11	680.	0.06	-0.60
12	680.	0.73	-4.50
13	680.	0.08	-2.60
14	680.	0.15	2.00

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

10	42.597	6.835
20	25.859	6.105
30	20.031	5.448
40	11.663	5.045
50	9.899	4.847
60	8.938	4.758
70	8.049	4.828
80	7.657	4.979
90	7.460	5.308

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.20	4.84	0.704	112.996	0.175	28.000
20	2.40	4.32	0.214	50.468	0.119	28.000
30	3.60	3.86	0.110	30.025	0.103	28.000
40	4.80	3.57	0.048	20.851	0.065	28.000
50	5.99	3.43	0.033	16.026	0.057	28.000
60	7.19	3.37	0.025	13.109	0.053	28.000
70	8.39	3.42	0.019	11.402	0.047	28.000
80	9.59	3.52	0.016	10.289	0.043	28.000
90	10.79	3.76	0.014	9.751	0.039	28.000

Morgenrush-V12500-toveistrafikk

BEREGNINGSR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	2537.	0.10	5.70
2	2537.	0.47	5.20
3	2537.	0.83	5.30
4	2537.	1.10	-4.80
5	1087.	0.10	-5.70
6	1087.	0.47	-5.20
7	1087.	0.83	-5.30
8	1087.	1.10	4.80

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

10	38.386	5.647
20	23.295	5.151
30	18.333	4.753
40	10.371	4.586
50	8.865	4.565
60	8.009	4.556
70	7.207	4.647
80	6.865	4.786
90	6.682	5.011

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	1.07	4.00	0.712	104.739	0.190	28.000
20	2.14	3.65	0.216	47.766	0.127	28.000
30	3.21	3.36	0.113	29.384	0.108	28.000
40	4.27	3.25	0.048	21.264	0.063	28.000
50	5.34	3.23	0.033	16.932	0.054	28.000
60	6.41	3.23	0.025	14.083	0.049	28.000
70	7.48	3.29	0.019	12.313	0.043	28.000
80	8.55	3.39	0.016	11.095	0.040	28.000
90	9.62	3.55	0.014	10.328	0.037	28.000

Etterm.rush-Øs2110

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2503.	0.55	-6.80
2	2503.	0.95	-1.10
3	2503.	0.61	2.60

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

10	17.827	2.994
20	10.621	2.536
30	7.857	2.112
40	4.805	1.809
50	4.018	1.636
60	3.545	1.539
70	3.188	1.557
80	3.031	1.631
90	2.945	1.800

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.06	2.12	0.333	55.901	0.167	28.000
20	2.12	1.80	0.099	23.677	0.117	28.000
30	3.18	1.49	0.049	13.143	0.104	28.000
40	4.25	1.28	0.022	8.445	0.074	28.000
50	5.31	1.16	0.015	6.108	0.069	28.000
60	6.37	1.09	0.011	4.791	0.064	28.000
70	7.43	1.10	0.009	4.153	0.057	28.000
80	8.49	1.15	0.007	3.807	0.052	28.000
90	9.55	1.27	0.006	3.735	0.046	28.000

Etterm.rush-Øs2620

BEREGNINGS]R: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1638.	0.98	-1.00
2	1638.	1.24	1.60
3	1638.	0.51	-1.20

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

10	15.604	2.999
20	9.482	2.621
30	7.209	2.211
40	4.449	1.898
50	3.728	1.688
60	3.368	1.575
70	3.035	1.583
80	2.877	1.649
90	2.800	1.817

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	0.86	2.12	0.360	69.224	0.146	28.000
20	1.72	1.86	0.109	30.248	0.101	28.000
30	2.58	1.57	0.055	17.013	0.091	28.000
40	3.43	1.34	0.026	10.952	0.066	28.000
50	4.29	1.19	0.017	7.791	0.062	28.000
60	5.15	1.12	0.013	6.060	0.060	28.000
70	6.01	1.12	0.010	5.221	0.054	28.000
80	6.87	1.17	0.008	4.757	0.049	28.000
90	7.73	1.29	0.007	4.659	0.043	28.000

Etterm.rush-V1080

BEREGNINGSR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	2041.	1.04	-0.40
2	2041.	0.04	-5.70

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

10	6.974	1.436
20	4.203	1.225
30	3.116	0.990
40	2.004	0.802
50	1.660	0.672
60	1.483	0.598
70	1.335	0.597
80	1.263	0.632
90	1.227	0.718

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	0.96	1.02	0.144	29.687	0.136	28.000
20	1.92	0.87	0.043	12.667	0.096	28.000
30	2.88	0.70	0.021	6.826	0.088	28.000
40	3.83	0.57	0.010	4.148	0.070	28.000
50	4.79	0.48	0.007	2.780	0.069	28.000
60	5.75	0.42	0.005	2.060	0.069	28.000
70	6.71	0.42	0.004	1.765	0.063	28.000
80	7.67	0.45	0.003	1.633	0.056	28.000
90	8.63	0.51	0.003	1.649	0.048	28.000

Etterm.rush-Vh2500

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	3193.	0.10	-5.70
2	3193.	0.47	-5.20
3	3193.	0.68	-1.00
4	2461.	0.15	-1.00
5	2461.	1.10	1.80

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

10	23.902	4.173
20	14.314	3.559
30	10.647	2.963
40	6.550	2.525
50	5.464	2.261
60	4.838	2.113
70	4.351	2.133
80	4.133	2.237
90	4.016	2.472

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.20	2.95	0.395	68.996	0.160	28.000
20	2.40	2.52	0.118	29.421	0.113	28.000
30	3.60	2.10	0.059	16.328	0.101	28.000
40	4.80	1.79	0.027	10.437	0.073	28.000
50	5.99	1.60	0.018	7.477	0.068	28.000
60	7.19	1.50	0.013	5.822	0.064	28.000
70	8.39	1.51	0.010	5.038	0.057	28.000
80	9.59	1.58	0.009	4.622	0.052	28.000
90	10.79	1.75	0.007	4.541	0.045	28.000

Etterm.rush-V3730

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1638.	3.08	2.30
2	1638.	0.68	-5.20

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

10	24.514	4.349
20	14.989	3.952
30	11.834	3.508
40	6.965	3.214
50	5.917	3.030
60	5.399	2.921
70	4.864	2.961
80	4.615	3.065
90	4.487	3.260

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NOx ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	0.86	3.08	0.566	100.395	0.158	28.000
20	1.72	2.80	0.173	45.611	0.106	28.000
30	2.58	2.48	0.091	26.993	0.094	28.000
40	3.43	2.28	0.040	18.548	0.061	28.000
50	4.29	2.15	0.027	13.989	0.055	28.000
60	5.15	2.07	0.021	11.236	0.052	28.000
70	6.01	2.10	0.016	9.763	0.046	28.000
80	6.87	2.17	0.013	8.844	0.042	28.000
90	7.73	2.31	0.012	8.362	0.039	28.000

Etterm.rush-Vm2500

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	3193.	0.10	-5.70
2	3193.	0.47	-5.20
3	3193.	0.68	-2.90
4	2461.	0.15	-2.90
5	2461.	1.10	3.10

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

10	25.103	3.889
20	14.997	3.315
30	11.174	2.834
40	6.667	2.514
50	5.592	2.359
60	4.930	2.283
70	4.433	2.316
80	4.223	2.410
90	4.109	2.623

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.20	2.75	0.415	64.289	0.181	28.000
20	2.40	2.35	0.124	27.404	0.127	28.000
30	3.60	2.01	0.062	15.617	0.110	28.000
40	4.80	1.78	0.028	10.390	0.074	28.000
50	5.99	1.67	0.018	7.801	0.066	28.000
60	7.19	1.62	0.014	6.290	0.060	28.000
70	8.39	1.64	0.010	5.470	0.054	28.000
80	9.59	1.71	0.009	4.981	0.049	28.000
90	10.79	1.86	0.008	4.819	0.044	28.000

Etterm.rush-V1080

BEREGNINGSR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	1949.	1.04	-0.40
2	1949.	0.04	-5.70

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

10	6.659	1.371
20	4.013	1.170
30	2.975	0.946
40	1.914	0.766
50	1.585	0.642
60	1.416	0.571
70	1.275	0.571
80	1.207	0.603
90	1.172	0.685

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m3 , NOx ER GITT I mg/m3

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	0.94	0.97	0.141	29.011	0.136	28.000
20	1.87	0.83	0.042	12.378	0.096	28.000
30	2.81	0.67	0.021	6.670	0.088	28.000
40	3.75	0.54	0.010	4.053	0.070	28.000
50	4.68	0.45	0.007	2.717	0.069	28.000
60	5.62	0.40	0.005	2.013	0.069	28.000
70	6.56	0.40	0.004	1.725	0.063	28.000
80	7.49	0.43	0.003	1.596	0.056	28.000
90	8.43	0.49	0.003	1.611	0.048	28.000

Etterm.rush-V12500

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	2537.	0.10	-5.70
2	2537.	0.47	-5.20
3	2537.	0.83	-5.30
4	2537.	1.10	4.80

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

10	24.836	3.546
20	14.895	3.132
30	11.435	2.811
40	6.567	2.651
50	5.569	2.615
60	4.946	2.590
70	4.445	2.645
80	4.237	2.741
90	4.118	2.896

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.07	2.51	0.461	65.769	0.196	28.000
20	2.14	2.22	0.138	29.041	0.133	28.000
30	3.21	1.99	0.071	17.381	0.114	28.000
40	4.27	1.88	0.030	12.292	0.069	28.000
50	5.34	1.85	0.021	9.698	0.060	28.000
60	6.41	1.83	0.015	8.005	0.053	28.000
70	7.48	1.87	0.012	7.008	0.047	28.000
80	8.55	1.94	0.010	6.356	0.043	28.000
90	9.62	2.05	0.008	5.967	0.040	28.000

Etterm.rush-Vh2500-toveistrafikk

BEREGNINGS]R: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL TRAF. LENGDE PROFIL

1	3193.	0.10	-5.70
2	3193.	0.47	-5.20
3	3193.	0.68	-1.00
4	2461.	0.15	-1.00
5	2461.	1.10	1.80
6	1368.	0.10	5.70
7	1368.	0.47	5.20
8	1368.	0.68	1.00
9	1055.	0.15	1.00
10	1055.	1.10	-1.80

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

10	35.832	6.280
20	21.619	5.455
30	16.353	4.642
40	9.918	4.056
50	8.322	3.700
60	7.447	3.508
70	6.705	3.544
80	6.367	3.690
90	6.194	4.031

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m3 , NOx ER GITT I mg/m3

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.20	4.45	0.592	103.819	0.160	28.000
20	2.40	3.86	0.179	45.096	0.111	28.000
30	3.60	3.29	0.090	25.582	0.099	28.000
40	4.80	2.87	0.041	16.762	0.068	28.000
50	5.99	2.62	0.028	12.234	0.063	28.000
60	7.19	2.48	0.021	9.667	0.059	28.000
70	8.39	2.51	0.016	8.369	0.053	28.000
80	9.59	2.61	0.013	7.625	0.048	28.000
90	10.79	2.85	0.011	7.404	0.043	28.000

Etterm.rush-Vm2500-toveistrafikk

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	3193.	0.10	-5.70
2	3193.	0.47	-5.20
3	3193.	0.68	-2.90
4	2461.	0.15	-2.90
5	2461.	1.10	3.10
6	1368.	0.10	5.70
7	1368.	0.47	5.20
8	1368.	0.68	2.90
9	1055.	0.15	2.90
10	1055.	1.10	-3.10

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

10	37.831	5.972
20	22.792	5.221
30	17.336	4.569
40	10.210	4.151
50	8.618	3.947
60	7.696	3.850
70	6.926	3.906
80	6.593	4.044
90	6.419	4.351

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	1.20	4.23	0.625	98.738	0.177	28.000
20	2.40	3.70	0.188	43.156	0.122	28.000
30	3.60	3.23	0.096	25.178	0.106	28.000
40	4.80	2.94	0.042	17.155	0.069	28.000
50	5.99	2.79	0.028	13.050	0.061	28.000
60	7.19	2.73	0.021	10.608	0.056	28.000
70	8.39	2.77	0.016	9.226	0.050	28.000
80	9.59	2.86	0.014	8.358	0.046	28.000
90	10.79	3.08	0.012	7.992	0.041	28.000

Etterm.rush-V12500-toveistrafikk

BEREGNINGSJÅR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	2537.	0.10	-5.70
2	2537.	0.47	-5.20
3	2537.	0.83	-5.30
4	2537.	1.10	4.80
5	1087.	0.10	5.70
6	1087.	0.47	5.20
7	1087.	0.83	5.30
8	1087.	1.10	-4.80

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

10	36.724	5.315
20	22.141	4.764
30	17.190	4.332
40	9.805	4.129
50	8.345	4.090
60	7.469	4.066
70	6.717	4.150
80	6.401	4.289
90	6.225	4.511

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO(P)	NOX(P)	CO(N)	NOX(N)
10	1.07	3.76	0.681	98.572	0.193	28.000
20	2.14	3.37	0.205	44.176	0.130	28.000
30	3.21	3.07	0.106	26.780	0.111	28.000
40	4.27	2.92	0.045	19.146	0.066	28.000
50	5.34	2.90	0.031	15.173	0.057	28.000
60	6.41	2.88	0.023	12.570	0.051	28.000
70	7.48	2.94	0.018	10.997	0.045	28.000
80	8.55	3.04	0.015	9.943	0.042	28.000
90	9.62	3.19	0.013	9.297	0.039	28.000

Morgenrush-V12500

BEREGNINGSR: 2015

TRAFIKKSAMMENSETNING:

DPD	DL<10	DL10-20	DL>20	KALDE BILER
2.	2.	3.	3.	5.

VEGSEGMENTER:

DEL	TRAF.	LENGDE	PROFIL
1	2537.	0.10	5.70
2	2537.	0.47	5.20
3	2537.	0.83	5.30
4	2537.	1.10	-4.80

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

10	27.745	4.128
20	16.913	3.809
30	13.433	3.548
40	7.557	3.450
50	6.479	3.444
60	5.890	3.446
70	5.303	3.514
80	5.049	3.611
90	4.918	3.771

VENTILASJON OG MUNNINGSKONSENTRASJONER:

CO ER GITT I g/m³ , NO_x ER GITT I mg/m³

TUNNELAREAL: 50.5 M**2

TRAFIKK- HAST.	PUMPE- VIRKN.	NDVEN. VENT.H.	MUNNINGSKONSENTRASJONER			
			CO (P)	NOX (P)	CO (N)	NOX (N)
10	1.07	2.92	0.515	76.559	0.188	28.000
20	2.14	2.70	0.157	35.323	0.124	28.000
30	3.21	2.51	0.083	21.937	0.106	28.000
40	4.27	2.44	0.035	15.997	0.061	28.000
50	5.34	2.44	0.024	12.777	0.053	28.000
60	6.41	2.44	0.018	10.654	0.048	28.000
70	7.48	2.49	0.014	9.310	0.042	28.000
80	8.55	2.56	0.012	8.372	0.039	28.000
90	9.62	2.67	0.010	7.771	0.037	28.000

Vedlegg D

Spredningsberegninger

NO₂ (µg/m³)
(conc. at tunnel = Munningskonsentrasjon i Tabell 4)

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 9.60
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 470.00
 DISTANCE TO END OF JET : 100.40

Distance (m)	Concentration
74.1	350.00
84.7	300.00
99.7	250.00
124.7	200.00
174.8	150.00
398.1	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 7.70
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 436.00
 DISTANCE TO END OF JET : 92.80

Distance (m)	Concentration
63.7	350.00
76.6	300.00
89.7	250.00
110.5	200.00
153.3	150.00
344.5	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 8.60
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 163.00
 DISTANCE TO END OF JET : 96.40

Distance (m)	Concentration
-1.0	350.00
-1.0	300.00
-1.0	250.00
55.1	200.00
89.7	150.00
210.9	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 10.80
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 522.00
 DISTANCE TO END OF JET : 105.20

Distance (m)	Concentration
80.2	350.00
92.5	300.00
109.7	250.00
137.9	200.00
194.5	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 7.80
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 568.00
 DISTANCE TO END OF JET : 93.20

Distance (m)	Concentration
79.6	350.00
90.0	300.00
105.3	250.00
129.3	200.00
178.8	150.00
399.6	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 10.80
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 576.00
 DISTANCE TO END OF JET : 105.20

Distance (m)	Concentration
86.0	350.00
98.6	300.00
117.0	250.00
146.5	200.00
206.1	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 8.40
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 160.00
 DISTANCE TO END OF JET : 95.60

Distance (m)	Concentration
-1.0	350.00
-1.0	300.00
-1.0	250.00
52.7	200.00
88.4	150.00
206.7	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 9.60
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 582.00
 DISTANCE TO END OF JET : 100.40

Distance (m)	Concentration
85.0	350.00
96.8	300.00
114.0	250.00
141.6	200.00
197.8	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 3.40
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.45
 CONC. AT TUNNEL : 2100.00
 DISTANCE TO END OF JET : 44.22

Distance (m)	Concentration
97.3	350.00
111.2	300.00
131.3	250.00
163.5	200.00
227.9	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 3.80
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.45
 CONC. AT TUNNEL : 2100.00
 DISTANCE TO END OF JET : 52.76

Distance (m)	Concentration
108.5	350.00
123.4	300.00
144.6	250.00
178.4	200.00
246.6	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 3.60
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.45
 CONC. AT TUNNEL : 2100.00
 DISTANCE TO END OF JET : 48.67

Distance (m)	Concentration
103.0	350.00
117.5	300.00
138.1	250.00
171.1	200.00
237.5	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 9.60
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 747.00
 DISTANCE TO END OF JET : 100.40

Distance (m) Concentration

99.1 350.00
 112.9 300.00
 132.5 250.00
 164.2 200.00
 228.1 150.00
 -1.0 100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 9.70
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 465.00
 DISTANCE TO END OF JET : 100.80

Distance (m) Concentration

73.7 350.00
 84.3 300.00
 99.3 250.00
 124.3 200.00
 174.4 150.00
 397.7 100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 8.60
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 330.00
 DISTANCE TO END OF JET : 96.40

Distance (m) Concentration

42.4 350.00
 62.0 300.00
 78.2 250.00
 97.5 200.00
 136.6 150.00
 311.9 100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 10.80
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 908.00
 DISTANCE TO END OF JET : 105.20

Distance (m)	Concentration
115.7	350.00
131.8	300.00
155.2	250.00
192.5	200.00
267.9	150.00
-1.0	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 7.70
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 836.00
 DISTANCE TO END OF JET : 92.80

Distance (m)	Concentration
99.4	350.00
112.3	300.00
130.5	250.00
160.2	200.00
220.5	150.00
-1.0	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 10.80
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 964.00
 DISTANCE TO END OF JET : 105.20

Distance (m)	Concentration
119.9	350.00
136.9	300.00
160.8	250.00
199.3	200.00
277.1	150.00
-1.0	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 8.60
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 322.00
 DISTANCE TO END OF JET : 96.40

Distance (m)	Concentration
39.7	350.00
59.9	300.00
77.1	250.00
96.2	200.00
134.6	150.00
307.8	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 10.80
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.54
 CONC. AT TUNNEL : 1193.00
 DISTANCE TO END OF JET : 105.25

Distance (m)	Concentration
137.2	350.00
156.0	300.00
182.8	250.00
225.9	200.00
312.5	150.00
-1.0	100.00

.....

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 2.90
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.45
 CONC. AT TUNNEL : 5600.00
 DISTANCE TO END OF JET : 29.64

Distance (m)	Concentration
156.5	350.00
177.8	300.00
208.3	250.00
257.2	200.00
355.1	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 3.10
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.45
 CONC. AT TUNNEL : 5600.00
 DISTANCE TO END OF JET : 36.19

Distance (m)	Concentration
165.4	350.00
187.5	300.00
219.0	250.00
269.5	200.00
370.8	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED (M/S) : 1.00
 WIND SPEED CORR. (M/S) : 0.38
 TUNNEL JET SPEED (M/S) : 3.20
 GAUSS PLUME AREA (M2) : 50.45
 CONC. AT TUNNEL : 5600.00
 DISTANCE TO END OF JET : 38.87

Distance (m)	Concentration
169.6	350.00
192.2	300.00
224.3	250.00
275.6	200.00
378.5	150.00
-1.0	100.00

PROGRAM TUNNEL

WIND SPEED	(M/S)	:	1.00
WIND SPEED CORR.	(M/S)	:	0.38
TUNNEL JET SPEED	(M/S)	:	3.30
GAUSS PLUME AREA	(M2)	:	50.54
CONC. AT TUNNEL		:	128.00
DISTANCE TO END OF JET		:	41.61

Distance (m)	Concentration
-1.0	350.00
-1.0	300.00
-1.0	250.00
4.7	200.00
28.6	150.00
98.9	100.00

.....



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 2/99	ISBN 82-425-1049-0 ISSN 0807-7207	
DATO 22.4.99	ANSV. SIGN. <i>Øystein Hov</i>	ANT. SIDER 79	PRIS NOK 125,-
TITTEL Vurdering av luftforurensning fra alternative veitraseer for Ringvei vest, Bergen		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-98144	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Steinar Solberg	
OPPDRAGSGIVER Statens vegvesen Hordaland Postboks 3645 5033 FYLLINGSDALEN			
STIKKORD Tunnel	Forurensning	Spredningsberegninger	
REFERAT Det er utført beregninger av produksjon og spredning for CO og NO _x /NO ₂ for tunneler for alternative veitraseer ved Ringvei vest, Bergen. Beregnete konsentrasjoner er sammenlignet med SFTs anbefalte retningslinjer for luftkvalitet.			
TITLE Estimation on air pollution from alternative roads Ringvei vest, Bergen			
ABSTRACT			

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