

NILU : OR 60/94

NILU : OR 60/94
REFERANSE : O-94081
DATO : SEPTEMBER 1994
ISBN : 82-425-0616-7

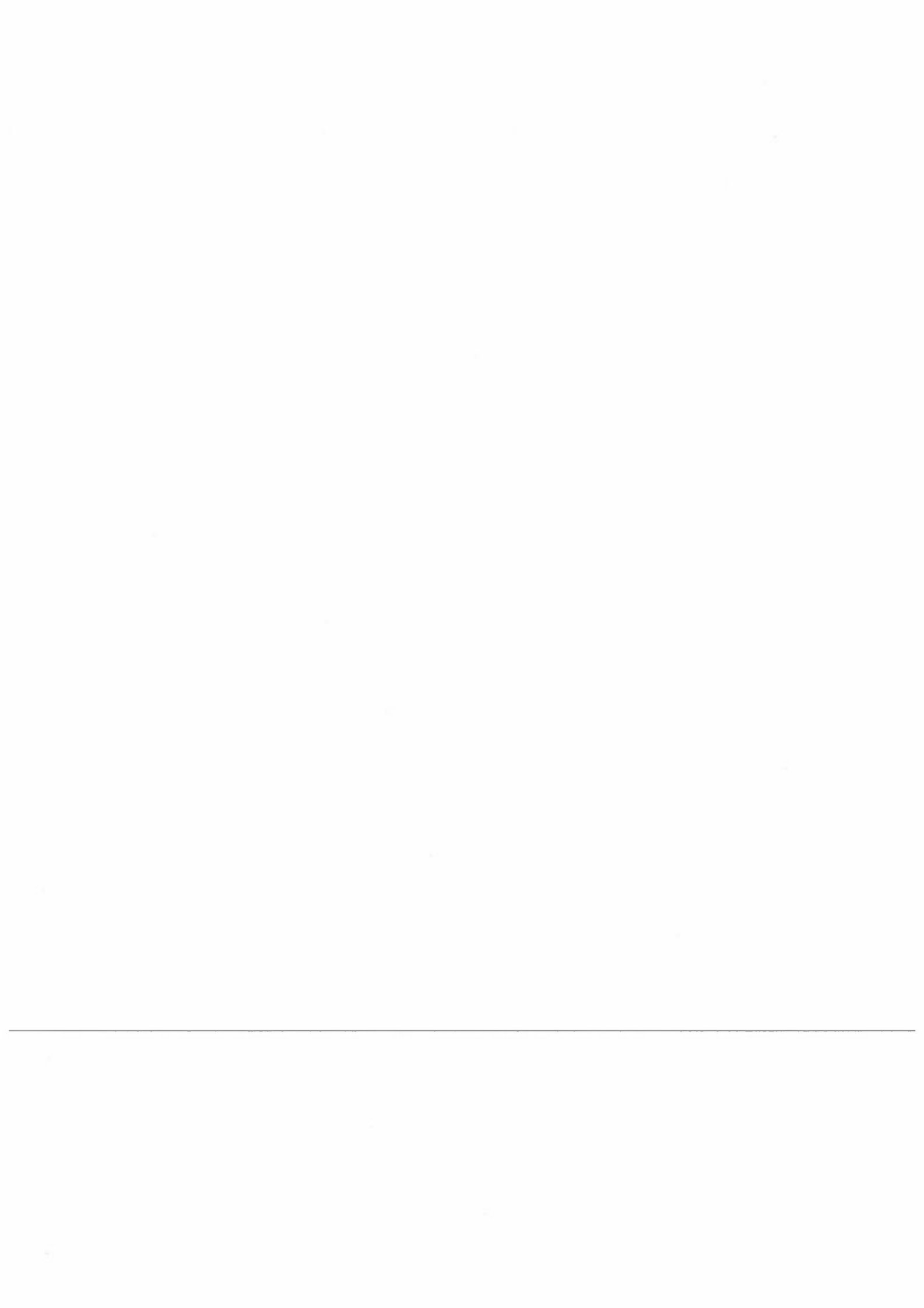
Luftforurensning fra trafikk på Bragernes i Drammen

**Konsekvenser av
fjelltunnel/elvetunnel**

Charlotte Torp

Innhold

	Side
Sammendrag.....	3
1. Innledning.....	7
2. Metode.....	8
3. Inngangsdata og forutsetninger.....	9
3.1 Kjøretøytekniske forutsetninger.....	9
3.2 Piggdekkbruk og støvgenerering	10
3.3 Bakgrunnsforurensning.....	11
3.4 Trafikkdata.....	12
3.5 Annet.....	12
4. Resultater.....	12
5. Referanser.....	18
Vedlegg A: Skjematiske kart over konsentrasjoner av NO₂ og PM₁₀ 5 m fra veikant.....	19
Vedlegg B: Problembeskrivelse av luftforurensning knyttet til veitrafikk	27

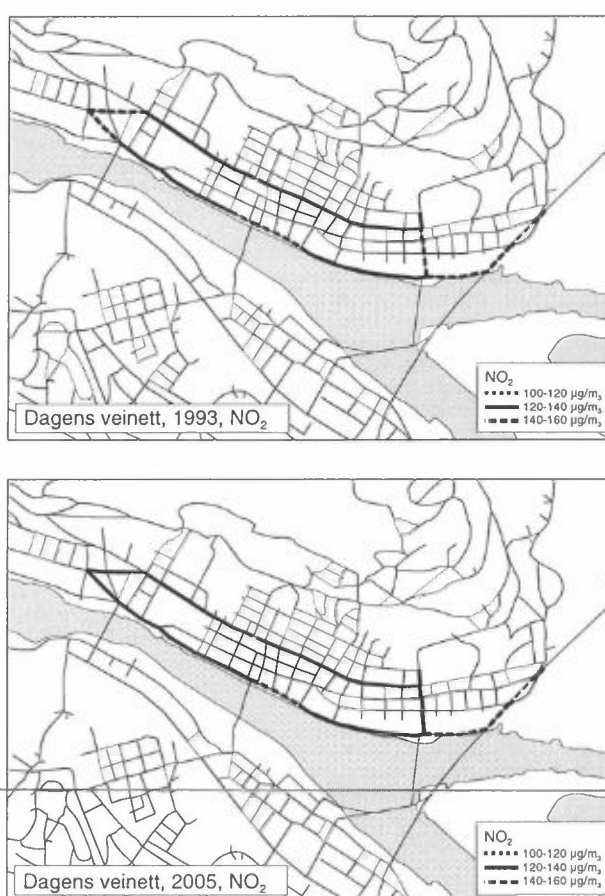


Sammendrag

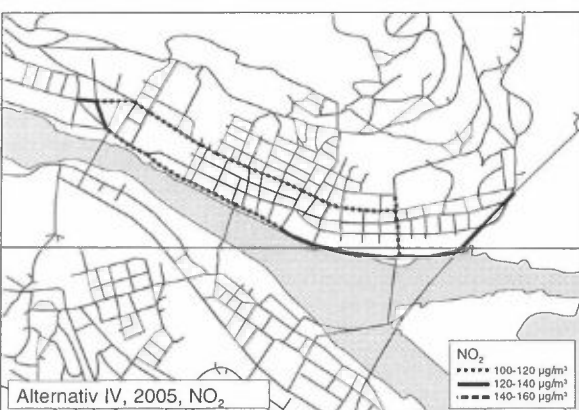
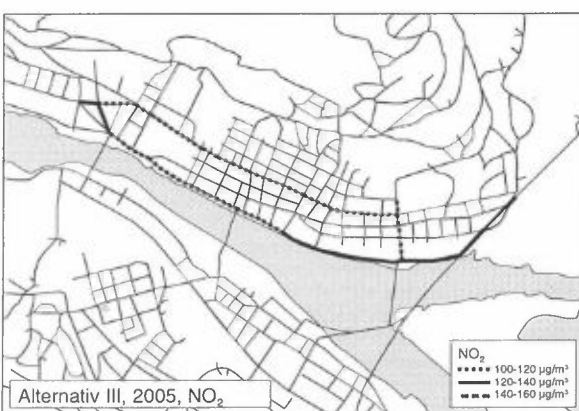
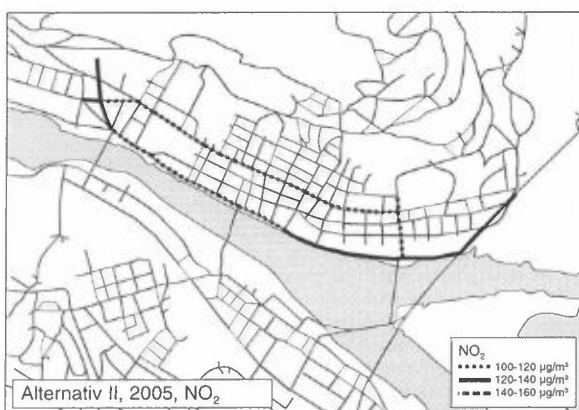
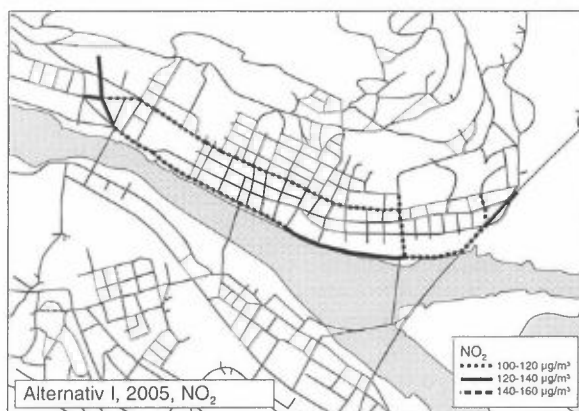
Beregningene viser at alle utbyggingsalternativene vil gi redusert luftforurensning langs det vurderte veinettet, i forhold til om dagens veinett beholdes. Forskjellene mellom alternativene i både antall eksponerte personer og konsentrasjonene langs nettet er ikke vesentlige. Dette er vist for NO_2 i figurene nedenfor. Tendensen er den samme for PM_{10} .

I figur B, C, D og E er det vist antall eksponerte personer og antall km vei med overskridelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier, samt et høyere nivå for NO_2 og PM_{10} .

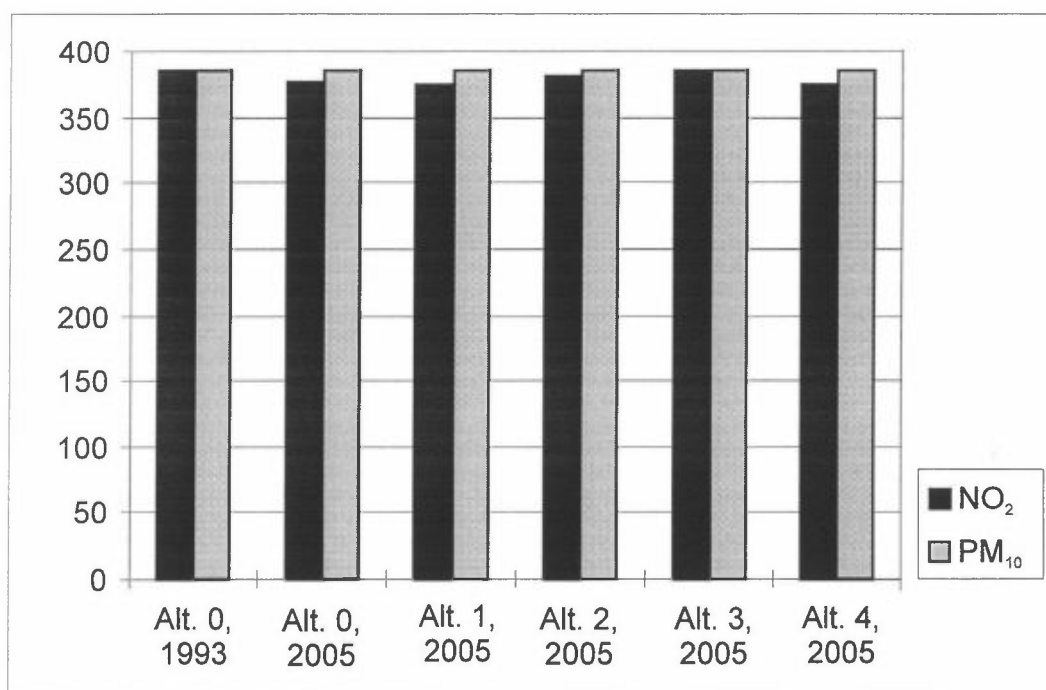
Luftkvalitetskriteriene vil i 2005 overskrides langs hele veinettet uansett alternativ, hovedsakelig på grunn av det generelle forurensningsnivået i området. Ser man på beregningene i forhold til de høyere konsentrasjonsnivåene av NO_2 og PM_{10} , kommer det på samme måte som i figur A fram at bygging av tunnel representerer en forbedring, men det er ikke vesentlige forskjeller mellom alternativene.



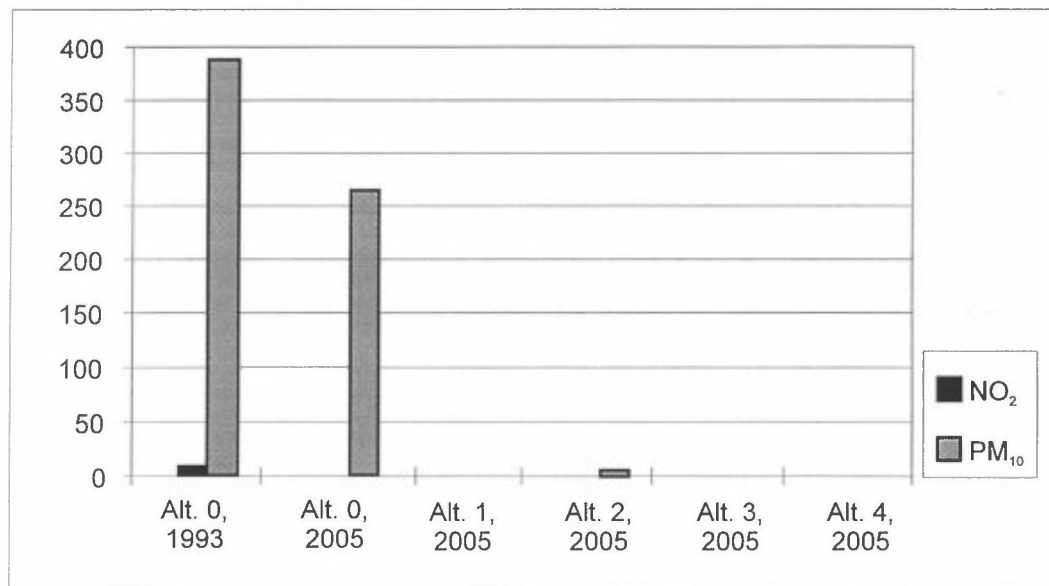
Figur A: Konsentrasjoner av NO_2 5 m fra veikant i forurensningsepisoder.



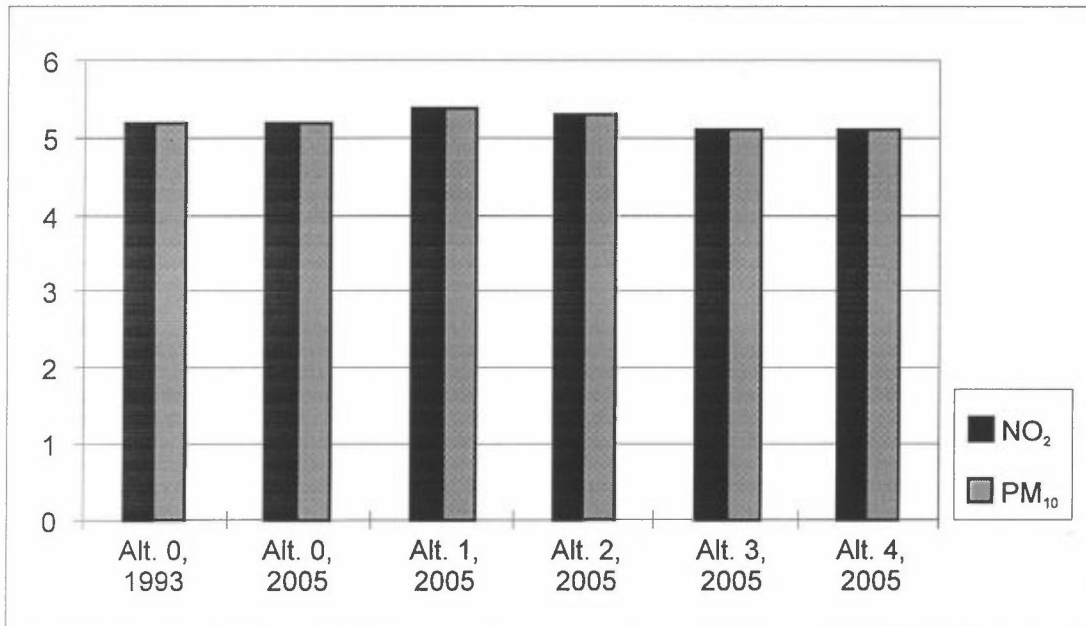
Figur A: Forts..



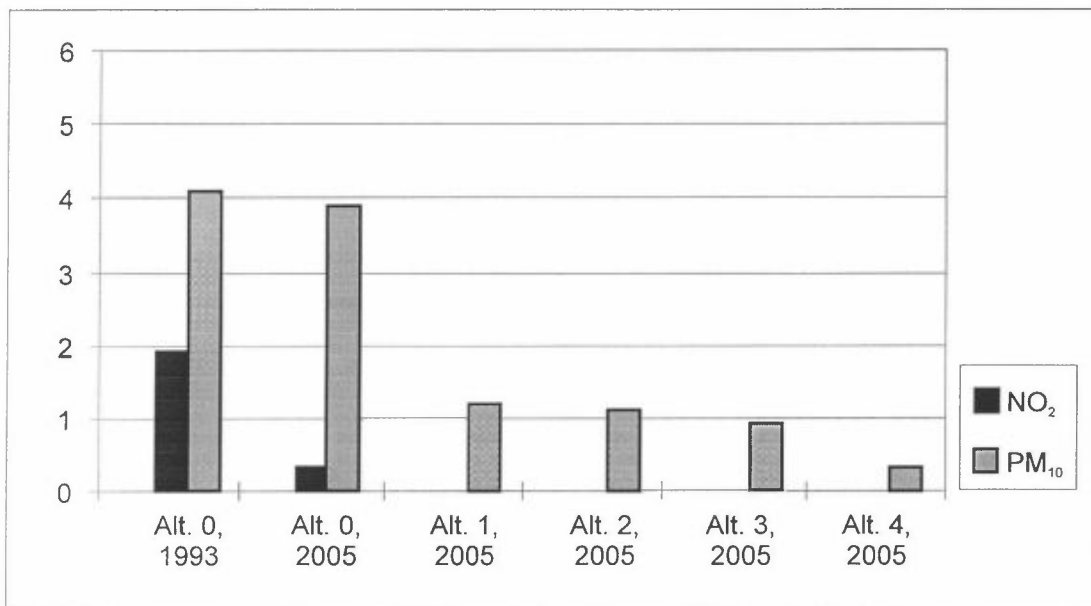
Figur B: Antall personer eksponert for overskridelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO₂, PM₁₀ og CO, dvs. 100 µg/m³ NO₂, 70 µg/m³ PM₁₀ i forurensningsepisoder. Det er ingen eksponerte for CO over luftkvalitetskriteriet for CO, som er på 25 mg/m³.



Figur C: Antall personer eksponert for overskridelse av 150 µg/m³ NO₂, og 100 µg/m³ PM₁₀.



Figur D: Antall km med overskridelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for CO, NO₂ og PM₁₀ 5 m fra veikanten i forurensningsepisoder.



Figur E: Antall km med overskridelse av 150 µg/m³ NO₂ og 100 µg/m³ PM₁₀ 5 m fra veikanten i forurensningsepisoder.

Luftforurensning fra trafikk på Bragernes i Drammen

1. Innledning

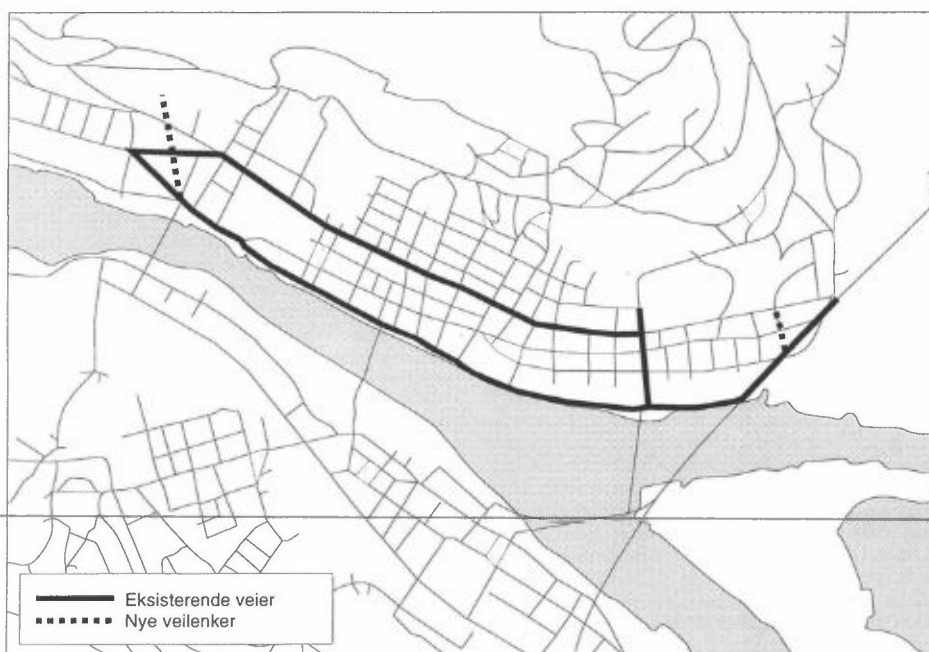
Bragernes sentrum i Drammen er i dag hardt belastet av trafikk. Den viktigste gjennomfartsåren, RV11, har ved Bragernes torg en yrkesdøgntrafikk på ca. 45 000 kjøretøy/døgn. Bydelen er Buskerud fylkes viktigste handelssentrum, med høy konsentrasjon av gående og syklende.

Det skal utredes fire ulike alternativer for omkjøringsvei rundt Bragernes. To av alternativene inkluderer fjelltunnel gjennom Bragernesåsen, og to alternativer innebærer elvetunnel. På oppdrag fra Buskerud Vegkontor har NILU gjort beregninger av luftforurensning for de fire ulike alternativene i 2005, pluss situasjonen i dag og i 2005 dersom dagens veinett beholdes. De ulike alternativene er gitt følgende betegnelser:

- Alternativ I: Lang fjelltunnel
- Alternativ II: Kort fjelltunnel
- Alternativ III: Kort elvetunnel
- Alternativ IV: Lang elvetunnel

Beregningene er gjort for veinettet vist i figur 1 nedenfor.

En generell beskrivelse av luftforurensningsproblemer knyttet til trafikk er gitt i vedlegg B.



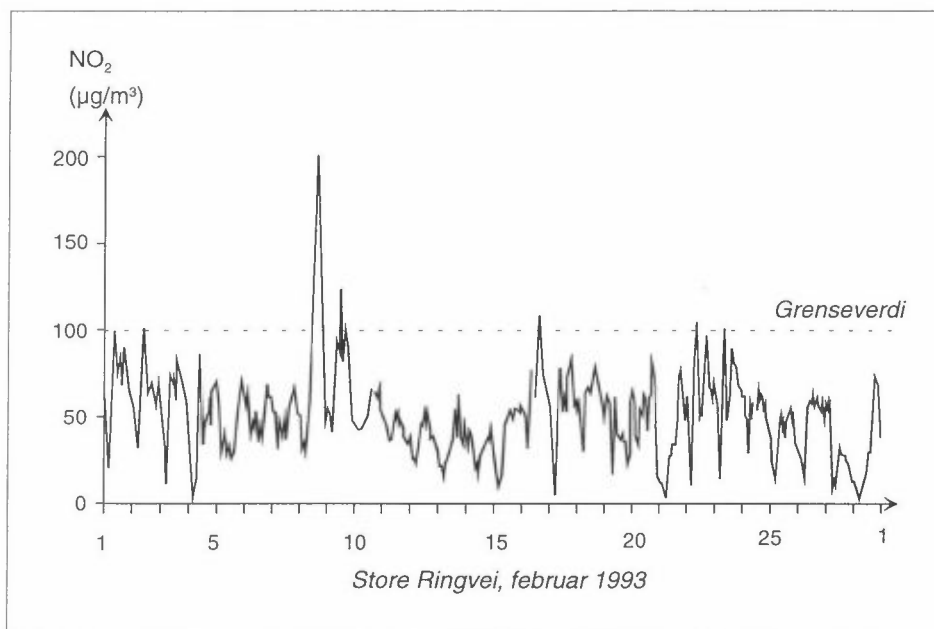
Figur 1: Veinettet det er gjort beregninger for.

2. Metode

Modellen VLUFT bygger på resultater av målinger ved trafikkerte veier gjennom en årrekke, og den er "kalibrert" til å gi rimelig overensstemmelse mellom trafikk, spredningsforhold og konsentrasjoner. Ved hjelp av teoretiske og empiriske sammenhenger kan så modellen beregne forholdene ved andre situasjoner enn de som målingene gjelder. Modellen er beskrevet i "Brukerveiledning og dokumentasjon for VUFT 3.0" (Torp, Tønnesen, Larssen, 1993).

Utslipp av NO_x , CO og CO_2 er beregnet på veilenkenivå som funksjon av gjennomsnittlig døgntrafikk, fordeling mellom kjøretøyklasser, kjørehastighet i snitt over døgnet og stigning på veiene.

Konsentrasjoner av CO, NO_2 og PM_{10} beregnes ved hjelp av spredningsmodeller for åpne veier og for gaterom. Beregningene gjelder absolutte maksimalkonsentrasjoner, dvs. konsentrasjoner som kan oppstå når rushtidstrafikk og svært dårlige spredningsforhold inntreffer samtidig. Et eksempel på luftforurensningens avhengighet av spredningsforholdene er vist i figur 2. Trafikken og dermed utslippene varierer lite fra dag til dag, men konsentrasjonene som oppstår varierer sterkt med spredningsforholdene.



Figur 2: Eksempel på konsentrasjonsvariasjoner av luftforurensning langs en vei, hentet fra Store Ringvei ved Tåsen i Oslo, februar 1993.

Konsentrasjonene i en viss avstand fra veien vil være summen av bakgrunnsnivået og bidraget fra veien.

Når det gjelder nitrogenoksider ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) vil andelen NO_2 av NO_x i utslippet variere for ulike kjøretøyklasser og kjøreforhold. I tillegg vil en del NO i

Når det gjelder nitrogenoksider ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) vil andelen NO_2 av NO_x i utslippet variere for ulike kjøretøyklasser og kjøreforhold. I tillegg vil en del NO i utslippet oksideres videre til NO_2 ved hjelp av O_3 . Med tiden vil all NO oksideres til NO_2 eller HNO_3 , men dette skjer ikke innenfor tiden der gassene oppholder seg i det veinære miljøet.

Konsentrasjonsberegningene for CO og NO_2 er basert på kjørehastighet og trafikkvolum i rushtiden. Det beregnes timemiddelkonsentrasjoner i rushtiden for disse komponentene, og ut fra lengre serier med måledata beregnes tilhørende 8t- og 24 t-middelverdier.

Konsentrasjoner av PM_{10} er beregnet ut fra eksospartikkelutslipp. Basert på lengre samtidige måleserier av eksospartikler ($\text{PM}_{2,5}$) og PM_{10} beregnes døgnmiddelkonsentrasjonen av PM_{10} ut fra beregnede maksimale timemiddelkonsentrasjoner av eksospartikler. Det korrigeres for kjørehastighet og tungtrafikkandel, siden oppvirvlingen av veistøv er sterkt avhengig av disse parametrene.

Eksposering av de bosatte langs veiene beregnes ved at konsentrasjonene kobles mot bygningenes avstand til veien. Bygningsregistret inneholder data om avstanden mellom kjørebantekanten og fasaden på den enkelte bolig. Det er antatt 2,18 personer pr. boligenhet for hele boligmassen i Drammen. Eksposeringsberegningene gjelder altså konsentrasjoner utendørs ved fasadene av husene der folk er bosatt.

3. Inngangsdata og forutsetninger

3.1 Kjøretøytekniske forutsetninger

Utskiftingstakten for bilparken som ligger i modellen er fastsatt i samråd med Vegdirektoratet, Opplysningsrådet for Veitrafikk og Bilimportørens Landsforbund. Det regnes med en årlig utskifting av bilparken på omkring 6% i gjennomsnitt fra i år til år 2005 for lette biler, og noe lavere utskifting for tunge biler. Dagens andel av katalysatorbiler for bensindrevne personbiler er omkring 30% (Opplysningsrådet for veitrafikk, 1992). Med den antatte utskiftingstakten vil andelen katalysatorbiler i 2005 være 100%.

Det antas at utslippene av CO , NO_x og eksospartikler fra en varm katalysatorbil er 10% av utslippene fra en varm ikke-katalysatorbil. En kald katalysatorbil slipper ut det samme som en kald ikke-katalysatorbil. Det antas at mellom 5% og 40% av bilparken er i kaldmodus til enhver tid, avhengig av gateklasse og om beregningene gjelder døgnmiddelutslipp eller rushtidsutslipp. Kaldstartfordelingen er i henhold til Nordisk Beregningsmetode for Bilavgasser, som dokumentert i VLUFT (Torp, Tømmesen, Larssen, 1993).

Antagelsen om 90% reduksjon i utslippene når katalysatoren er varm, representerer neppe noen overvurdering av katalysatorens virkningsgrad. Utslippsmålinger på nye katalysatorbiler tyder på at utslippene er av størrelsesorden 1% av utslippene fra ikke-katalysatorbiler. Målinger Teknologisk Institutt nylig har gjort på brukte katalysatorbiler tyder på at CO - og NO_x -utslippene i gjennomsnitt øker

med omkring 230% fra bilen er ny til den har gått 80 000 km, slik at den da fortsatt er vel under grensen på 90% reduksjon som er antatt i VLUFT (Torp, Tønnesen, Larssen, 1993).

Det antas en høyere NO₂-andel av NO_x for katalysatorbiler enn for ikke-katalysatorbiler.

Utslippsfaktorene er videre korrigert for følgende EF-krav som ventes innført i Norge:

- Nye krav til utslipp fra lette biler fra 1996/97
- Euro I-, Euro II- og Euro III-krav til tunge biler fra henholdsvis 1993, 1996 og 2000.

Det antas at spesifikt drivstoff-forbruk for lette biler reduseres med 15% frem til 2005, mens reduksjonen for tunge biler blir 13%.

På bakgrunn av en undersøkelse av piggdekkbruken for personbiler i Buskerud vinteren 1991/92 foretatt av TØI (TØI, 1992), har vi antatt følgende piggdekkbruk:

1993: 76% piggdekk
20% piggfrie dekk
4% lettpiggdekk

2005: 80% lettpiggdekk
20% piggfrie dekk

Disse antagelsene har stor betydning for beregningsresultatene. Vi antar at piggfrie dekk reduserer PM₁₀-genereringen med 95%, mens lettpiggdekkene gir 30% reduksjon. De sistnevnte antagelsene er beheftet med betydelig usikkerhet.

3.2 Piggdekkbruk og støvgenerering

Antagelser knyttet til piggdekkbruk og svevestøv er vist i tabell 1. Bilene som ikke har lettpiggdekk eller piggdekk, har piggfrie dekk. En "reduksjonsfaktor" for lettpiggdekk på 0.8 innebærer en antagelse om at en bil med lettpiggdekk genererer 80% av veistøvet som en tilsvarende bil med vanlige piggdekk ville generert. Vi vil understreke at det er stor usikkerhet knyttet til disse antagelsene.

Tabell 1: Piggdekkparametre som er antatt i beregningene.

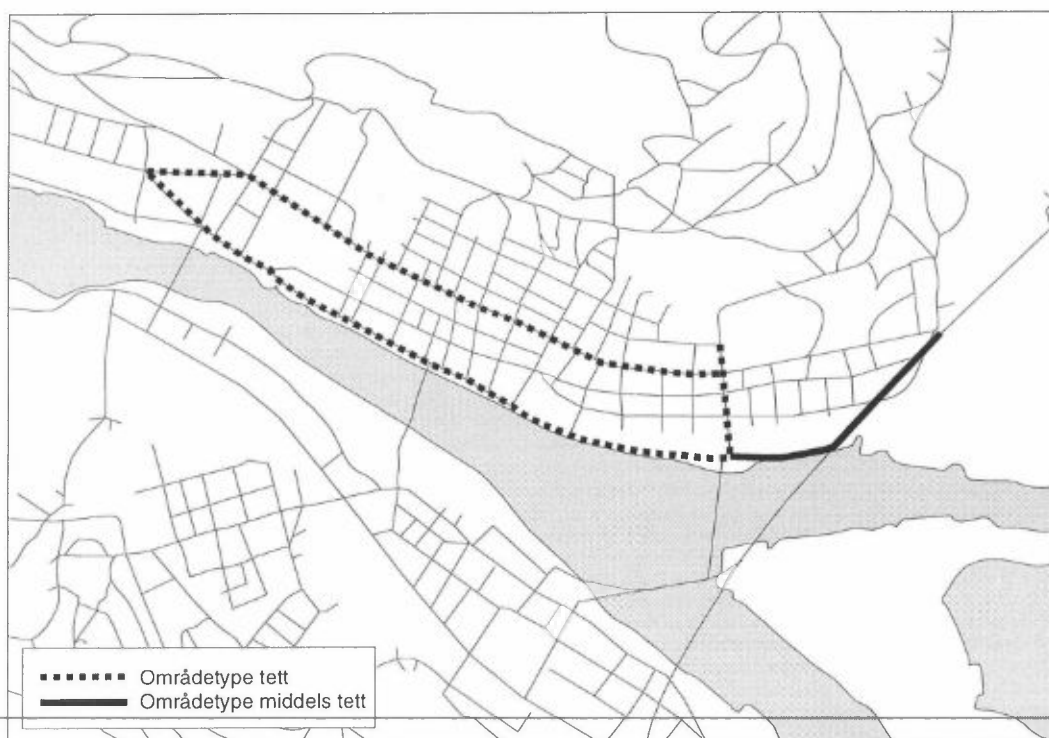
	1993	2005
Andel piggdekk	0,76	0
Andel lettpiggdekk	0,04	0,8
Reduksjonsfaktor lettpiggdekk	0,8	0,8
Reduksjonsfaktor piggfrie dekk	0,05	0,05
Effekt av renhold	1	1

3.3 Bakgrunnsforurensning

Det er beregnet konsentrasjoner av CO, NO₂ og PM₁₀ 5 m fra veikant. Anvendte bakgrunnskonsentrasjoner er vist i tabell 2 nedenfor. Disse er de samme som er brukt i tidligere beregninger i Drammen. Figur 3 viser hvordan inndelingen i områdetyper er foretatt i dette tilfellet.

Tabell 2: Bakgrunnskonsentrasjoner som er anvendt i beregningene. All O₃ omdannes til NO₂.

Komponent/områdetype	1993	2005
CO, tett	6	2
CO, middels	5	1
NO ₂ , tett	39	39
NO ₂ , middels	25	25
PM ₁₀ , tett	100	87
PM ₁₀ , middels	50	44
O ₃	60	60



Figur 3: Inndeling av nettet i områdetyper. Områdetypen bestemmer bakgrunnskonsentrasjonen.

3.4 Trafikkdata

Totalt trafikkarbeid i de ulike alternativene er vist i tabell 3. Trafikktallene er levert av oppdragsgiver. Det er antatt en trafikkvekst på 16% fra 1993 til 2005, dvs. i overkant av 1% pr. år. Bygging av tunnelene vil fjerne 50-60% av trafikken fra nettet i figur 1.

Tabell 3: Trafikkarbeid på det definerte nettet for tunge og lette biler og totalt, for de ulike beregningstilfellene. Trafikkarbeid for de ulike alternativene i forhold til dagens situasjon.

Alternativ	Lette biler, km/døgn	Tunge biler, km/døgn	Totalt, km/døgn
Dagens veinett, 1993	94 393	4 318	98 710 (100%)
Dagens veinett, 2005	109 224	4 978	114 222 (115%)
Alternativ I	56 209	2 764	58 973 (60%)
Alternativ II	59 424	2 887	62 311 (63%)
Alternativ III	63 443	3 046	66 489 (67%)
Alternativ IV	57 937	2 822	60 759 (62%)

3.5 Annet

Det er antatt 2.18 personer pr. boligenhet.

4. Resultater.

Beregningene gjelder maksimalkonsentrasjoner, dvs. konsentrasjoner som med den gitte trafikken kan oppstå i situasjoner med svært dårlige spredningsforhold. Slike situasjoner inntreffer gjerne om vinteren, på kalde vindstille dager.

Teknologiske forbedringer bidrar til reduksjon i luftforurensningen i form av NO₂, PM₁₀ og CO fra i dag til 2005. På tross av trafikkveksten blir det i dette tilfellet en netto forbedring i konsentrasjonene langs nettet. For NO₂ betyr dette ikke nødvendigvis noen forbedring på byskala, som forklart nedenfor. Hovedgrunnen til reduksjonen i CO- og NO₂-konsentrasjonene er innføring av treveiskatalysator på bensindrevne personbiler. Utviklingen for PM₁₀ er mer usikker, men det er ventet at overgang til letpiggdekk og piggfrie dekk vil gi konsentrasjonsreduksjoner.

Beregningene viste betydelige konsentrasjonsreduksjoner for alle de fire utbyggingsalternativene i forhold til om dagens veinett beholdes. Det var imidlertid ingen betydelige forskjeller mellom alternativene.

Hovedkilden til luftforurensning i Drammen er som i de fleste andre norske byer trafikken. Bybakgrunnskonsentrasjonen i beregningsområdet vil i de forurensningsepisodene beregningene gjelder i seg selv gi overskridelse av SFTs anbefalte

luftkvalitetskriterier for NO₂ og PM₁₀. Beregningene er derfor også gjort for et høyere nivå av NO₂ og PM₁₀, som vist i tabell 4.

Tabell 4: Konsentrasjonsnivåer det er gjort beregninger for.

Komponent	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier	Tilleggsnivå
NO ₂	100 µg/m ³ (timemiddel)	150 µg/m ³
PM ₁₀	70 µg/m ³ (døgnmiddel)	100 µg/m ³
CO	25 mg/m ³ (timemiddel)	8 mg/m ³

Selv om katalysatoren vil gi reduksjoner i NO₂-konsentrasjonene langs veier vil den ikke føre til tilsvarende reduksjon i NO₂-konsentrasjoner generelt over byområder. Bilene slipper ut NO_x, som er en blanding av NO og NO₂. Det er NO₂ det er knyttet helseeffekter til. Andelen NO₂ i utslippet er 3-10%. Katalysatoren gjør at NO_x-utslippene reduseres med i størrelsesorden 90% for varme biler. Tar man hensyn til kaldstart blir reduksjonen noe mindre.

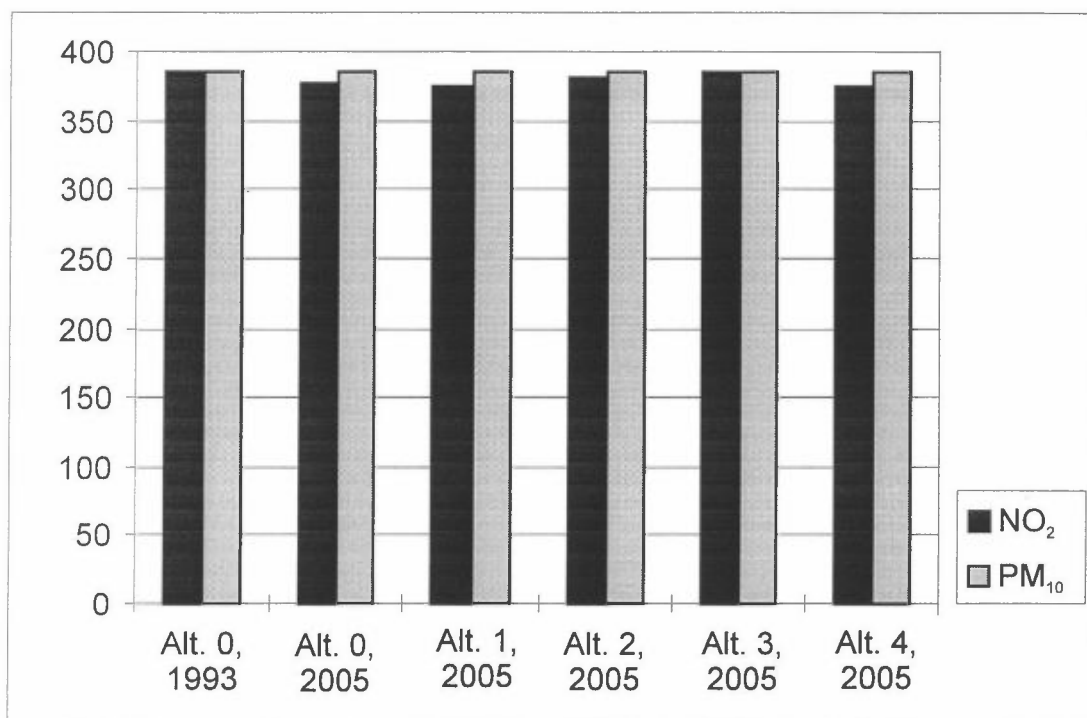
NO i utslippet oksideres til NO₂ ved hjelp av bakkenært ozon, som kommer til Norge som langtransportert luftforurensning. Slik situasjonen er i dag, er det tilgangen på ozon som i stor grad bestemmer det totale NO₂-nivået i et byområde. Det er mer enn nok NO tilgjengelig for oksidasjon til en hver tid, og det er dermed ikke de totale NO_x-utslippene som er den begrensende faktoren. Det er derfor ikke ventelig at innføring av treveiskatalysator vil ha samme effekt på NO₂ over byområdet som den har på NO₂ langs en vei.

Følgende parametre er beregnet:

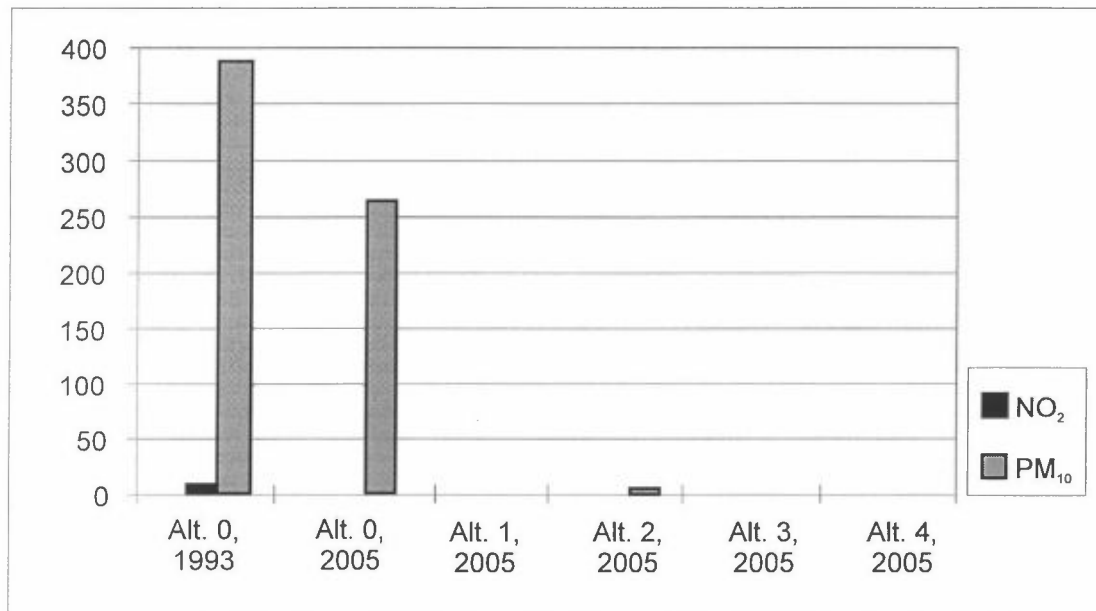
- Antall personer eksponert for overskridelse av nivåene i tabell 4.
- Antall km vei med overskridelse av nivåene i tabell 4.
- Totale utslipp av NO_x, CO₂ og CO.

Resultatene er presentert på tabellform nedenfor. Eksponering og antall km vei er presentert i form av søylediagrammer for NO₂ og PM₁₀. Konsentrasjoner 5 m fra veikant er dessuten vist på skjematisk kart i vedlegg A.

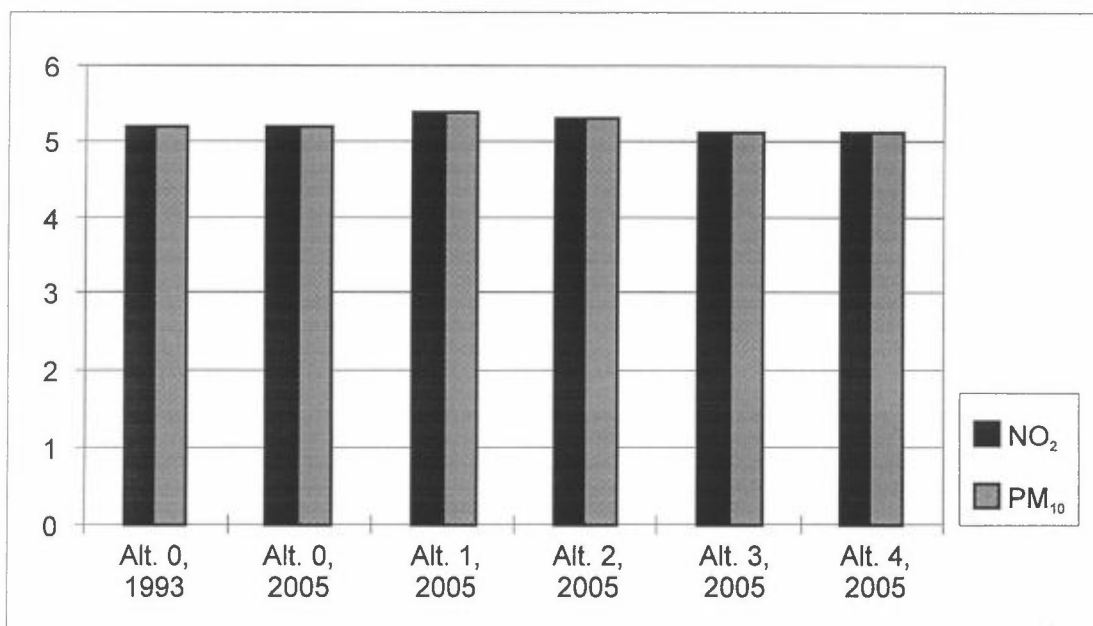
Grovt sett ble resultatet av beregningene for 2005-alternativene at hele nettet hadde overskridelse av luftkvalitetskriteriene for NO₂ og PM₁₀, mens overskridelse av de høyere nivåene for disse komponentene ikke forekom. CO-verdiene er hele tiden under luftkvalitetskriteriene, bortsett fra Øvre Strandgate mellom St. Olavs gate og Bybrua. Som kontroll har vi også beregnet for mellomliggende konsentrasjonsnivåer av NO₂, og dette bekreftet at det ikke er forskjeller av betydning mellom alternativene. Dette illustreres av kartene i vedlegg A over beregnete konsentrasjoner 5 m fra veikant. Det er enkelte lenker der det er konsentrasjonsforskjeller mellom alternativene, og dersom noen av disse strekningene inkluderer sårbare områder kan dette være av betydning.



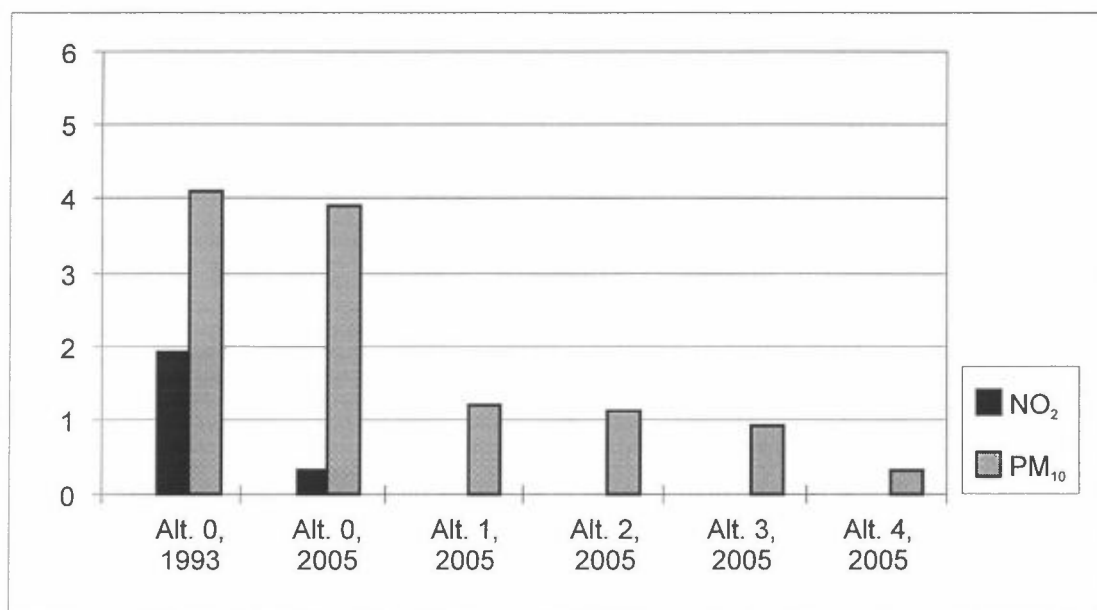
Figur 4: Antall personer eksponert for overskridelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO₂ og PM₁₀ i forurensningsepisoder.



Figur 5: Antall personer eksponert for over 150 µg/m³ NO₂ og 100 µg/m³ PM₁₀ i forurensningsepisoder.



Figur 6: Antall km med overskridelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for CO, NO₂ og PM₁₀ 5 m fra veikanten i forurensningsepisoder.



Figur 7: Antall km med overskridelse av 150 µg/m³ NO₂ og 100 µg/m³ PM₁₀ 5 m fra veikanten i forurensningsepisoder.

Tabell 5: Eksponering i forurensningsepisoder, d.v.s. konsentrasjoner på steder der folk er bosatt sett i forhold til SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO_2 , PM_{10} og CO. Totalt er det 386 personer registrert med bolig langs det aktuelle nettet.

	Antall personer eksponert over følgende nivåer:		
	NO_2 : 100 $\mu g/m^3$	PM_{10} : 70 $\mu g/m^3$	CO: 25 mg/m^3
Dagens veinett, 1993	386	386	0
Dagens veinett, 2005	386	386	0
Alternativ I, 2005	375	386	0
Alternativ II, 2005	382	386	0
Alternativ III, 2005	386	386	0
Alternativ IV, 2005	375	386	0

Tabell 6: Eksponering i forurensningsepisoder, dvs. konsentrasjoner på steder der folk er bosatt sett i forhold til 150 $\mu g/m^3$ NO_2 og 100 $\mu g/m^3$ PM_{10} .

	Antall personer eksponert over følgende nivåer:	
	NO_2 : 150 $\mu g/m^3$	PM_{10} : 100 $\mu g/m^3$
Dagens veinett, 1993	7	386
Dagens veinett, 2005	0	264
Alternativ I, 2005	0	0
Alternativ II, 2005	0	4
Alternativ III, 2005	0	0
Alternativ IV, 2005	0	0

Tabell 7: Antall km vei med overskridelse av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO_2 , PM_{10} og CO i forurensningsepisoder.

	Antall km vei med konsentrasjoner over følgende nivåer			Totalt antall km vei
	NO_2 : 100 $\mu g/m^3$	PM_{10} : 70 $\mu g/m^3$	CO: 25 mg/m^3	
Dagens veinett, 1993	5,2	5,2	0,1	5,2
Dagens veinett, 2005	5,2	5,2	0	5,2
Alternativ I, 2005	5,4	5,4	0	5,4
Alternativ II, 2005	5,3	5,3	0	5,3
Alternativ III, 2005	5,1	5,1	0	5,1
Alternativ IV, 2005	5,1	5,1	0	5,1

Tabell 8: Antall km med overskridelse av $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 og $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} i forurensningsepisoder.

	Antall km vei med konsentrasjoner over følgende nivåer		Totalt antall km vei
	NO_2 : $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	PM_{10} : $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Dagens veinett, 1993	1,9	4,1	5,2
Dagens veinett, 2005	0,3	3,9	5,2
Alternativ I, 2005	0	1,2	5,4
Alternativ II, 2005	0	1,1	5,3
Alternativ III, 2005	0	0,9	5,1
Alternativ IV, 2005	0	0,3	5,1

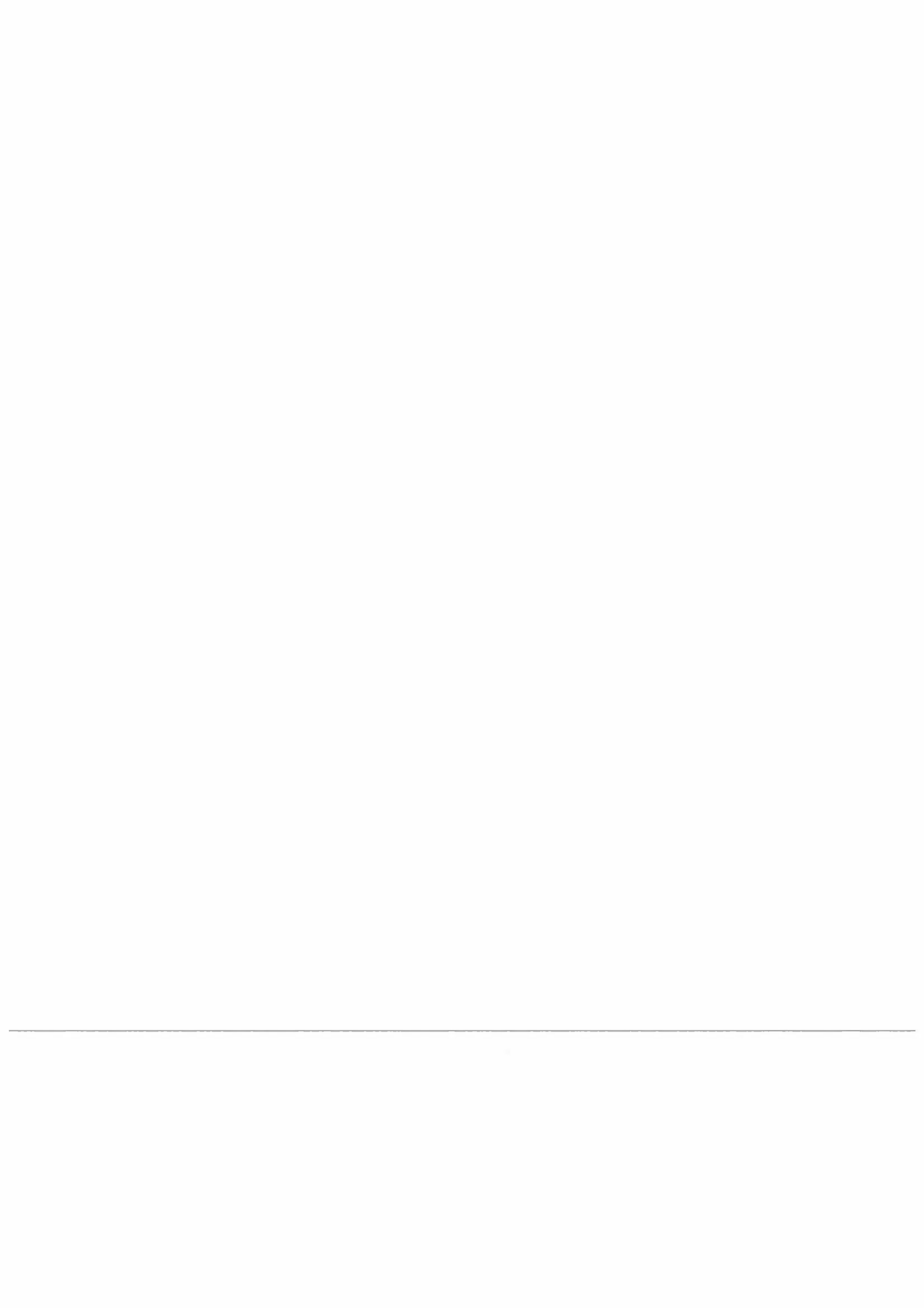
Tabell 9: Totalutslipp av NO_x , CO_2 og CO for de ulike alternativene i forurensningsepisoder.

	NO_x (tonn/år)	CO_2 (tonn/år)	CO (tonn/år)
Dagens veinett, 1993	80	7 680	540
Dagens veinett, 2005	40	7 815	315
Alternativ I, 2005	20	5 000	160
Alternativ II, 2005	20	4 335	170
Alternativ III, 2005	20	4 610	180
Alternativ IV, 2005	20	4 230	170

5. Referanser

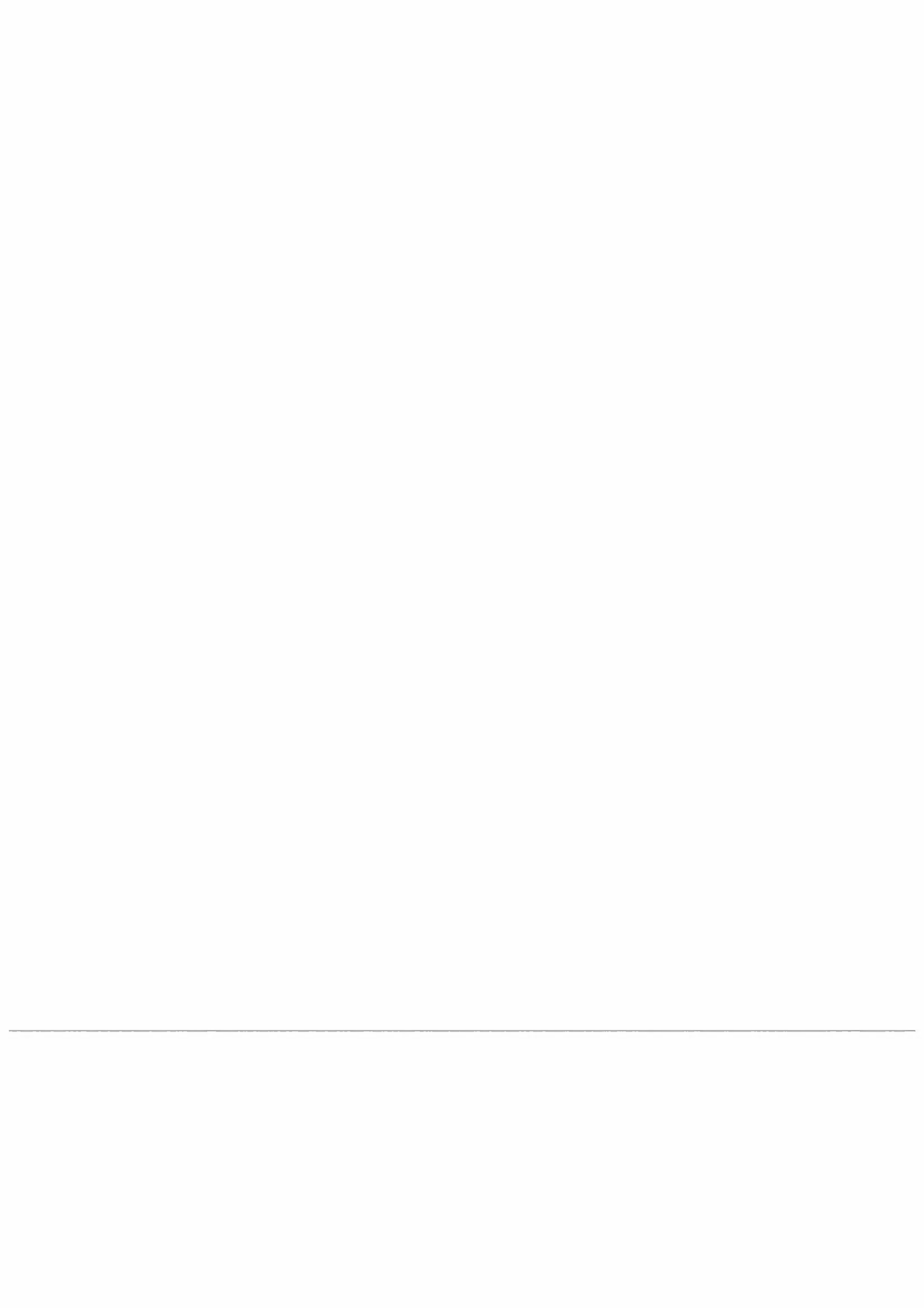
Torp, C., Tønnesen, D. og Larssen, S. (1993) Brukerveiledning og dokumentasjon for VLUFT versjon 3.0. Lillestrøm (NILU TR 9/93).

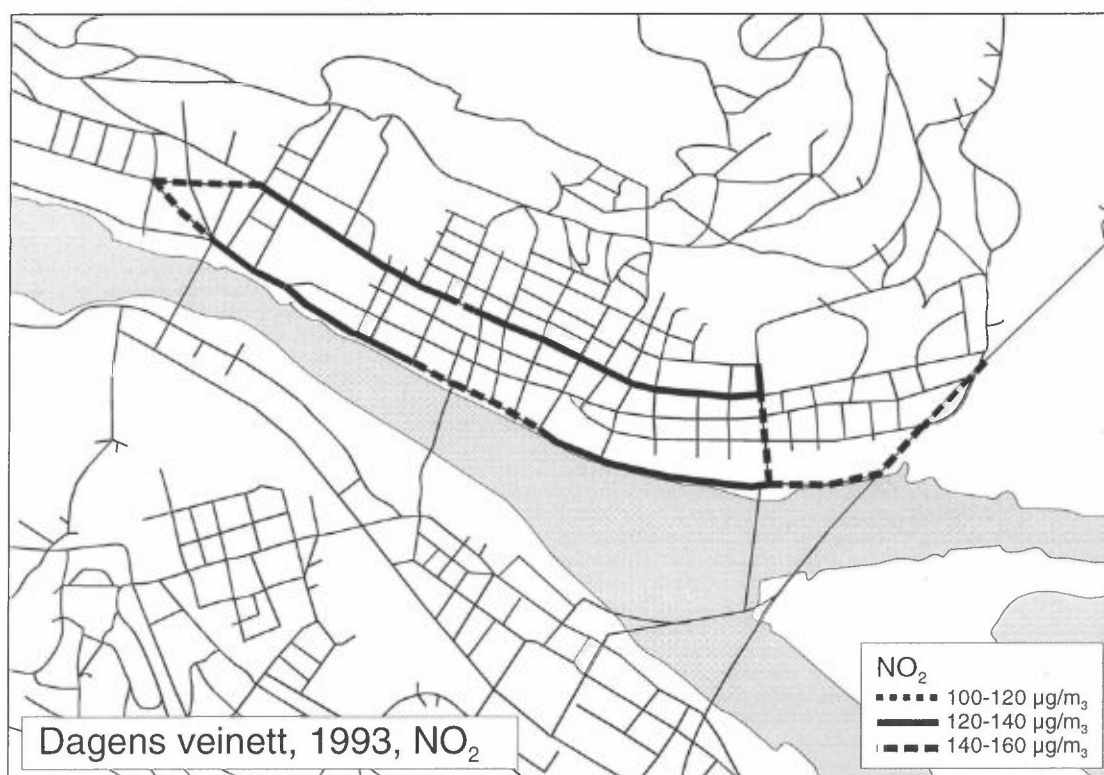
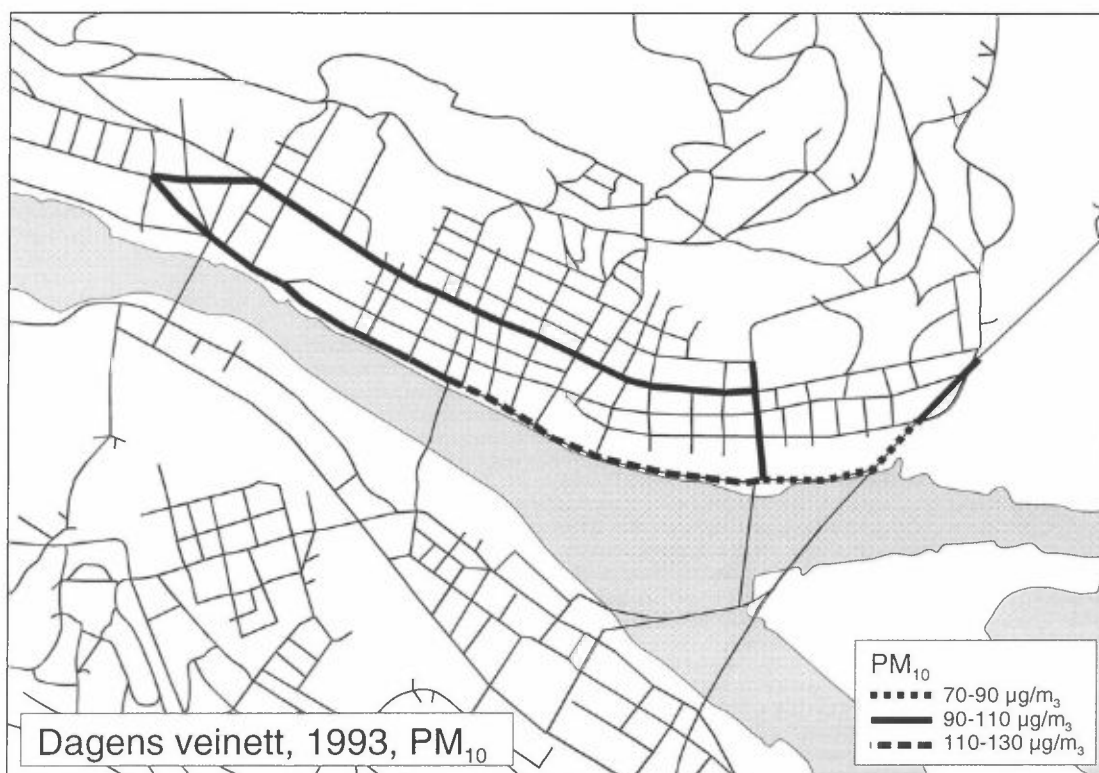
Transportøkonomisk institutt (1992) Piggdekkbruk vinteren 1991/92. Oslo (TØI-rapport 141/1992).

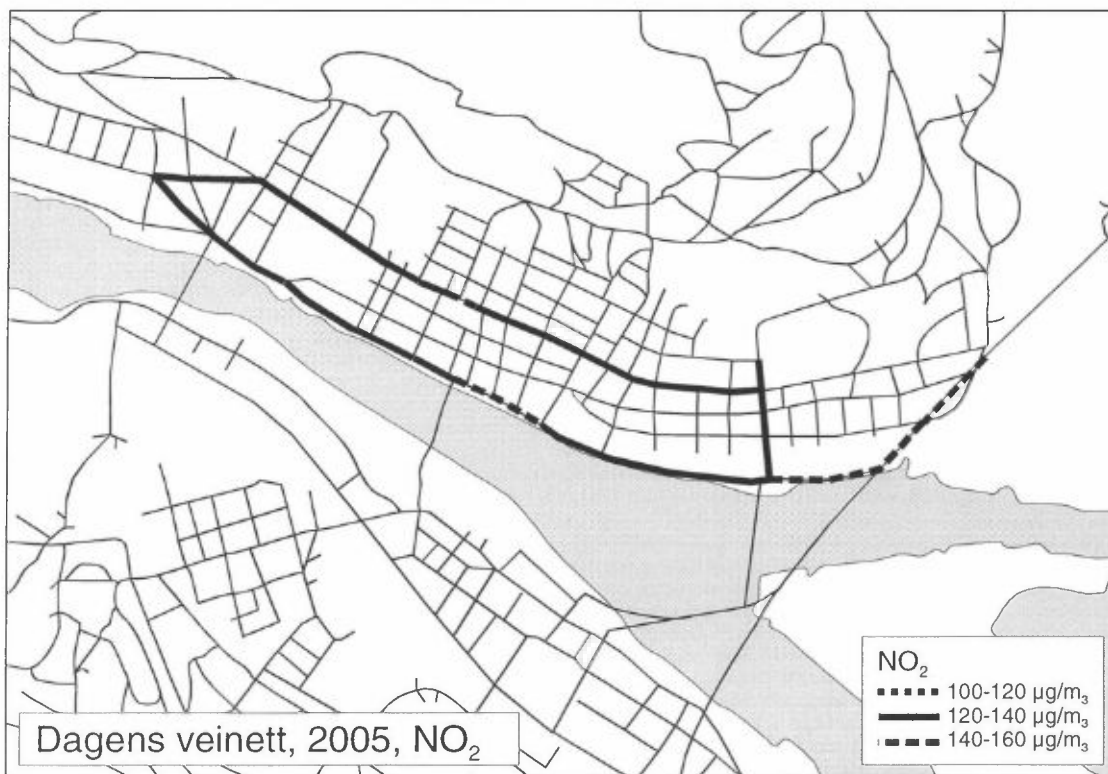
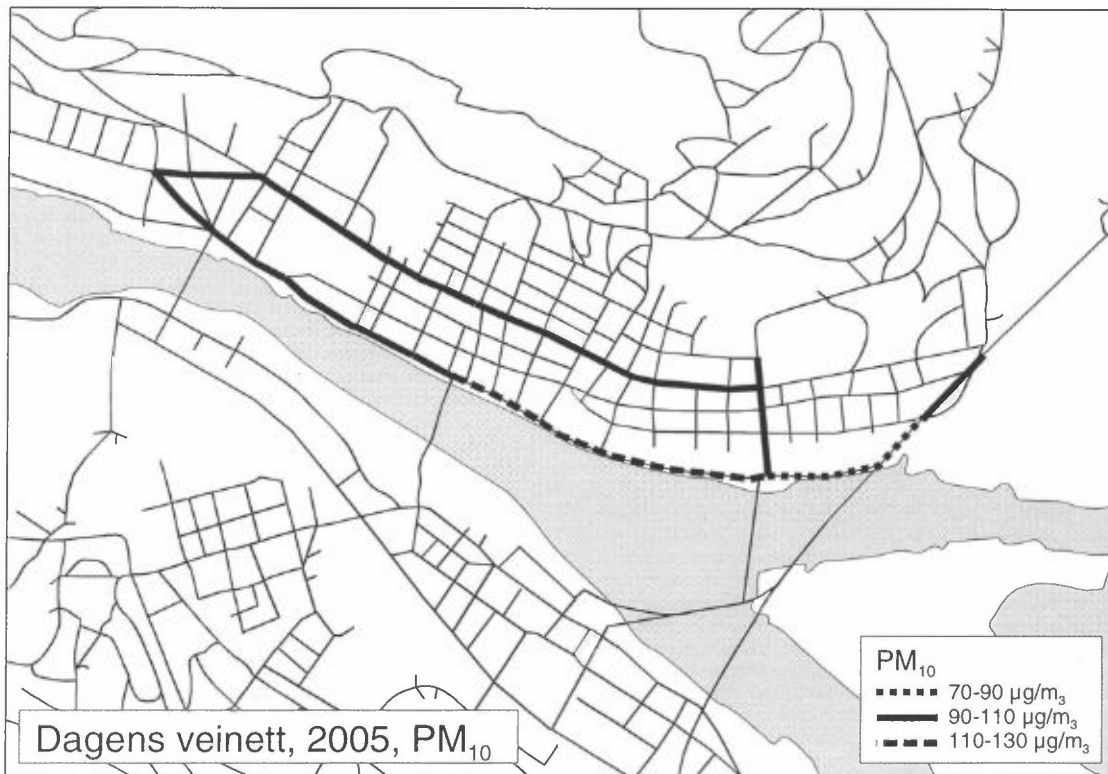


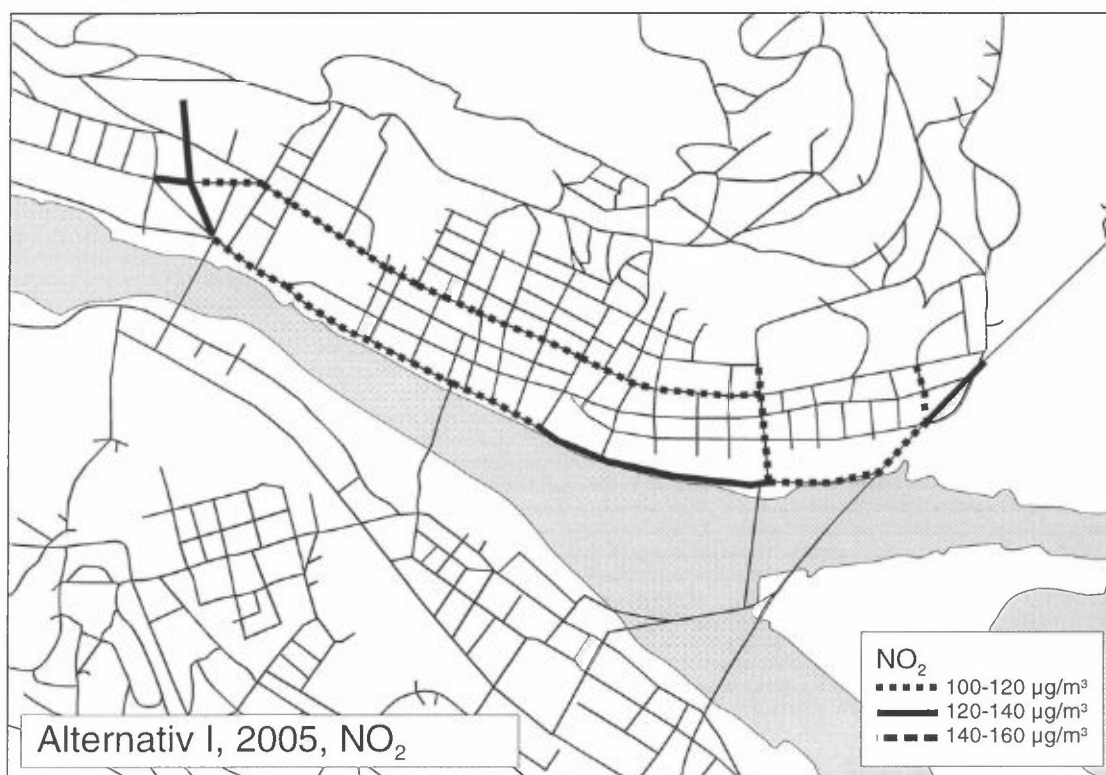
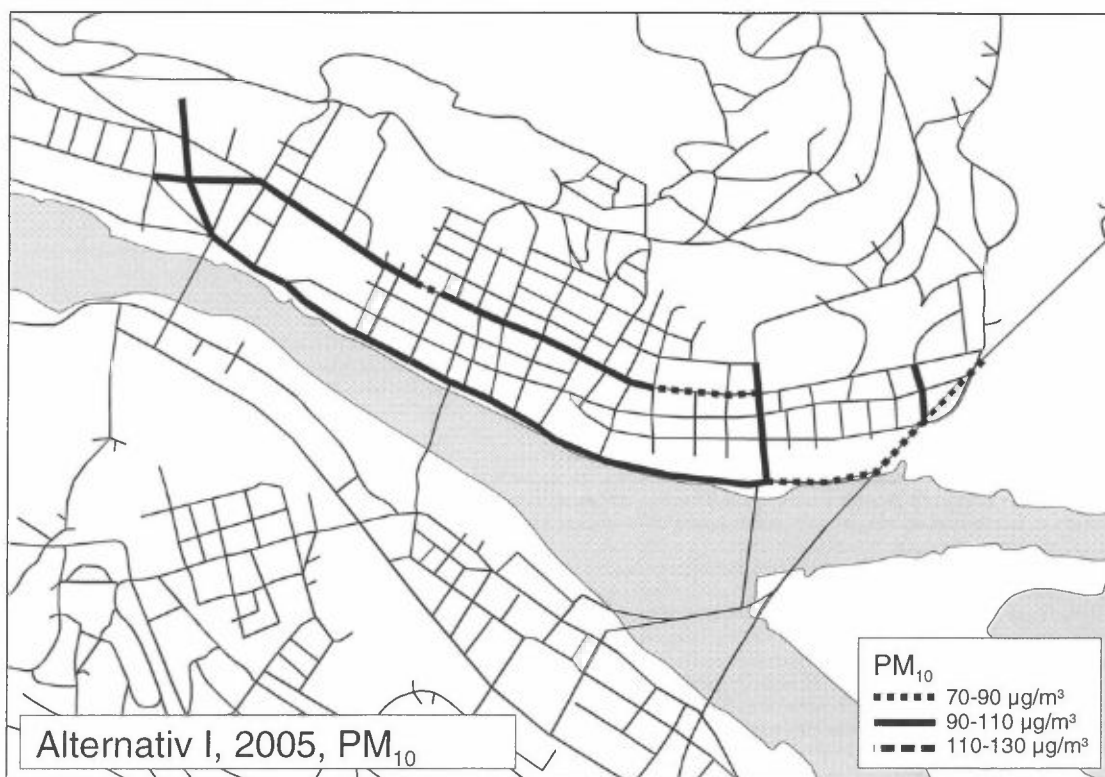
Vedlegg A

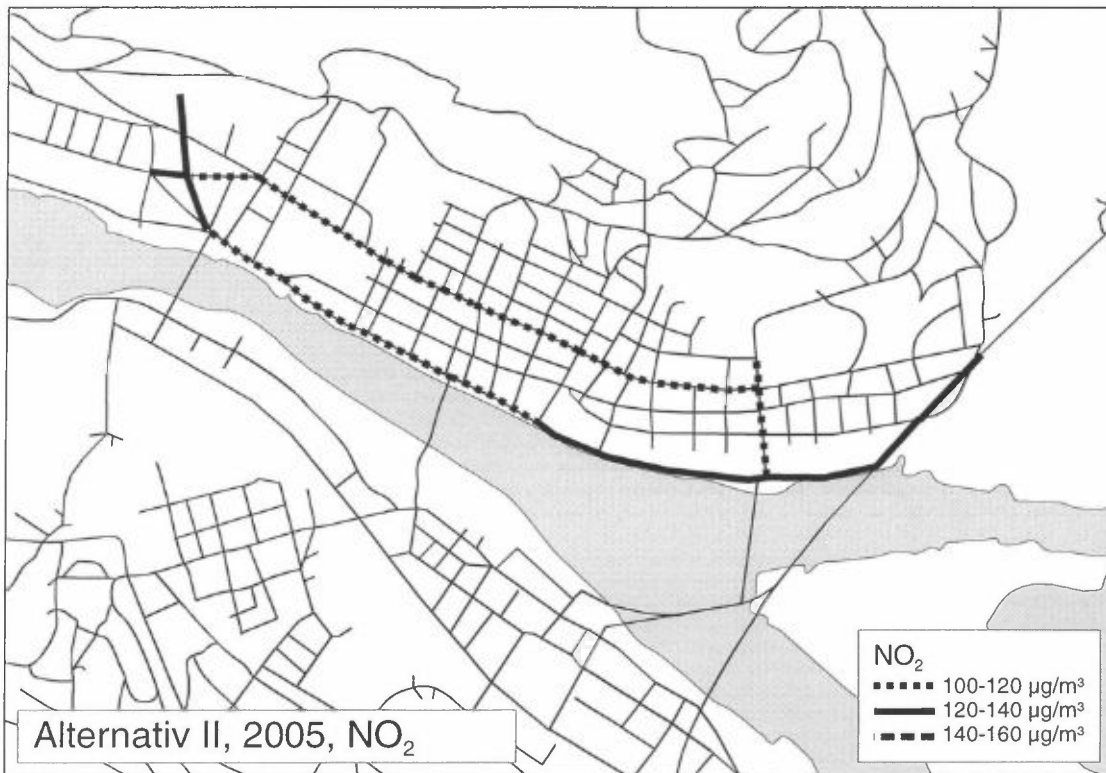
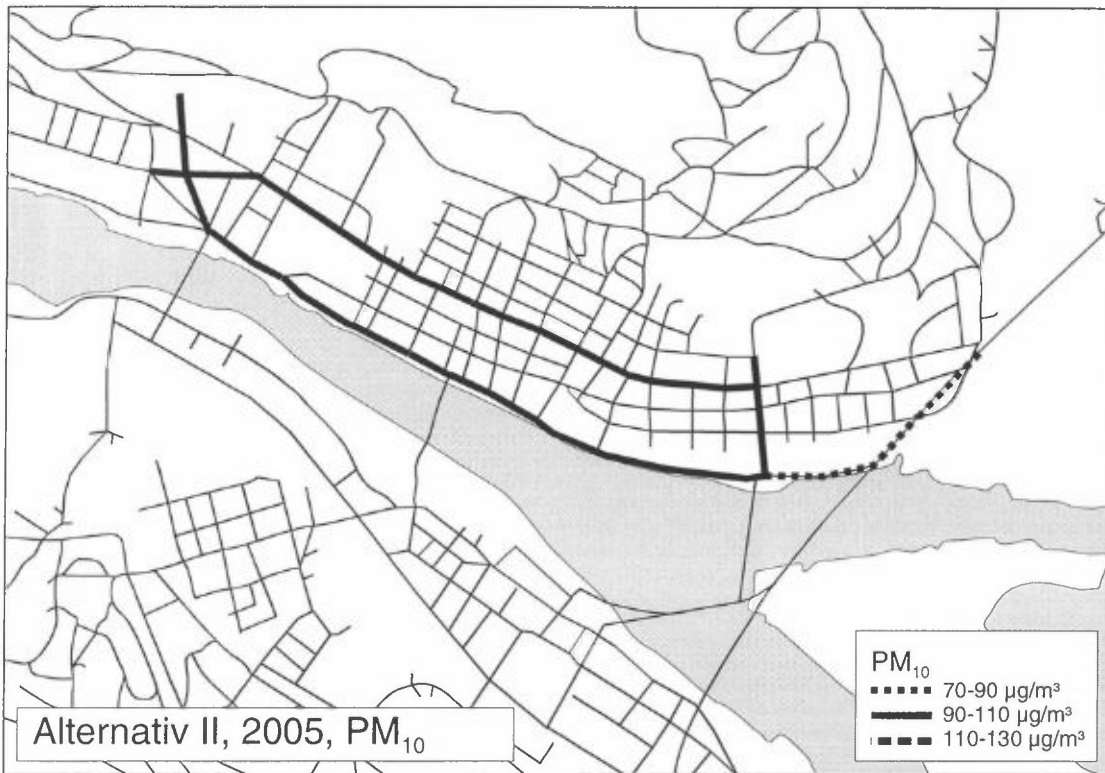
**Skjematiske kart over konsentrasjoner av NO₂ og PM₁₀ 5 m fra
veikant**

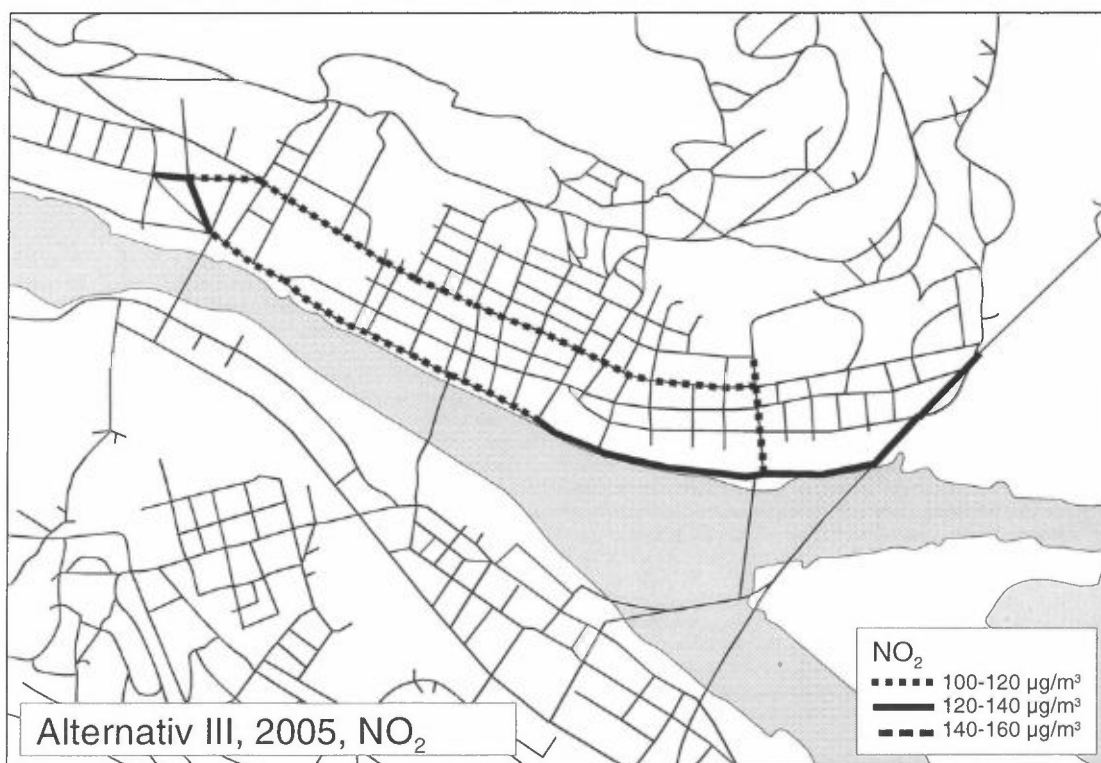
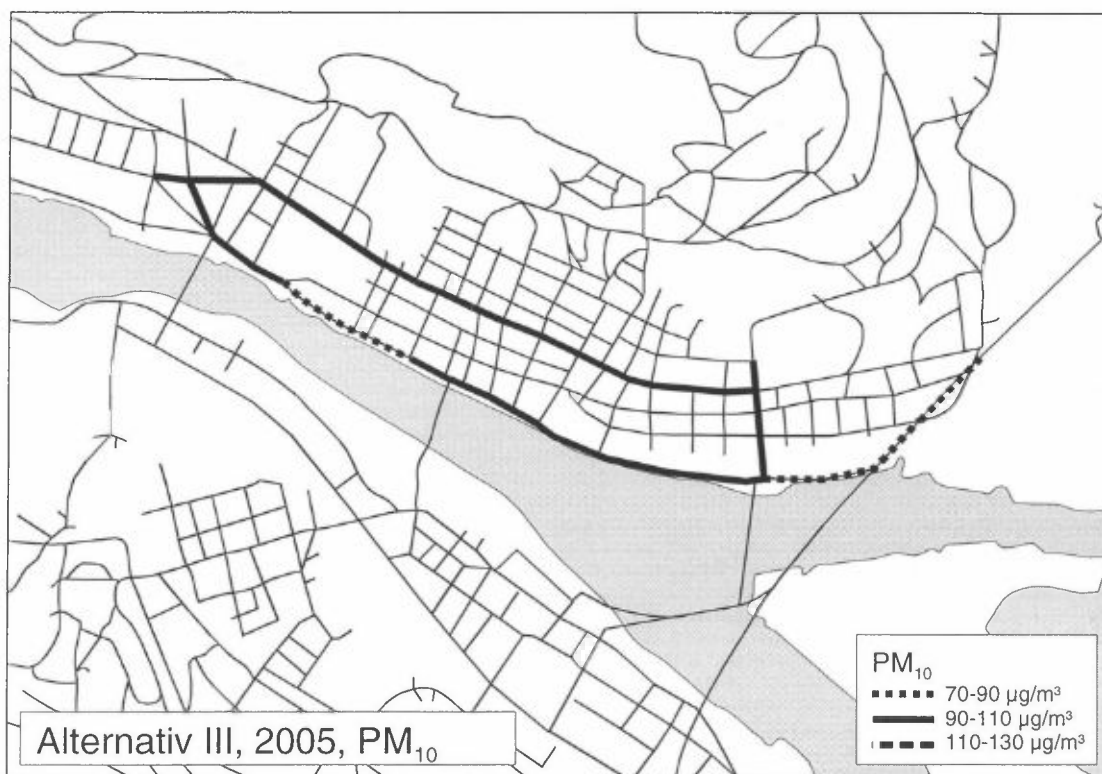


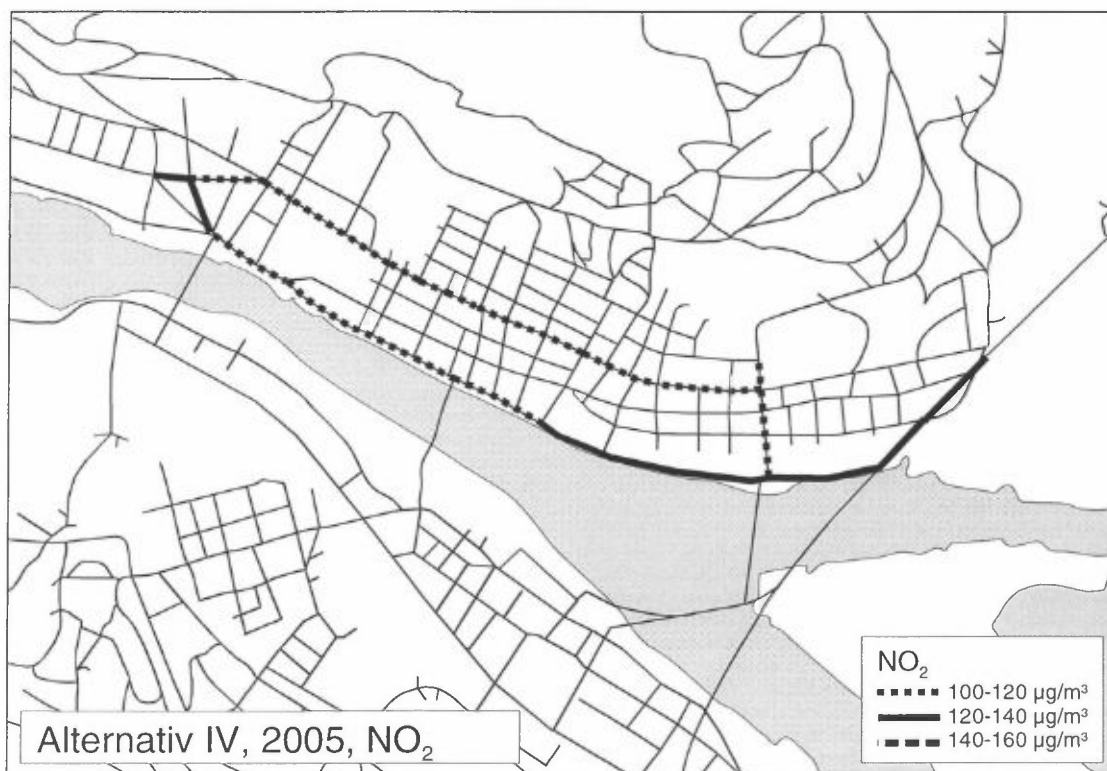
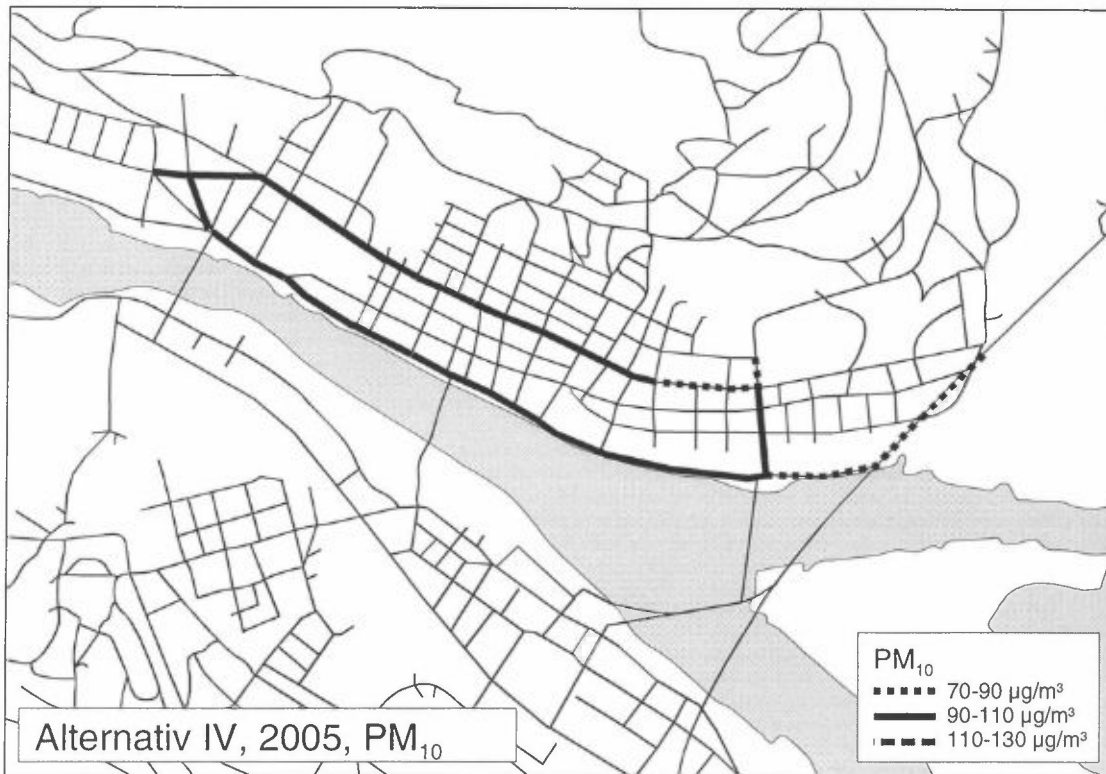






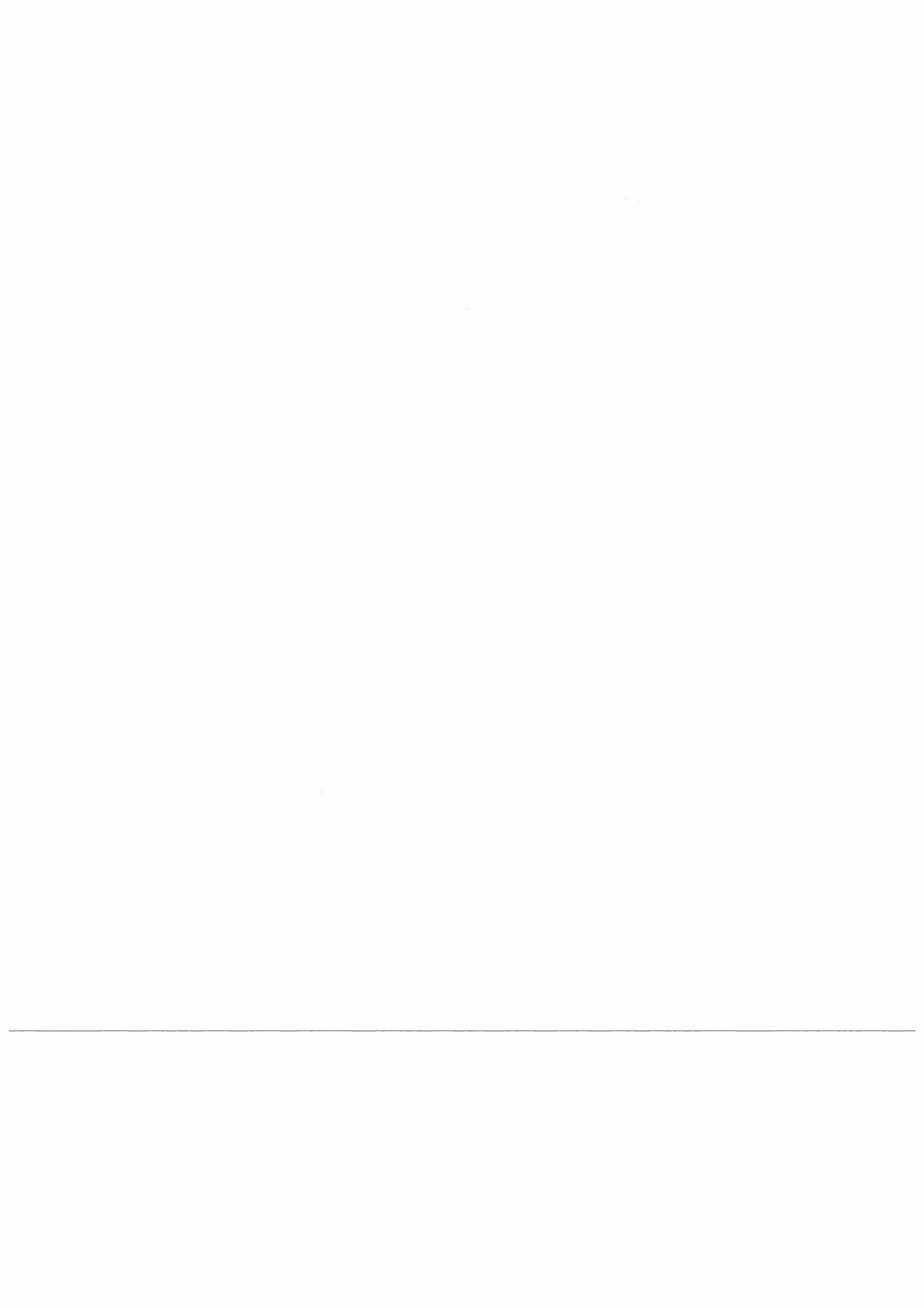






Vedlegg B

Problembeskrivelse av luftforurensning knyttet til veitrafikk



Problemanalyse, veitrafikkforurensninger

Oversikt

De ulike stoffer i bileksos kombinert med det store drivstoff-forbruket i samferdssektoren skaper luftforurensningsproblemer både lokalt langs veier og i byer, regionalt over større områder (f.eks. Sør-Norge, Nord-Europa) og globalt. Tabell 1 gir en oversikt over problemene på ulike skalaer, og hvilke stoffer de er knyttet til. Høye konsentrasjoner av CO, 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.

Tabell 1: 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-nedbryning	N ₂ O

* Partikler med diameter mindre enn 2.5 eller 10 µm.

Utslippet av NO_x og flyktige hydrokarboner (VOC) bidrar til forsuring 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.

Biltrafikk og lokal luftforurensning

Generelt

De viktigste lokale luftforurensningsproblemene knyttet til biltrafikk er mulighetene for helseskade ved høye konsentrasjoner av CO, NO₂, partikler og sot, samt nedsmussing og ubehag knyttet til veistøv. Biltrafikken er i norske byer og tettsteder den dominerende kilden til stoffer som gir overskridelser av grenseverdier for luftkvalitet, lokalt i gater og i by generelt. Dette er dokumentert

bl.a. gjennom de basisundersøkelser NILU har foretatt i Oslo, Bergen, Drammen og Sarpsborg/Fredrikstad.

Problematikken knyttet til veistøv bør nevnes spesielt. De største partiklene i svevestøvfraksjonen vil være opphav til nedsmussing og ubehag ("støvnedfall"). Partiklene med mindre diameter kan være opphav til helseskade. Det er vanlig å inndele det potensielt helsefarlige svevestøvet i to fraksjoner; partikler med diameter mindre enn 10 μm (PM_{10}) og 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$). PM_{10} kan avsettes i bronkiene og de øvre luftveier, mens $\text{PM}_{2,5}$ kan transporteres helt ned i lungealveolene.

PM_{10} vil i hovedsak bestå av partikler fra veidekket, mens $\text{PM}_{2,5}$ domineres av eksospartiklene. De maksimale PM_{10} -konsentrasjonene som måles oppstår i situasjoner med stor trafikk når veiene tørker opp mot slutten av piggdekkssesongen. Da vil det være mer veistøv enn eksospartikler i luften.

SFT har nylig kommet med nye forslag til luftkvalitetskriterier for maksimale konsentrasjoner av CO, NO_2 og PM_{10} (SFT, 1992). Forslagene til luftkvalitetskriterier er foreløpig gitt ut som et høringsutkast, men det anbefales fra SFTs side at det tas utgangspunkt i disse nye verdiene fremfor de som ble gitt ut i 1982. Til grenseverdiene 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 står omtalt i SFTs rapport (SFT, 1992).

Overskridelse av enkelte av luftkvalitetskriteriene forekommer i dag relativt hyppig i norske byer og tettsteder. Erfaringsmessig vil ikke alle luftkvalitetskriterier kunne overskrides over alt i et byområde. Eksempelvis vil anbefalt maksimal 1-timesmiddelverdi av CO, (25 mg/m^3), bare overskrides nær sterkt trafikkerte veier. Tabell 2 gir en oversikt over de grenseverdiene som er aktuelle i forbindelse med forurensning langs veier, og i hvilke områder disse erfaringsmessig kan overskrides.

Tabell 2: Oversikt over hvilke luftkvalitetskriterier som erfaringsmessig overskrides i ulike områdetyper i byer og tettsteder

	Luftkvalitetskriterier som kan overskrides		
	Stoff	Midlingstid	Grenseverdi
Bysentra, middels store byer	NO_2 PM_{10} ¹	Døgn (24 timer)	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bysentra, store byer	I tillegg: NO_2 PM_{10}	Halvår Halvår	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nær veier, stor trafikk	I tillegg CO NO_2	1 time 1 time	25 mg/m^3 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

De anbefalte verdier som først overskrides er døgnmiddelkonsentrasjonene av NO₂, sot og PM₁₀. Disse kan overskrides i sentrum av store og middels store byer (eksempelvis Drammen, Lillehammer). I sentrum av store byer overskrides også luftkvalitetskriterier for NO₂ og sot. Ved veier med middels og stor trafikk kan i tillegg korttidsverdiene av CO og NO₂ (1-times og 8-timers-midlingstid) overskrides, samt døgnverdien for bly. En fullstendig kartlegging av befolkningens eksponering til konsentrasjoner over luftkvalitetskriteriene krever derfor at en undersøker både forholdene i byen generelt, og forholdene langs veiene. Kartleggingen kan forenkles ved å konsentrere seg om noen forurensningsstoffer og grenseverdier, og samtidig benytte erfaringsmateriale fra samtidige målinger av ulike forurensningsstoffer over ulike midlingstider i byer generelt og langs veier, slik det gjøres i VLUFT.

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:

"Karbonmonoksid (CO) binder seg til hemoglobin i røde blodlegemer og påvirker dermed oksygentransporten i blod og oksygentilførselen til vev. Helseeffektene av CO hos mennesker begrenser seg stort sett til effekter på hjerte-karsystemet, nervesystemet, og visse typer proteiner og celler i blodet, samt på foster.

Karboksihemoglobin (COHb)-prosenten er en funksjon av CO-konsentrasjonen i innåndingsluften og eksponeringstiden. CO-konsentrasjoner som kan føre til en COHb% på 2 eller mer varierer fra 17 til over 50 mg/m³, avhengig av eksponeringstiden og fysisk aktivitet. CO-eksponering som medfører høyere enn 2% COHb i blodet har hos enkelte følsomme mennesker (hjertekar pasienter) gitt tegn på lokal oksygenmangel og begynnende brystmerter. Ved noe høyere COHb% finner man nedsatt arbeidskapasitet, og hjertekrampepasienter tåler minder belastning før anfall opptrer. Det synes ikke å være påvist helseeffekter hos friske, voksne mennesker ved CO-eksponering som medfører mindre enn 5% COHb, mens hjerte-kar pasienter derimot ikke bør eksponeres for høyere enn 1,5% COHb."

"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

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mer økt mottagelighet for infeksjoner og morfologiske forandringer. Etter lengre eksponering for $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mer og eventuelt tidvis eksponering for toppkonsentrasjoner ti ganger høyere, finner man morfologiske forandringer og økt mottagelighet for infeksjoner. Ikke bare påvirkes lungenes forsvarsceller (makrofagene i lungeblærene), men også hvite blodlegemer som er en del av immunforsvaret (fra $470 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og høyere).

Undersøkelser av effekten av NO_2 på mennesker i kontrollerte forsøk viser store variasjoner mellom forsøkspersoner. I lungefunksjonstester viser det seg at asmatikere er den mest følsomme gruppen. I sammenligninger mellom grupper av forsøkspersoner har man funnet signifikante effekter på lungefunksjon etter eksponering for $460 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mer i 20 minutter eller lenger.

Epidemiologiske undersøkelser er blitt foretatt på befolkningsgrupper i forurensende områder, og i nyere studier har man også sammenlignet grupper eksponert for ulike NO_2 -konsentrasjoner innendørs. De få epidemiologiske data som foreligger tyder på at NO_2 fra 110 - $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kan føre til økt antall tilfeller av luftveissykdommer hos barn. Dessuten har man ved eksponering for $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$, sammen med andre forurensningskomponenter, funnet økt forekomst av lungesykdommer og nedsatt lungefunksjon hos barn og voksne."

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

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

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

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

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

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

Biltrafikk og regional og global luftforurensning

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

Forsuring

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

76% av de forsurende stoffene som slippes ut i Norge er nitrogenoksider. Biltrafikken bidrar med omtrent 34% av NO_x -utslippene og 5% av svovelutslippene. Hovedkilden til sur nedbør i Norge er imidlertid langtransportert forurensning. For å vurdere norsk veitrafikks bidrag til forsuring, er det nødvendig å se på avsetning av bilparkens utslipp av NO_x i Norge i forhold til mengdene forsurende stoffer som kommer inn over Norge i luft og nedbør, og som avsettes. Norsk veitrafikks bidrag til forsuring er antagelig lite.

Troposfærisk ozon og skogskader

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

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

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

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

- 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddelverdi
- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som 7h-middelverdi, på dagtid i vekstsesongen.

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

Drivhuseffekten

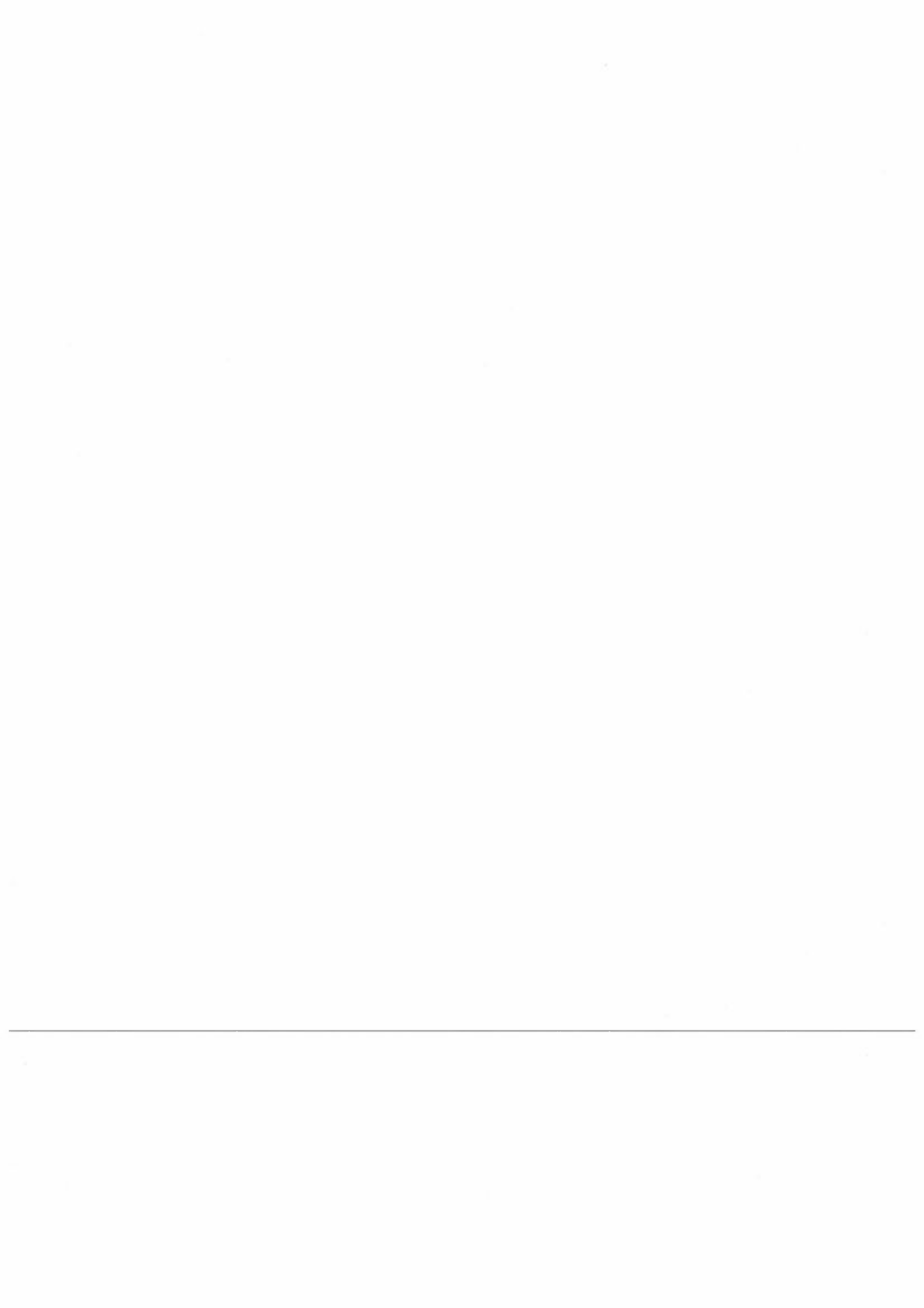
Stoffene i bilavgassene som bidrag til økt drivhuseffekt er hovedsakelig CO_2 , CH_4 , N_2O og CO. Både CO og CH_4 vil før eller siden omdannes til CO_2 , men disse reaksjonene er relativt langsomme. Indirekte vil nitrogenoksidene også bidra ved at de inngår ved dannelse av ozon og andre fotokjemiske oksidanter, som også er drivhusgasser.

Ved å ta i betraktning mengdene av de nevnte stoffene som slippes ut, ser man at trafikkens viktigste bidrag til drivhuseffekten skyldes utslippene av CO_2 .

Referanser

Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport nr. 92:16).

Veglaboratoriet (1988) Støv fra asfaltveger. Vurdering av helsefare. Oslo (Rapport nr. 1371).





Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORT NR. OR 60/94	ISBN-82-425-0616-7	
DATO 19.10.94	ANSV. SIGN. <i>Å. M. Lunde</i>	ANT. SIDER 35	PRIS NOK 60,-
TITTEL Luftforurensning fra trafikk på Bragernes i Drammen Konsekvenser av fjelltunnel/elvetunnel		PROSJEKTLEDER Charlotte Torp	NILU PROSJEKT NR. O-94081
FORFATTER(E) Charlotte Torp		TILGJENGELIGHET * A	OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER Statens Vegvesen Buskerud			
STIKKORD Trafikk	Tunneler	VLUFT	
REFERAT Bragernesområdet i Drammen er i dag belastet med mye trafikk. Buskerud Vegkontor vurderer å bygge en tunnel, som kan avlsaste Bragernes for noe av trafikken. Fire ulike tunnelalternativer vurderes; to er løsmasse-tunneler langs Drammenselva, og to er fjelltunneler i Bragernesåsen. På grunnlag av trafikk tall levert av oppdragsgiver har NILU beregnet utslipp og konsentrasjoner til luftforurensning for de ulike alternativene. Beregningene viste at alternativene er tilnærmet likeverdige når det gjelder luftforurensning. Det er da ikke tatt hensyn til forholdene omkring tunnelmunninger og større kryss. Alle tunnelalternativene representerer en forbedring i forhold til dagens veinett.			
TITLE Air pollution from traffic at Bragernes, Drammen			
ABSTRACT			

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