

NILU OR : 3/92
REFERANSE : O-90086
DATO : JANUAR 1992
ISBN : 82-425-0328-1

Ventilasjonsprinsipp for veitunneler og generell virkning på luftkvaliteten i indre by, Oslo

D. Tønnesen

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	3
2 GENERELL VURDERING AV MILJØPÅVIRKNINGEN VED ULIKE VENTILASJONSPRINSIPP	3
3 VEGTUNNELER I INDRE BY, OSLO	6
3.1 Oversikt over tunnelene	6
3.2 Oslotunnelen	7
3.3 Teatergatetunnelen	8
3.4 Vålerengatunnelen	9
3.5 Galgeberggtunnelen	10
3.6 Ekeberggtunnelen	10
3.7 Henrik-Ibsen-ringen øst	11
3.8 Majorstuatunnelen	12
3.9 Tøyentunnelen	12
3.10 Slottsparktunnelen	13
4 EFFEKT PÅ LUFTKVALITET I OSLO SENTRUM	14

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Oslo byplankontor foretatt en generell vurdering av bygde og planlagte tunneler i eller tett ved Oslo sentrum. Arbeidet er en del av trafikkplanarbeidet for Oslo sentrum. Ni tunneler er vurdert. Seks av disse ligger innenfor indre by. Trafikkarbeidet i disse tunnelene utgjør ca. 20% av trafikkarbeidet i indre by. Veitunneler har størst effekt på luftkvaliteten på lokal skala, dvs. i de områdene som blir skjermet av direkte belastning av forurensning fra trafikkutslipp på grunn av tunnelen. Munningsutslipp kan medføre vesentlig større lokal belastning av forurensningsutslipp fra tunnelene.

VENTILASJONSPRINSIPP FOR VEITUNNELER OG GENERELL VIRKNING PÅ LUFTKVALITETEN I INDRE BY, OSLO

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Oslo byplankontor foretatt en generell vurdering av tunnelventilasjon i tettbebyggelse, og virkning på luftkvaliteten av tunnelutbygging i indre by i Oslo.

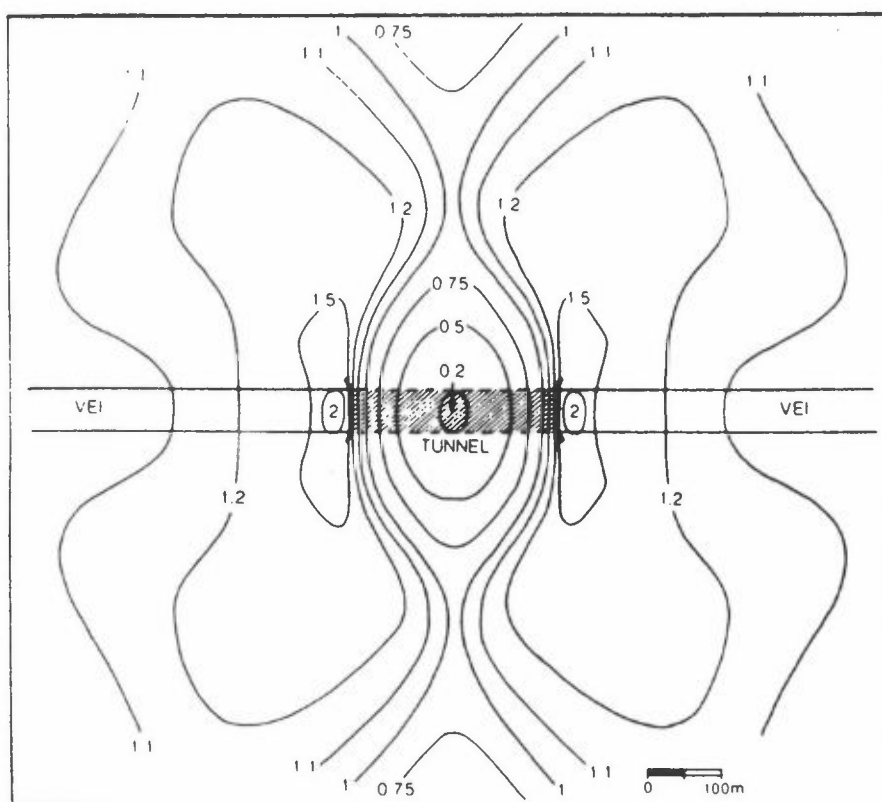
2 GENERELL VURDERING AV MILJØPÅVIRKNINGEN VED ULIKE VENTILASJONSPRINSIPPER

Veitunneler medfører en oppkonsentrasjon av trafikkforurensning langs tunnelene. Med de trafikkmengdene som går på vei- og gatenettet i Oslo er ventilasjon i luft av tunneler nødvendig for å overholde grenseverdier for luftkonsentrasjon av karbonmonoksid, nitrogendioksid og støv. Det må tas hensyn både til trafikkantene i tunnelene og miljøet utenfor tunnelene. Dersom lufthastigheten langs tunnellopet er stor nok i forhold til trafikkmengden i tunnelen (langslufting) kan grenseverdiene for tunnelatmosfære overholdes. Konsentrasjonen av karbonmonoksid og nitrogendioksid i ventilasjonslufta vil kunne bli høyere enn grenseverdiene for luftkvalitet utendørs. Ventilasjonsprinsipper for utslipp av tunnelluft er a) utslipp gjennom munning (som i Vålerenga-tunnelen), b) utslipp gjennom sjakter (som i Oslo-tunnelen), eller c) en kombinasjon av utslipp gjennom sjakter og munninger.

Innføring av veitunneler medfører i sterkere grad en omfordeling av trafikkutslipp enn en endring av trafikkutslippsmengden. Omfordelingen vil medføre redusert forurensningsbelastning fra trafikkutslipp i områder "skjernet" av tunnelen. Ved utslippspunktet vil omfordelingen medføre økt forurensningsbelastning. Tunneler kan også medføre at trafikkavviklingen blir

vesentlig bedret, noe som vil redusere utslippene totalt sett. Bygging av tunneler vil også påvirke trafikkarbeidet og derved utslippet, ved at kjørelengder endres.

Figur 1 viser sterkt forenklet, som et eksempel, den relative endringen av maksimalkonsentrasjonen som følge av plassering av en overdekning på 270 m over en sterkt trafikkert vei der gjennomsnittlig kjørehastighet under overdekningen er høy nok til at det dannes en jetfase ved munningene. Tunnelen har ett løp for hver trafikketning, og utluftningen foregår gjennom munningene.



Figur 1: Relativ endring av maksimalkonsentrasjoner ved plassering av en 270 m overdekning på en sterkt trafikkert vei (1.0 tilsvarer uendret maksimalkonsentrasjon).

Endringen av det gjennomsnittlige konsentrasjonsnivået vil være avhengig av frekvensfordelingen av vindretning og vindstyrke over døgnet på det aktuelle stedet. Dersom munningene ligger i gaterom med fasader på begge sider av veien, vil endringene bli mer konsentrert langs veien.

Dersom utslippspunktet (utslippspunktene) fjernes fra gatenivået ved hjelp av sjakter og utslippstårn, kan disse utformes slik at økningen av forurensningsbelastningen i bakkenivå blir svært liten i forhold til grenseverdiene for luftkvalitet (f.eks. som i Oslo-tunnelen).

Forholdene ved munningsutlufting og utlufting gjennom sjakt kan for gatenivået oppsummeres slik:

- Munningsutluftning: I sonen nærmest munningen(e) øker forurensningsnivået av gasser relatert til trafikkutslipp vesentlig, og grenseverdiene for luftkvalitet utendørs vil kunne overskrides. Størrelsen på sonen utenfor tunnelen som kan få overskridelser av grenseverdiene for luftkvalitet varierer med trafikkmengde, trafikksammensetning, tunnelprofil, kjørehastighet og ventilasjonshastighet. For en flat tunnel på ca. 1 km lengde, uten vesentlig stigning og med en timetrafikk på ca. 1 000 kjøretøyer blir sonen med overskridelser av størrelsesorden 100 m utenfor munningen.
- Sjaktutluftning: Forurensningsnivået av gasser relatert til trafikkutslipp øker svakt i et større område rundt sjakten. Bidraget fra sjaktutslippet til forurensningsnivået er lite i forhold til grenseverdiene for luftkvalitet utendørs. Støvnedfallet kan øke i et område rundt sjaktene (eksempelvis 50-150 meter fra en 20 m høy sjakt) i piggdekk sesongen, på grunn av veidekke-slitasje, når veidekket er asfalt. Sjaktutslipp åpner muligheten for rensing av tunnelluft. Rensing av eksospartikler fra luften er teknisk mulig. Rensing av gasser som CO, NO_x og NO₂ er ennå ikke teknisk mulig.

I praksis vil sjaktventilerte tunneler kunne gi utslipp i munningen når trafikkmengden er så lav at ventilasjonssystemet ikke er igang.

3 VEITUNNELER I INDRE BY, OSLO

3.1 OVERSIKT OVER TUNNELENE

Tabell 1 viser hvilke tunneler som er med i dette sammendraget og hvem som har foretatt vurderingen. Lengden av tunnelene, om de har ett eller to hovedløp, og om ventilasjonslufta tas ut gjennom sjakt eller munning er også angitt i tabellen. Hvorvidt tunnelen er ferdigbygget (desember 1990) er også angitt.

Tabell 1: Tunneler i deler nær indre by. Utreder for luftkvalitet, lengde av tunnel, antall hovedløp, ventilasjonsløsning og ferdigstilling.

Tunnel	Lengde (m)	Utredet av (referanse)	Antall løp	Ut-lufting	Ferdig (F) Plan (P)
Oslotunnelen	1 700	NILU OR 53/85	2	Sjakt	F
Teatergatetunnelen	225	NILU OR 30/85	2	Sjakt	F
Vålerengatunnelen	820	NILU OR 33/87	2	Munning	F
Galgebergtunnelen	165	NILU OR 52/84	2	Munning	P
Ekeberggtunnelen	1 500/800	Miljøplan/NILU OR 7/90	2	Munning/ sjakt	P
Henrik Ibsen-ringen, øst	340	Miljøplan (--)	2	Sjakt	P
Majorstuatunnelen	1 400	NILU DAT/ENI/1493	1	Sjakt	P
Tøyentunnelen	975	NILU B 43/88	1	Sjakt	P
Slottsparktunnelen	1 200	NILU B/DAT/SBH/1482	2	Sjakt	P

Nedenfor er det gitt et sammendrag over beregnet forurensningsproduksjon, og beregnet belastning nær utslippspunktene for den enkelte tunnel. En kort vurdering av områder med minsket eller øket belastning av trafikkforurensning som skyldes tunnelutbyggingen er også gitt. Samlet effekt på luftkvaliteten i Oslo er vurdert til slutt.

3.2 OSLO-TUNNELEN

Tunnelen er bygd med to separate løp. Hvert løp ventileres ved langslufting, og tunnelluften føres ut gjennom ventilasjonsårn nær munningene. Forurensningsproduksjonen i tunnelen er vist i tabell 2.

Tabell 2: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Oslo-tunnelen.

Rushperiode/ trafikkhastighet	Produksjon av CO (g/s)		Produksjon av NO _x (g/s)	
	sjakt øst	sjakt vest	sjakt øst	sjakt vest
Morgen				
0-15 km/t	64,7	71,3	5,9	6,5
15-30 km/t	30,3	33,5	7,1	7,8
45-60 km/t	24,0	26,6	9,4	10,4
Ettermiddag				
0-15 km/t	67,4	81,1	6,1	7,4
15-30 km/t	31,6	38,1	7,3	8,8
30-60 km/t	25,1	30,2	9,8	11,8

På grunn av at all ventilasjonsluft tas ut gjennom sjaktene, er forurensningsbidraget fra tunnelen ved munningene neglisjerbart.

Maksimal NO₂-belastning (timesmiddelverdi) i bakkenivå fra utslipp fra sjaktene er beregnet til 55 µg/m³ for østlig sjakt og 60 µg/m³ for vestlig sjakt. Tunnelutbyggingen har ført til vesentlig redusert forurensning fra trafikk langs Rådhusgata, Festningskaien, Rådhusplassen og området rundt Vestbanen. Mulig

økt forurensningsbelastning kan forekomme i området mellom Munkedamsveien og Drammensveien, spesielt nordøst for det vestlige ventilasjonstårnet.

3.3 TEATERGATETUNNELEN

Tunnelen er bygd med to separate løp og en sjakt for hvert løp. Sjakta for vestgående løp vil måtte forhøyes ved oppføring av Rosenkrantz-tårnet. Forurensningsproduksjonen i tunnelen er vist i tabell 3.

Tabell 3: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Teatergate-tunnelen (eksklusiv korreksjon for kaldstartandel).

Kjørehastighet	CO (g/s)	NO _x (g/s)
0-15 km/h	2,9	0,24
40 km/h	0,8	0,26

Tunnelen ventileres gjennom sjakter, og gir derfor ikke forurensningsbidrag ved munningene. Maksimalt bidrag fra sjaktene til forurensningen i bakkenivå er beregnet til under 50 µg/m³ (NO₂). Tunnelutbyggingens virkning på lokalt forurensningsnivå er vanskelig å vurdere, fordi endret trafikkmønster ikke vil vise seg før Henrik Ibsen-ringens østlige del er ferdig. Teatergata og Pilestredets sørligste del har imidlertid trolig fått redusert forurensningsbelastning som følge av tunnelutbyggingen, og antagelig har ingen områder i gateplan fått noen vesentlig økning av trafikkforurensninger.

3.4 VÅLERENGATUNNELEN

Tunnelen er bygd med to separate løp og hvert løp ventileres gjennom munningene. Beregnet forurensningsproduksjonen i tunnelen er vist i tabell 4.

Tabell 4: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Vålerengatunnelen.

Kjørehastighet	Produksjon av CO (g/s)		Produksjon av NO _x (g/s)	
	Nordgående	Sørgående	Nordgående	Sørgående
10 km/t	36,7	19,0	3,2	0,65
20 km/t	27,3	13,2	3,2	0,65
30 km/t	22,8	10,5	3,2	0,33
50 km/t	10,5	3,2	3,8	0,065

Målinger ved tunnelen etter åpning viser at ved dimensjonerende trafikkvolum vil utslippet av NO_x bli høyere enn beregnet, særlig for sørgående løp, mens utslippene av CO vil bli lavere enn beregnet.

Beregningene for munningsutslippene viser at overskridelser av grenseverdiene for luftkvalitet med hensyn til CO og NO₂ kan bli overskredet opptil 150 m fra munningene. Konsentrasjonene i munningene kan bli 3-6 ganger høyere enn grenseverdiene for luftkvalitet utendørs.

Tunnelutbyggingen, og den trafikkomleggingen som utbyggingen har ført til, har gitt en vesentlig reduksjon av forurensningsnivået langs Strømsveien og St. Halvards gate gjennom Vålerenga. Forurensningsnivået har økt i området ved munningene, langs deler av Konowgate og i den nedre delen av Lodalen.

3.5 GALGEBERGTTUNNELEN

Tunnelen er planlagt med to separate løp fra nordvestsiden av Galgebergkrysset til Lodalen (Åkebergveien-Kværnerveien), med ventilasjon gjennom munningene. Tabell 5 viser beregnet forurensningsproduksjon i tunnelen.

Tabell 5: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Galgebergttunnelen.

Trafikkhastighet	Produksjon av CO (g/s)		Produksjon av NO _x (g/s)	
	Nordgående	Sørgående	Nordgående	Sørgående
0-15 km/t	6,6	2,7	0,8	0,17
15-30 km/t	3,9	1,3	0,9	0,20
46-60 km/t	7,9	1,2	1,1	0,28

Overskridelse av grenseverdiene for luftkvalitet kan forekomme ut til ca. 40 m fra nordlig munning og ut til 35 m fra sørlig munning. Hvordan denne tunnelen vil virke inn på trafikkmønster og forurensningsnivå er ikke klart, men åpning av tunnelen kombinert med stenging av gjennomfart via Strømsveien vil føre til redusert forurensningsbelastning på Vålerenga, og økt forurensningsbelastning i Lodalen og langs Åkerbergveiens sørligste del.

3.6 EKEBERGTTUNNELEN

Tunnelen er planlagt som enveiskjørtetunnelløp, og skal knytte sammen E6 og E18 i et triangel fra Lodalsbrua til Sørenga til Kongshavn. Separate tunnelløp for lokaltrafikk til/fra Ekebergplatået inngår også. Beregning av ventilasjonsbehov og munningsutslipp viser at tunnelen kan ventileres gjennom munningene. Ventilering gjennom sjakt er også vurdert. Tabell 6 viser forurensningsproduksjonen i tunnelsystemet gruppert på de tre

hovedmunningene. Produksjonen er beregnet for estimerte avvikelingshastigheter.

Tabell 6: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Ekebergtunnelen.

Utslippsområde	CO-produksjon (g/s)		NO _x -produksjon (g/s)	
	Morgen	Ettermiddag	Morgen	Ettermiddag
Øst (Lodalen)	6,7	13,9	2,5	4,1
Vest (Sørenga)	28,7	18,1	5,8	4,7
Sør (Kongshavn)	1,8	0,5	4,7	1,3

Ved ventilering gjennom munningene kan grenseverdien for forurensning av NO₂ overskrides på avstander ut til 150 m fra østlig munning, 130 m fra vestlig munning og 90 m fra sørlig munning. Ventilasjon gjennom sjakt/ventilasjonsårn plassert på Ekebergplatået kan gjennomføres slik at grenseverdiene for luftkvalitet ikke overskrides i bakkenivå. Utbygging av tunnelen vil øke forurensningsnivået i områdene nærmest munningene (ved munningsventilasjon). Områdene langs Mosseveien mellom Kongshavn og Sørenga, og Lodalen langs Dyvekes vei vil få redusert trafikkforurensning.

3.7 HENRIK IBSEN-RINGEN ØST

Tunnelen er planlagt med toveis trafikk, og skal ventileres gjennom ventilasjonsårn plassert på midten av tunnelen. Produksjonstall for forurensning, og beregning av belastning i gatenivå tilsvarende de øvrige tunnelene foreligger ikke. Forurensningsproduksjonen er antagelig litt større enn for Teatergatetunnelen, og belastningen i gatenivå fra sjaktutslippet er antagelig av samme størrelsesorden. Tunnelen vil redusere trafikkforurensningen i området mellom Torggata og Storgata.

3.8 MAJORSTUATUNNELEN

Tunnelen er planlagt med toveis trafikk, og er anbefalt å ventileres gjennom sjakt. Forurensningsproduksjonen i tunnelen er vist i tabell 7.

Tabell 7: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Majorstuetunnelen.

Situasjon	CO (g/s)	NO _x (g/s)
Kø	64,8	3,33
Kø sørover	45,5	3,03
Dårlig avvikling	19,6	2,78
God avvikling	8,3	2,79

Sjakthøyde og sjaktplassering er ikke bestemt. Ved korrekt dimensjonering av sjakta vil maksimalkonsentrasjonene av CO og NO_x i bakkenivå bli vesentlig lavere enn grenseverdiene (25 mg/m³ CO og 200 µg/m³ NO_x).

Tunnelforbindelsen vil redusere belastningen fra trafikkforurensning mest i Hegdehaugsveien-Bogstadveien. Nær utluftningstårnet vil maksimalbelastningen fra trafikkforurensning kunne øke noe, mens gjennomsnittsbelastningen vil være uendret.

3.9 TØYENTUNNELEN

Tunnelen planlegges med to separate løp og to utluftningstårn. Etter andre byggetrinn vil tunnelen gå fra Hausmannsbroen til Finnmarksgata. Forurensningsproduksjonen i tunnelen, fordelt på utslippspunktene, er vist i tabell 8.

Tabell 8: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Tøyentunnelen.

Kjørehastighet (km/h)	CO-produksjon (g/s)		NO _x -produksjon (g/s)	
	Nordre	Søndre	Nordre	Søndre
10	59	32	4,6	2,1
30	30	15	4,4	1,6
50	13	7	5,4	1,5

Det skal ikke være utslipp av ventilasjonsluft ved munningene. Maksimale forurensningsbidrag i bakkenivå fra søndre ventilasjonstårn er beregnet til henholdsvis 25% og 50% av retningslinjene for luftkvalitet av CO og NO₂. Maksimale forurensningsbidrag av NO₂ i bakkenivå fra nordre tårn er beregnet til 180 µg/m³ ved sterk vind. Denne belastningen vil da forekomme nær tårnet. Virkningene av tunnelen blir antagelig en redusert trafikkforurensningsbelastning på søndre Tøyen, og en økning av maksimal forurensning nær nordre ventilasjonstårn.

3.10 SLOTTSPARKTUNNELEN

Tunnelen er planlagt med ett løp, og med en alternativ tilkjøringsrampe til E18 vestover. Munningene av tunnelen er planlagt i Edvard Storms gate og ved krysset Munkedamsveien-Filipstadveien. Tunnelen skal ventileres gjennom en sjakt, mens tilkjøringsrampen til E18 eventuelt kan ventileres gjennom munningen. Forurensningsproduksjonen i tunnelen er vist i tabell 9.

Tabell 9: Forurensningsproduksjon (CO og NO_x) i Slottsparktunnelen.

Trafikksituasjon	CO-produksjon (g/s)		NO _x -produksjon (g/s)	
	Uten rampe	Med rampe	Uten rampe	Med rampe
Dårlig avvikling	14,4	15,0	2,2	2,3
God avvikling	6,2	6,6	2,1	2,2

En sjakt med utslippspunkt over taknivå, og tilstrekkelig utslippshastighet kan gi maksimalkonsentrasjoner i gatenivå på ca. 50% av NO_2 -grenseverdien for luftkvalitet. Plassering og dimensjon for sjakta er ikke fastlagt. Maksimalkonsentrasjonene fra trafikkforurensning kan øke noe i det nærmeste kvartalet der sjakta plasseres. Det vil bli sannsynlig reduksjon av trafikk i gatenivå og medfølgende redusert forurensningsnivå i Munkedamsveien-Fredriks gate og St. Olavs gate mellom Pilestredet og Fredriks gate.

4 EFFEKT PÅ LUFTKVALITET I OSLO SENTRUM

De lokale endringene i forurensningsgrad er vurdert for hver enkelt tunnel. Samlet virkning av tunnelutbyggingen er bedret trafikkavvikling på grunn av flere planfrie kryssninger, og at en del av trafikkarbeidet fjernes fra gateplanet.

Tunnelene virker i seg selv oppkonsentrerende på bilavgassene. Der hvor utluftningen skjer gjennom ventilasjonstårn bidrar hevningen av utslippsstedet til å kompensere for oppkonsentreringen langs tunnellengden. Selv om endringen av totalt trafikkutslipp antagelig blir forholdsvis lite, og mest knyttet til endring i trafikkavvikling, kan endring i lokalt forurensningsnivå bli mye større, spesielt langs gater der trafikkreduksjonen blir stor. De områdene som skjermes fra trafikkpåvirkning som følge av tunnelen vil antagelig få klart bedre luftkvalitet.

Totalt trafikkarbeid innenfor Skarpsno-Kirkeveiringen-Finnmarksgata-Kjølberggata er ca. 1 060 000 bilkm (1985).

De ovenfor behandlede tunnelene, med unntak av Vålerenga, Galgeberg og Ekeberg befinner seg innenfor dette området. Forventet trafikkarbeid i tunnelene innenfor området er litt under 20% av trafikkarbeidet i 1985, og en mindre del enn dette av totalt trafikkarbeid på den tiden alle tunneler er fredig bygd.

Samtlige tunneler er bygd, planlagt eller anbefalt med utluf-ting gjennom sjakter. Et "gjennomsnittlig" ventilasjonstårn har en utslippshastighet på over 10 m/s og en høyde som er over om-kringliggende bebyggelse. Virkningen av sjakt-utslippene på forurensningsnivået i gateplan vil avhenge av lokale forhold og de generelle spredningsforholdene i byen (været). Utslipp over taknivå vil generelt gi høyest belastning i gatenivå når vinden er sterk, altså når det generelle forurensningsnivået er lavt.

Under perioder med høy forurensning i hele Oslo, med nøytral atmosfærisk blandingssevne nærmest bakken, og et begrensende inversjonssjikt i 150-200 m høyde vil den generelle virkningen av å heve 20% av trafikkutslippet fra gatenivå til taknivå være svært liten.

Virkningen vil trolig være størst i perioder med bakkeinver-sjoner av begrenset høyde (20-40 m) og nøytral blandingssevne over inversjonen.

