

NILU
OPPRAGSRAPPORT NR 19/80
REFERANSE: 24978
DATO: JUNI 1980

REGULERING AV SMESTADKRYSET
VURDERING AV LUFTKVALITETEN

AV

KNUT ERIK GRØNSKEI

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-287-2

SAMMENDRAG

På grunnlag av planene for trafikkreguleringen av Smestadkrysset og for Smestadtunnelen er det utført beregninger av luftforurensninger i området. Beregningene bygger på data for utslipp av forurensninger fra biltrafikken i området og på data for vindforholdene i Oslo.

Langtidsmiddelverdier er beregnet i hele området og frekvensfordeling av timeskonsentrasjoner er angitt i utvalgte punkter. Beregningene viser at en vel 50 m bred sone på og omkring veianlegget blir forurenset over rådgivende normer for god luftkvalitet. De høyeste konsentrasjonene finner en dels ved tunnelmunningene, dels ved lyskrysset. Totalt sett kan en ikke vente stor endring i luftkvaliteten fra dagens nivå. Økning i utslippene på grunn av økt trafikkmengde vil kompenseres av redusert utslipp på grunn av bedre trafikkavvikling.

Sporstoffundersøkelser i Bryntunnelen, Oslo, og Tingstادتunnelen, Göteborg, viser at rundt 10% av luften som strømmer ut av det ene tunnellopet kommer inn i det andre ved slike parallelle aksialventilerte tunneler. Høyere verdier enn 16% ble ikke registrert selv ved ugunstige vind/topografiforhold. Dette indikerer at en resirkulasjon over 20% vil forekomme meget sjelden. Effekten av tiltak for å redusere resirkulasjonen er diskutert.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 INNLEDNING	7
2 UTSLIPP	8
2.1 Utslipp i tunnelmunningene	8
2.2 Utslipp på veisystemet omkring Smestadkrysset.	9
3 SPREDNINGSFORHOLD	12
4 BEREGNEDE KONSENTRASJONER	13
5 RESIRKULASJON AV FORURENSNINGER MELLOM TUNNEL- ÅPNINGENE	18
5.1 Laboratorieeksperimenter	18
5.2 Sporstoffundersøkelser	18
5.3 Resirkulasjonsforholdene i Smestadtunnelen	19
6 VURDERING	19
7 REFERANSER	21
VEDLEGG A: Utslipp av luftforurensninger fra bil- trafikken ved Smestadkrysset	23
VEDLEGG B: Utslipp av forurensninger Hovedkomponenter og virkninger	29
VEDLEGG C: Normer og retningslinjer for luftkvalitet	39

REGULERING AV SMESTADKRYSSSET.
VURDERING AV LUFTKVALITETEN.

1 INNLEDNING

Oslo Veivesen har planlagt å føre trafikken langs Ringveien i en aksialventilert tunnel forbi Smestadkrysset. Anlegget vil bestå av to enveiskjørte tunnellop hvor luftforurensningene fra en 492 m lang veistrekning vil drive med trafikken ut gjennom tunnelåpningene. En foreløpig vurdering av luftforurensninger nær tunnelmunningene ble utført for Oslo Veivesen i 1978 (1).

Norconsult A/S har utarbeidet en prognose for trafikkavviklingen i området (2) og NILU er engasjert av Oslo Veivesen for å utføre en endelig vurdering av fremtidig forurensningsbelastning ved tunnelåpningene. Tunnelmunningene er planlagt ved siden av hverandre og forurensninger som driver med bilene ut av det ene tunnellopet kan trekkes med ventilasjonsluften inn i det andre løpet. Disse forholdene er vurdert for Smestadtunnelen.

Utslippsfaktorer som brukes ved dimensjonering av ventilasjonsanlegg i veitunneler (3) er benyttet sammen med trafikkdata til å estimere utslipp av karbonmonoksyd (CO), nitrogendioksyd (NO₂) og sot. På grunnlag av frekvensfordelingen av utslipp og data for spredningsforholdene er middelkonsentrasjonen beregnet for hele området. Frekvensfordelingen av timeskonsentrasjonene er beregnet ved de sterkest belastede eiendommene. For CO er beregningene vist i Vedlegg A.

I vedlegg B er gitt en beskrivelse av årsak til og virkningen av forurensninger fra biltrafikken. Veiledende luftkvalitetsstandarder er videre angitt (Vedlegg C). De uheldige virkninger av luftforurensninger omfatter mulige negative virkninger på helsen til eksponerte mennesker, samt forringelse av miljøkvali-

teten som kan skyldes følelse av ubehag fremkalt av for eksempel lukt, irritasjon av utsatte slimhinner, nedsmussing etc. Virkningene kan skyldes en rekke av de kjemiske forurensningskomponenter som eksosen fra bensin og dieserbiler består av.

En oppsummering av rådgivende normer for luftkvalitet som kan brukes ved vurderingen av luftforurensninger fra biltrafikk er gitt i tabell 1.1.

Tabell 1.1: Rådgivende normer for luftkvalitet for vurdering av luftforurensninger fra biltrafikk. *Forslag til norske grenseverdier er under utarbeidelse.

Forurensningskomponent	Måleperiode	Konsentrasjon (mg/m ³)	
Karbonmonoksyd (CO)	1 time (USA)*	40	(35 ppm)
Karbonmonoksyd (CO)	8 timer (USA)*	10	(9 ppm)
Nitrogendioksyd (NO ₂)	1 time (Norge)	0.400	(0.35 ppm)
Nitrogendioksyd (NO ₂)	1 døgn (Norge)	0.200	(0.18 ppm)
Nitrogendioksyd (NO ₂)	6 mnd (Norge)	0.100	
Svevestøv (sotverdi)	1 døgn (Norge)	0.120	
Bly i svevestøv	1 døgn (V.Tyskl)	0.003	

2 UTSLIPP

2.1 Utslipp i tunnelmunningene

Tunnelen vil bli aksialventilert med adskilte tunnellop for trafikken i hver retning. Forurensningene fra bilene som kjører gjennom den 492 m lange tunnelen vil drive med trafikken og slippe ut gjennom munningene. Det er god flyt i trafikken gjennom tunnelen og i samsvar med Veidirektoratets utslippsfaktorer er utslippene fra hver bil angitt i tabell 2.1. En 50 m utslippssone er da tatt med på hver side av tunnelen.

Tabell 2.1: Utslipp av luftforurensninger fra hver bil som kjører gjennom tunnelen. Enhet g/bil.

	Karbon- dioksyd	Nitrogen- dioksyd	sot
	Q_{CO}	$Q_{NO_2}^*$	Q_{sot}
Trafikk fra vest	16.5	0.17	0.7
Trafikk fra øst	13.2	0.08	0.39

* 25% av nitrogenoksydene som slippes ut av bilene er regnet som nitrogendioksyd (NO_2).

Frekvensfordelingen av timevise utslipp av karbonmonoksyd (Q_{CO}) nitrogendioksyd (Q_{NO_2}) og sot (Q_{sot}) er vist i tabell 2.2.

Frekvensfordelingen er gitt for henholdsvis østre og vestre tunnelmunning. Maksimalutslippene er litt større på vestsiden enn på østsiden av tunnelen på grunn av større maksimaltrafikk mot vest. Utslipet fra hver enkelt bil er større for trafikk fra vest mot øst på grunn av stigningen i tunnelen.

2.2 Utslipp på veisystemet omkring Smestadkrysset

Ved lyskryssene og ved påkjøringsrampen til Ringveien er det regnet med et økt utslipp på grunn av redusert kjørehastighet og akselerasjoner. Det er regnet med en kjørehastighet på 0-15 km/time og på grunn av akselerasjon/retardasjonsforholdene regner en med et utslipp på 66g CO/km gjennom krysset (ref. 4).

Beregninger for Smestadkrysset:

- ÅDT gjennom krysset: 35 200.
- Timestrafikk: 7% av ÅDT.
- Midlere kjørelengde gjennom krysset: 25 m.

Utslipet av karbonmonoksyd som fordeles på to ruter i krysset blir 4.06 kg/time. Når avstanden til krysset er mer enn 80 m regner en med normalutslipp ved jevn fart (36 km/time). Tett ved krysset

vil en få et tilleggsutslipp fra bilene som står stille og venter på grønt lys. En regner at hver bil som venter slipper ut 119 mg CO/S og krever 6 m veibane. Gjennomsnittelig ventetid er 25 S. Disse forutsetningene gir et estimert utslipp av CO langs veisystemet ved Smestadkrysset som er vist i figur 2.1. Utslipppet er angitt i kg pr. time innen hver rute. Dataene for utslipp og spredningsforhold brukes til å beregne middelkonsentrasjonen innen hver rute. Formen på frekvensfordelingen som er angitt i tabell 2.2 er benyttet for samtlige utslipp.

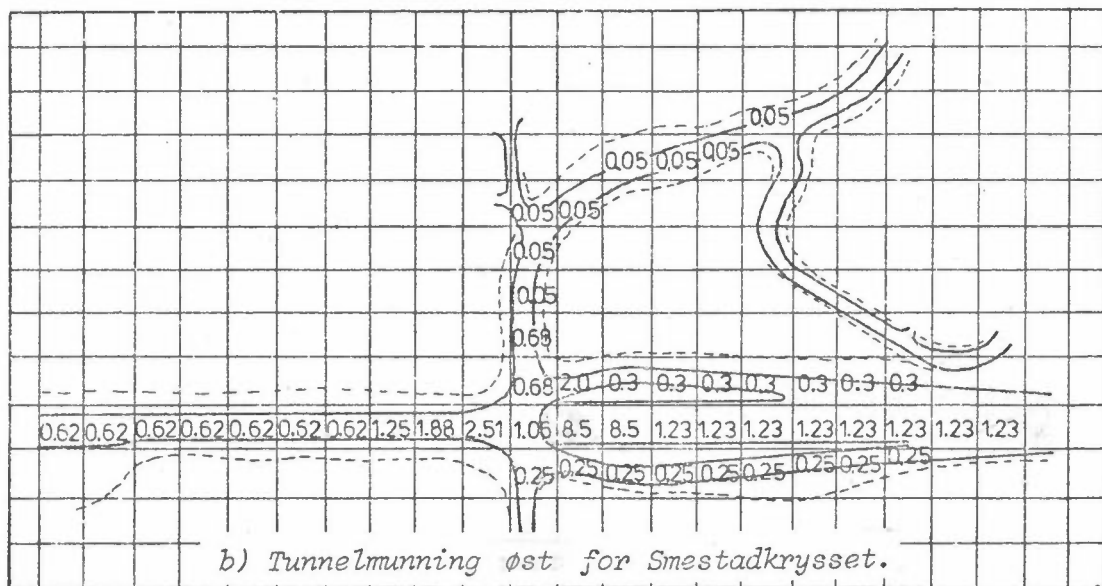
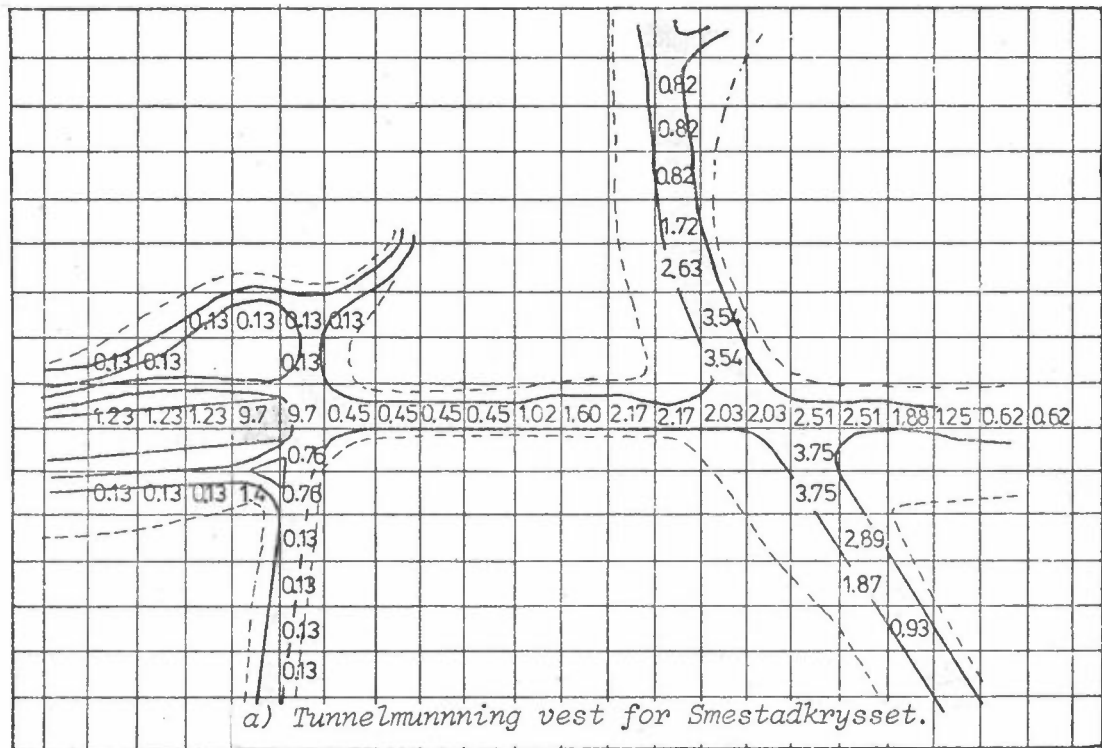
Tabell 2.2: Frekvens (P) av timevise utslipp av karbonmonoksyd (Q_{CO}), nitrogendioksyd (Q_{NO_2}) og sot (Q_{sot}) fra tunnel ved Smestadkrysset. Enhet: kg/time.

Østre tunnelmunning				Vestre tunnelmunning			
P %	Q_{CO} kg/time	Q_{NO_2} kg/time	Q_{sot} kg/time	P %	Q_{CO} kg/time	Q_{NO_2} kg/time	Q_{sot} kg/time
0.14	16.2-17.8	0.24-0.27	0.09-0.10	0.06	18.5-20.1	0.16-0.18	0.07-0.07
1.35	14.6-16.2	0.22-0.24	0.08-0.09	0.46	17.0-18.5	0.15-0.16	0.06-0.07
4.42	12.9-14.6	0.19-0.22	0.07-0.08	1.20	15.4-17.0	0.14-0.15	0.06-0.06
9.11	11.3-12.9	0.26-0.30	0.10-0.11	2.12	13.9-15.7	0.12-0.14	0.05-0.06
13.21	9.7-11.3	0.23-0.26	0.09-0.10	3.35	12.4-13.9	0.11-0.12	0.05-0.05
16.08	8.1- 9.7	0.19-0.23	0.07-0.09	7.89	10.8-12.4	0.12-0.14	0.05-0.06
13.74	6.5- 8.1	0.08-0.10	0.03-0.03	12.80	9.3-10.8	0.13-0.15	0.06-0.07
10.38	4.9- 6.5	0.06-0.08	0.02-0.03	14.53	7.7- 9.3	0.11-0.13	0.05-0.06
5.86	3.2- 4.9	0.04-0.06	0.01-0.02	12.31	6.2- 7.7	0.08-0.11	0.04-0.05
2.98	1.6- 3.2	0.02-0.04	0.01-0.01	10.50	4.6- 6.2	0.03-0.04	0.01-0.02
22.73	0 - 1.6	0-0.02	0-0.01	7.96	3.1- 4.6	0.02-0.03	0.01-0.01
				4.37	1.5- 3.1	0.01-0.02	0.005-0.01
				22.47	0- 1.5	0-0.01	0-0.005

I samsvar med informasjonen i ref. 2 har en regnet med:

- Utenom rushtiden om dagen er 13.9% av bilene tunge kjøretøyer
- I rushtiden om dagen er 5% av bilene tunge kjøretøyer
- Om natten er 2% av bilene tunge kjøretøyer.

Dette har virkning på utslippsklassene for NO_2 og sot slik at maksimalutslippene for disse komponentene ikke forekommer i rushtiden.

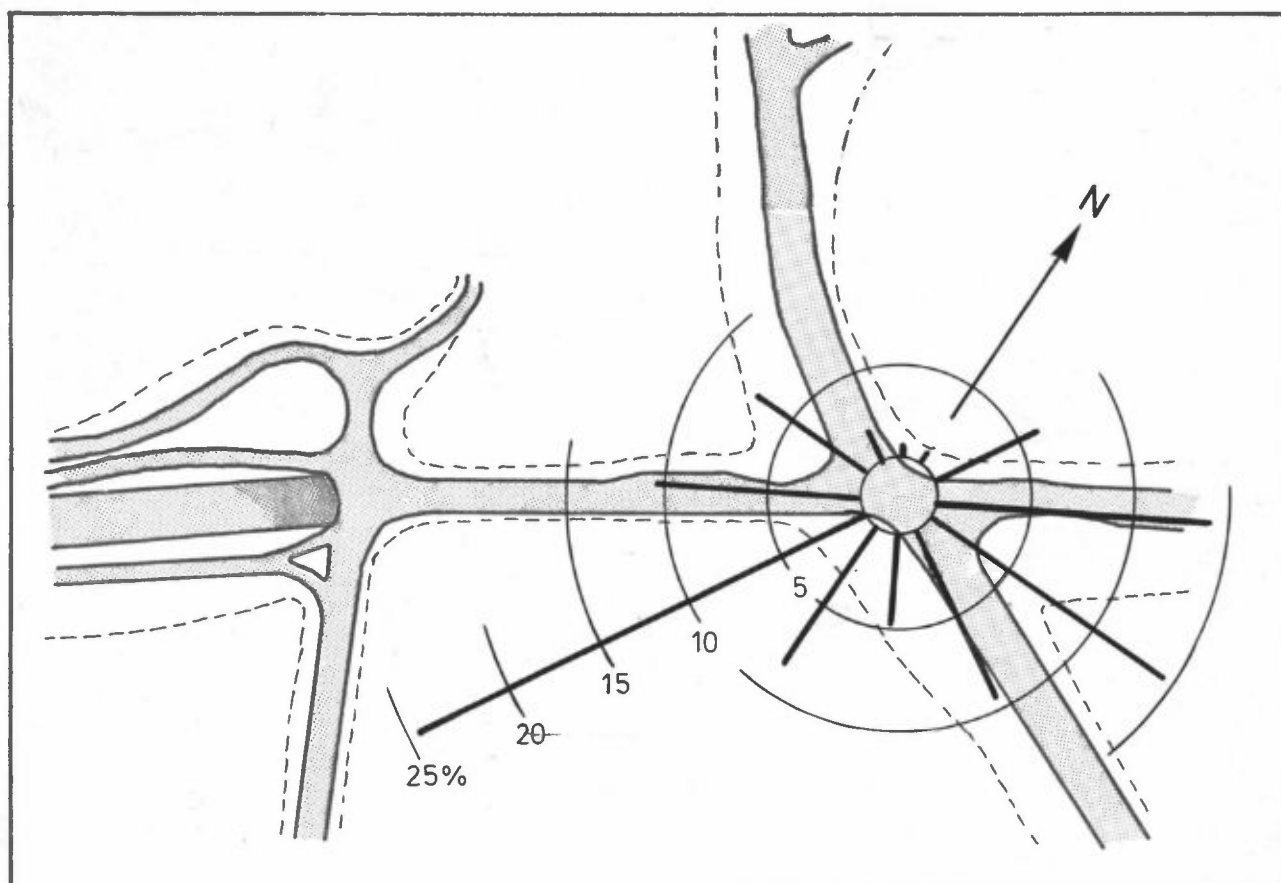


Figur 2.1: Beregningsområdet ved Smestadkrysset med $20 \times 20 \text{ m}^2$ ruter. Maksimalutslippet av karbonmonoksyd i hver rute er angitt i kg CO/time.

3 SPREDNINGSFORHOLD

Timevise vindmålinger i et år fra Oslo Sentrum (10 m over taknivå, 35-40 m over gatenivå) er benyttet til å karakterisere normale vindforhold ved Smestadkrysset. Frekvensfordelingen av vind er vist i figur 3.1. Frekvensen av vindretninger er avsatt som søyler i 30 graders sektorene hvor vinden blåser fra. Vinddata for tidsrommet 07-18 hver dag er benyttet, og av figuren ser en at vind fra sørvest forekommer med størst frekvens. Nordvestsiden av veianlegget vil derfor bli noe mer belastet av forurensninger enn sørsiden. Turbulensen rundt bilene blander eksosen effektivt i luften nær veibanen og nær tunnelmunningene.

Den midlere blandingshøyden ved utslippet \bar{z} er satt lik 6 m ved tunnelmunningen i samsvar med høyden av tunnelen. Ved de andre veiene er $\bar{z}_0 = 1.4$ m i samsvar med andre undersøkelser (5).



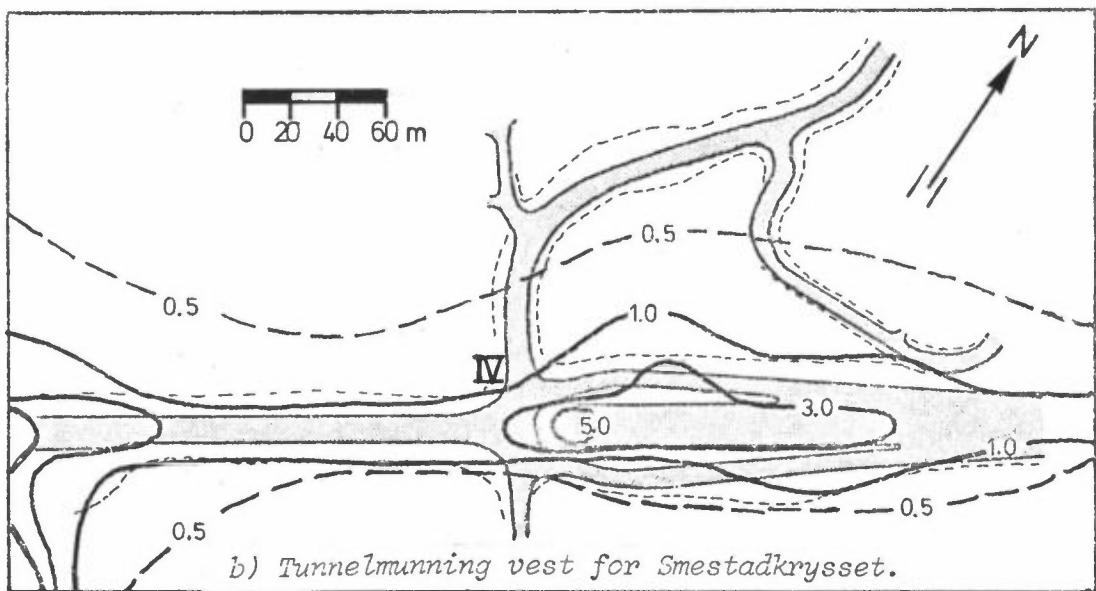
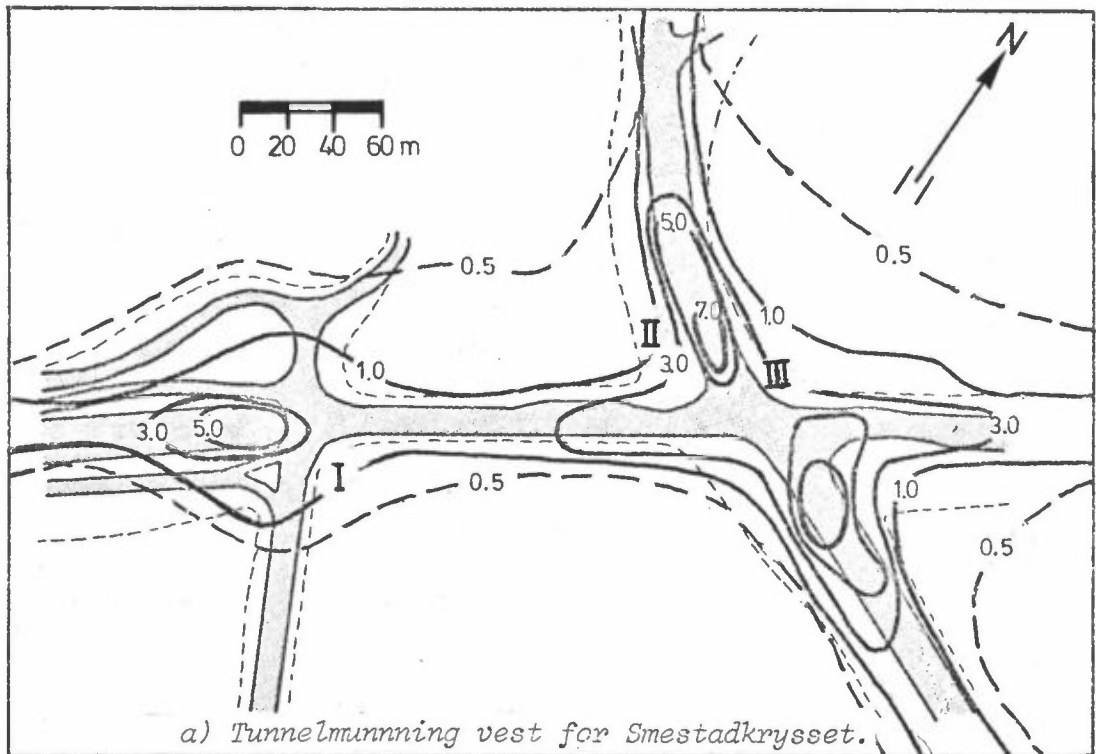
Figur 3.1: Frekvens av vind fra forskjellige 30 graders sektorer kl 07-18 ca 10 m over midlere takhøyde i Oslo.

På lesiden av veien vokser forurensningsskyen med avstanden fra veibanen ($\frac{dz}{dx}$). Mac Elroy-Poolers spredningsparametre er benyttet i beregningene av konsentrasjonene. De gir effektiv spredning ($\frac{dz}{dx} \sim 0.1-0.2$).

Sporstoffundersøkelsene (8) indikerer at ved tunnelmunninger er observerte konsentrasjonsendringer med avstanden i bra overensstemmelse med de metodene som er benyttet. Når trafikken kjører langsomt, er det sannsynlig at spredningen blir mindre effektiv.

4 BEREGNEDE KONSENTRASJONER

Fordelingen av midlere CO-konsentrasjon og konsentrasjon av NO₂ i området ved Smestadkrysset er vist i figurene 4.1 og 4.2. Områder med høye middelveidier er mest belastet. Høye i den betydning at høye konsentrasjoner forekommer hyppig. Veiene i området er skravert og grensene til boligeiendommene er angitt ved en stiplet kurve. En har videre avmerket fire beregningspunkter hvor frekvensfordelingene av timevise konsentrasjoner av karbonmonoksyd, nitrogendioksyd og støv er beregnet. Resultatet er vist i figurene 4.3, 4.4, 4.5 og 4.6.

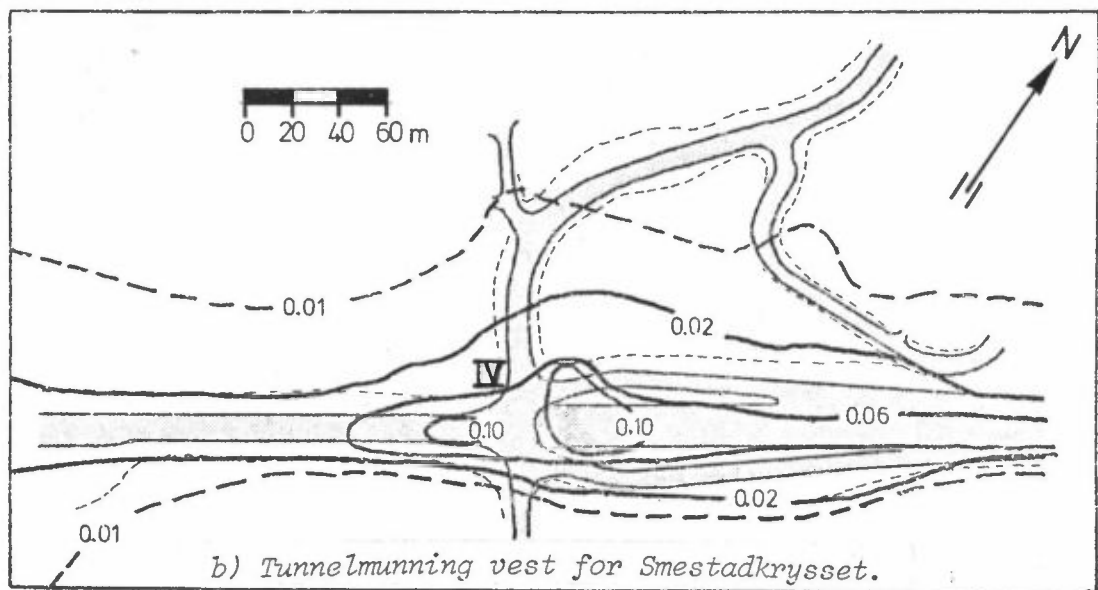
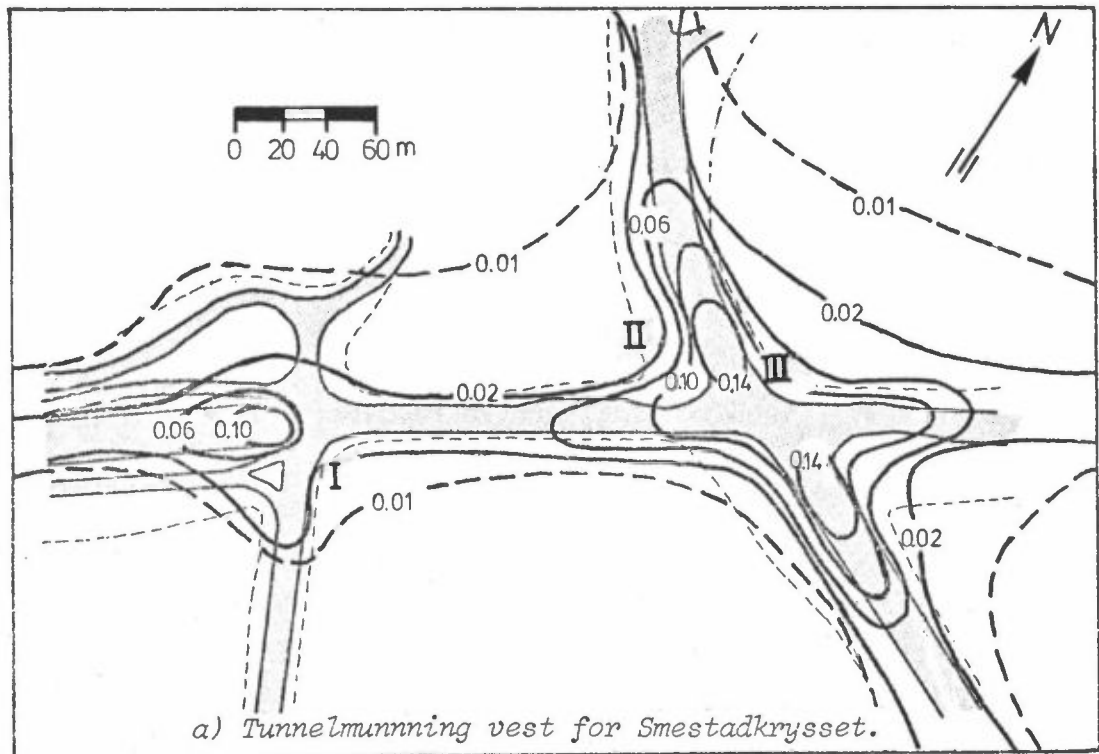


Figur 4.1: Midlere CO-konsentrasjon ved Smestadkrysset.

a) angir fordelingen på vestsiden

b) angir fordelingen på østsiden

Enhet: mg/m^3 .

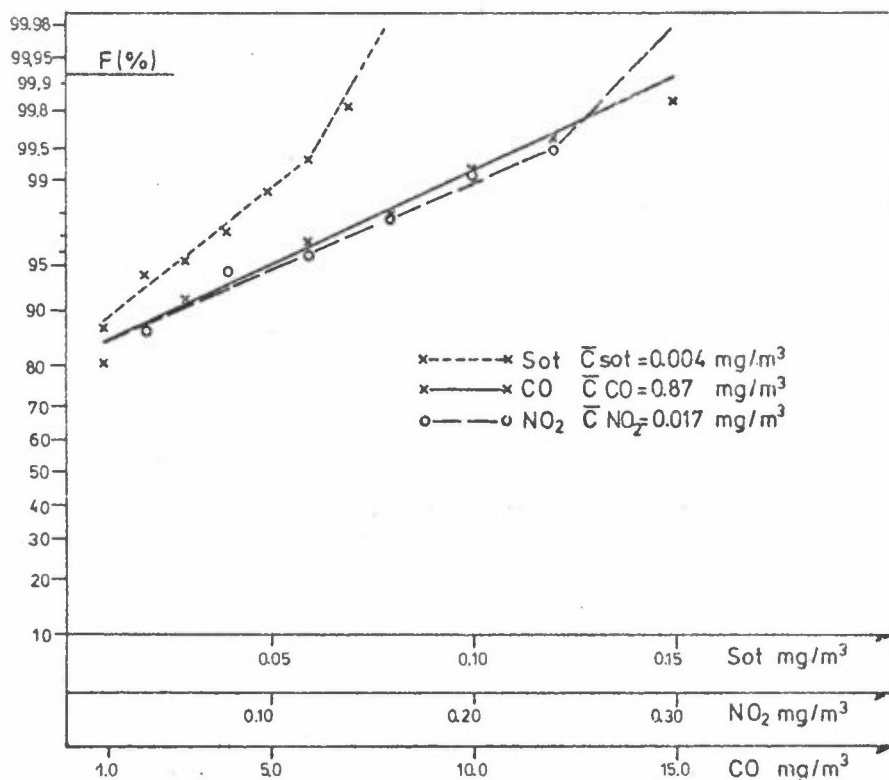


Figur 4.2: Midlere NO₂-konsentrasjon ved Smestadkrysset.

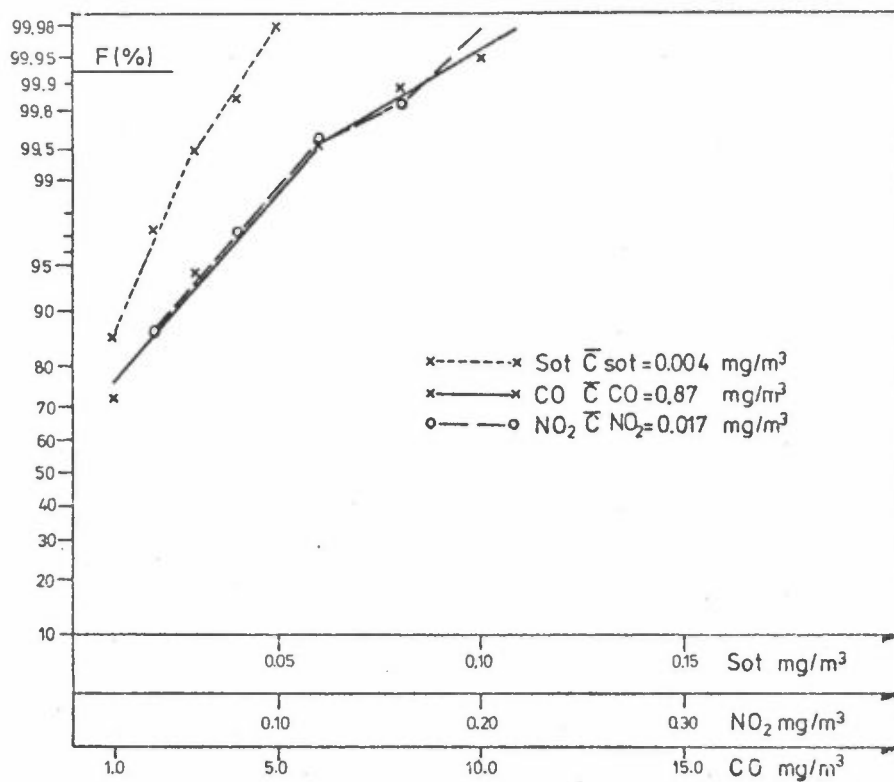
a) angir fordelingen på vestsiden

b) angir fordelingen på østsiden

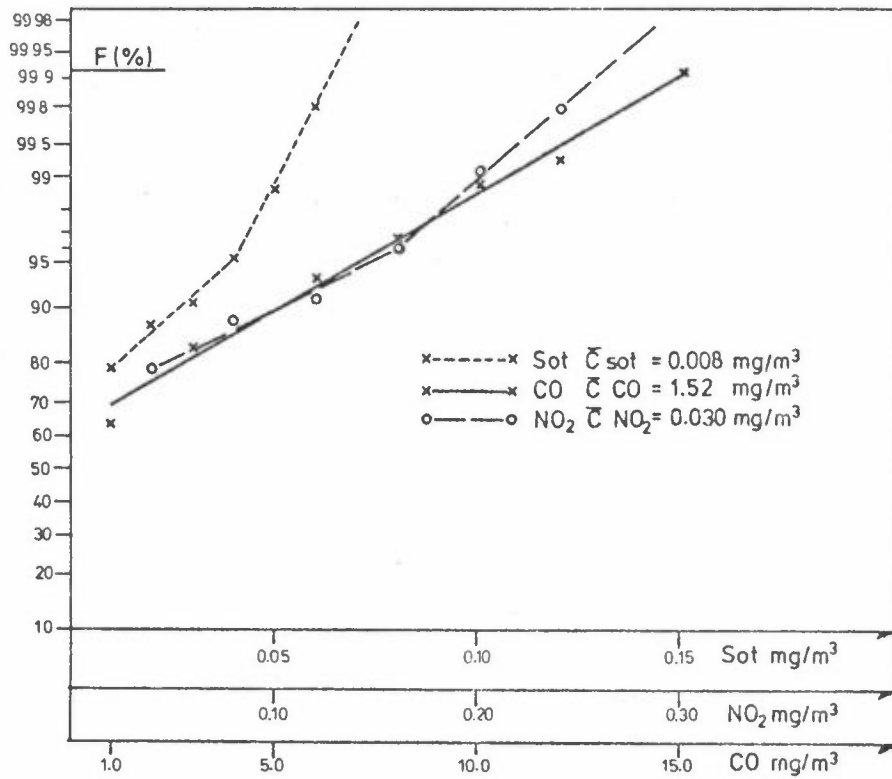
Enhet: mg/m³.



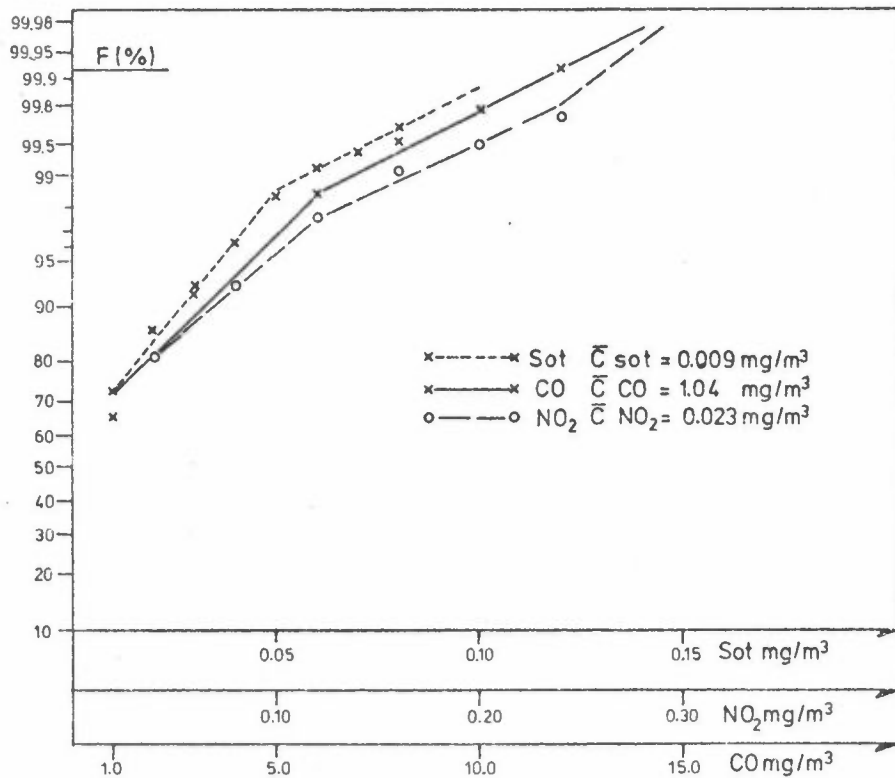
Figur 4.3: Frekvensfordelingen av timevise sot-, NO₂- og CO-konsentrasjoner ved beregningspunkt I. Middelverdiene er angitt.



Figur 4.4: Frekvensfordelingen av timevise sot-, NO₂- og CO-konsentrasjoner ved beregningspunkt II. Middelverdien er angitt.



Figur 4.5: Frekvensfordelingen av timevise sot-, NO₂- og CO-konsentrasjoner ved beregningspunkt III. Middelverdien er angitt.



Figur 4.6: Frekvensfordelingen av timevise sot-, NO₂- og CO-konsentrasjoner ved beregningspunkt IV. Middelkonsentrasjonene er angitt.

5 RESIRKULASJON AV FORURENSNINGER MELLOM TUNNELÅPNINGENE

5.1 Laboratorieeksperimenter

Resultatet av laboratorieeksperimenter (6) indikerer:

1. Når avstanden (Δ) mellom tunnelåpningene er liten ($\Delta = 1$ m) kan konsentrasjonen i inntaksluften være over 20% av konsentrasjonen i ventilasjonsluften som strømmet ut sammen med bilene gjennom det andre tunnelløpet.
2. Forholdene vil være særlig ugunstige når vindretningen danner en vinkel på $60-90^\circ$ med veien og det blåser skrått fra utslipps-sonen mot sonen hvor inntaket av friskluft til den andre tunnelen skjer. Konsentrasjonen i inntaksluften kan da være over 40% av konsentrasjonen i ventilasjonsluften fra den andre tunnelen. Resirkulasjonen er størst når vindhastigheten er av samme størrelse som utslippshastigheten.
3. En skillevegg mellom tunnelløpene som er minst dobbelt så høy som tunnelen vil redusere resirkulasjonsbidraget til 10-20% avhengig av veggens lengde.
4. Når begge tunnelmunningene er nedsenket i terrenget kan resirkulasjonen øke betydelig.

5.2 Sporstoffundersøkelser

NILU har utført sporstoffundersøkelser ved Bryntunnelen i Oslo (7) og Tingstad tunnelen i Gøteborg (8). 7 eksperimenter ble utført ved Bryntunnelen og 10 eksperimenter ble utført ved Tingstad tunnelen. Bryntunnelen viste registreringer at ved lav vind kom 0.4-12% av sporstoffet fra et tunnelløp inn i det andre tunnelløpet.

I Tingstad tunnelen viste registreringene at sporstoffmengden som resirkulerte var i middel 10%. Variasjonen var mellom 1 og 16%. Avstanden mellom tunnelløpene var ca 3 m og vinden blåste ofte fra utslippssonen mot friskluftinntaket i det andre tunnelløpet.

5.3 Resirkulasjonsforholdene i Smestadtunnelen

I laboratoriet er det vanskelig å simulere virkningen av atmosfæreturbulensen som virker sammen med turbulensen i ventilasjonsluften til å spre forurensningene. Det er derfor sannsynlig at konsentrasjoner som registreres i laboratoriet er et overestimat for de konsentrasjoner en vil finne i naturen.

Den vestre tunnelmunningen vil sannsynligvis være mer utsatt for resirkulasjon dels på grunn av de dominerende vindforholdene om dagen.

Ved vind fra sør og sørvest om dagen vil turbulensforholdene i atmosfæren gi god blanding, og en vil regne det som sannsynlig at ca 10% av forurensningene i et tunnellopp kommer inn i det andre tunnelloppet. Det er vanskelig å angi en maksimal forurensningsmengde som kan resirkuleres. En resirkulasjon på over 20% anser en som lite sannsynlig.

6 VURDERING

Beregnete langtidsmiddelverdier av CO-konsentrasjonen tett ved veibanen er nær rådgivende 8 timers norm. I samme området overskrider beregnede middelverdier av NO₂-konsentrasjonen rådgivende normer for 6 måneders middelverdier. Bly som tilsettes bensin vil dels knyttes til de små partiklene dels til større partikler som faller ned nær veibanen. Veislitasje etc. bidrar også til støvforurensningene. Store partikler vil falle ned nær veibanen og forårsake en generell nedsmussing.

De høyeste forurensningskonsentrasjonene finner en dels ved tunnelmunningene, dels ved lyskrysset. De høye konsentrasjonene ved krysset er også tilstede idag, og utslippet er stort fordi bilene venter på grønt lys og fordi mange biler akselererer fra liten hastighet når de kjører gjennom krysset.

Den totale utslippsmengden pr. arealenhet er størst ved tunnelmunningene, men fordi spredningsforholdene ved disse utslippene er bedre enn ved lyskrysset blir forurensningsbelastningen litt

mindre. Frekvensfordelingene av timesmiddelkonsentrasjonene (figur 4.3-4.6) viser at de mest utsatte boligområdene vil få en merkbar belastning av forurensninger i ca 10% av tiden. Rådgivende normer for timesmiddelverdier vil sannsynligvis ikke overskrides, men for deler av eiendommene som ligger nærmest opp til veianlegget kan rådgivende norm for 8 timers CO-konsentrasjon (10 mg/m^3) overskrides. En må også regne med en viss nedsmussing i form av støvfall som vil være tilnærmet av samme størrelse som ved dagens anlegg. Luftkvaliteten her kan bedres ved å bedre trafikkavviklingen gjennom Smestadkrysset.

Reguleringen vil medføre en økning i trafikken langs Ringveien gjennom tunnelen. Trafikken gjennom Smestadkrysset i denne retningen vil reduseres betydelig. Langs Sørkedalsveien er det regnet med en økning i trafikken på ca 20%. Samlet vil det gi en reduksjon i trafikken gjennom krysset. En må regne med at trafikkavviklingen blir bedre slik at utslippene fra hver bil blir mindre. Totalt sett kan en derfor ikke vente noen stor endring i luftkvaliteten fra dagens nivå.

Resultater av sporstoffundersøkelser ved Bryn og Tingstad tunnelen (7), (8) er benyttet til å angi en typisk verdi for resirkulasjonen av luft fra det ene tunnellopet til det andre. De viser i middel en resirkulasjon rundt 10%. Høyere verdier enn 16% ble ikke registrert under sporstoffeksperimentene selv ved ugunstige vind/topografiforhold. Dette indikerer at en resirkulasjon på over 20% vil forekomme meget sjelden. Verdiene ligger noe under tilsvarende tall for resirkulasjonen målt ved laboratorieeksperimenter (vindtunnel/vanntank). Forskjellen kan skyldes skaleringsproblemer som gjør at f.eks. atmosfæreturbulensen ikke lett lar seg etterligne i vind- eller vanntunneler.

Konstruksjonsmessige endringer kan endre spredningsforholdene I den forbindelse vil en nevne lysrister som synes å ha en gunstig virkning på spredningen ved Tingstad tunnelen (8). Spredningen nær tunnelmunningene er effektiv og konsentrasjonen reduseres til ca 40% av verdien i utløpet over en avstand på

ca 100 m. Reduksjonen skjer raskest nærmest åpningen, slik at dersom avstanden mellom tunnelåpningene er 25 m langs veibanen vil resirkulasjonen sannsynligvis reduseres med 20-50%. En typisk verdi kan da anslås til 5-8% og den vil sjelden være over 10%.

7 REFERANSER

- (1) Grønskei, K.E., Luftforurensning ved tunnel, Smestadkrysset. Lillestrøm 1978. (NILU OR 60/78.)
- (2) Smestadtunnelen. Trafikkavvikling. Oslo 1979. (Norconsult A/S No 2031.)
- (3) Ventilasjon av vegtunneler. Oslo, Kontoret for teknisk rasjonalisering 1974. (Statens Vegvesen, Vegdirektoratet rapport nr 159.)
- (4) Bilavgaser i gatumiljø - modell och modelltest. Samarbetsprosjekt mellan: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Statens Naturvårdsverk, Stockholms kommune. Stockholm 1977. (SNV PÅ 891 med bilagor.)
- (5) Trivikrama Rao, S., et.al. An evaluation of some commonly used highway dispersion models. *J.air.poll.corr.ass.*, 239-246 (1980).
- (6) Technical Committee report on road tunnels. XVIth World Road Congress Vienna Sept. 16-21.1979. Permanent International Association of Road Congress. Paris/Vienna 1979

- (7) Lamb, B., A Trace Investigation of Ventilation in an Automobile Tunnel. Lillestrøm 1979. (NILU OR 66/78.)
- (8) Gotaas, Y., Spredning av sporstoff fra Tingstadtunnelen, Gøteborg. Lillestrøm 1980. (NILU OR 46/79.)

VEDLEGG A

UTSLIPP AV LUFTFORURENSNINGER
FRA BILTRAFIKKEN VED SMESTAD-
KRYSET.

UTSLIPP AV LUFTFORURENSNINGER FRA
BILTRAFIKKEN VED SMESTADKRYSSSET

A1 Utslipp av karbonmonoksyd (CO)

Kontoret for rasjonalisering, Vegdirektoratet, gir følgende beregningsmodell:

$$Q_{\text{OCO}} = q_{\text{OC}} \cdot M \cdot f_u \cdot f_s \cdot L$$

q_{OC} : Normalutslipp ($\text{N m}^3 \text{ CO/km bil}$)

M : Trafikktetthet (biler/time)

f_u : Faktor som tar hensyn til høyde over havet

f_s : Faktor som tar hensyn til veiens stigningsforhold

L : Lengden av tunnelen (km)

I beregningene for utslipp av forurensninger i tunnelene er følgende verdier benyttet:

$$q_{\text{OCO}} = 0.020 \text{ N m}^3/\text{km}$$

$$f_u = 1.0$$

$$f_s = 1.12 \text{ ved trafikk fra vest mot øst}$$

$$f_s = 0.9 \text{ ved trafikk fra øst mot vest}$$

$$L = 0.59 \text{ km.}$$

Lengden av tunnelen inkludert en 50 m utslippssone på hver side av tunnelen.

Vekten av $1 \text{ N m}^3 \text{ CO}$ er satt til 1.25 kg.

Utslipet fra hver bil som kjører gjennom tunnelen.

Kjøring fra vest mot øst: 16.5 gCO/bil

Kjøring fra øst mot vest: 13.2 gCO/bil

Det er kjent at biler med dieselmotor slipper ut betydelig mindre CO. I samsvar med referanse (3) er det samme utslippet benyttet for samtlige biler.

Frekvensen av biltetthet som gitt i tabell 5 i referanse (2) er benyttet til å beregne frekvensfordelingen av utslipp som vist i tabell 2.2 i rapporten.

Utslipp fra veisystemet utenfor tunnelen

I rushtiden har en regnet med en trafikkbelastning på 7% av årsdøgntrafikken. Ved bilavgasslaboratoriet i Studsvik har en bestemt utslippet fra mange biler ved ulike kjøreforhold. Disse data er lagt til grunn ved beregning av utslipp i og ved Smestadkrysset.

Trafikkdata

Det er regnet med at bilene kjører ca 25 m gjennom krysset, og at hver bil opptar 6 m i en stoppsone ved krysset. Maksimal times-trafikk gjennom krysset er beregnet som 7% av ÅDT. Følgende tall er benyttet:

Smestadkrysset:	35200	•0.07	biler/time	=	2464	biler/time
Sørkedalsveien,sør:	20830	•0.07	"	=	1458	"
Sørkedalsveien,nord:	18480	•0.07	"	=	1294	"
Viggo Hansteens vei:	14050	•0.07	"	=	983	"
Ullernchaussen:	10120	•0.07	"	=	708	"

Utslippsfaktorer

Vi har regnet med lav hastighet og akselerasjon i krysset og på grunnlag av svenske data har en benyttet følgende emisjonsfaktorer q_b :

$$q_b = \frac{56+118+33+57}{4} \text{ q/km}\cdot\text{bil} = 66 \text{ q/km}\cdot\text{bil}$$

I stoppsonen regner en med lav hastighet og retardasjon på samme måte:

$$q_b = \frac{59+118+20+57}{4} \text{ g/km}\cdot\text{bil} = 63.5 \text{ g/km}\cdot\text{bil}$$

Utslippsdata for området ved Smestadkrysset

I stoppsonen står bilene og venter i gjennomsnitt 40 sek. av 90 sek. syklus. Det gjennomsnittlige tilleggslippet blir:

$$\frac{40\text{s}\cdot 119 \text{ mg/s}}{6\text{m}\cdot 90\text{s}} = 8.8 \text{ mg/m}\cdot\text{s}$$

I en 20 m bred rute med stoppsone for en kø finner en følgende utslipp:

$$8.8\cdot 20 \text{ mg CO}/20\text{m}\cdot\text{s} = 176 \text{ mg CO}/20 \text{ m}\cdot\text{s} = 0.63 \text{ kg CO}/\text{time}\cdot\text{rute}$$

I en rute med to køer: 1.27 kg CO/time·rute

I en rute med tre køer: 1.9 kg " " "

På grunnlag av trafikk tall og utslippsfaktorer får en videre:

$$\text{Utslipp i krysset: } 66\cdot 2.464\cdot \frac{25}{1000} \text{ kg CO}/\text{time} = 4.06 \text{ kg CO}/\text{time}$$

Utslippet fordeles til to (20x20 m²) ruter i og ved krysset.

Utslipp i stoppsonen ved krysset:

Sørkedalsveien, sør for krysset:	1.85 kg CO/time rute
Tillegg i stoppsonen (3 køer) :	<u>1.9 " "</u>
	<u>3.75 kg CO/time rute</u>

Sørkedalsveien nord for krysset:	1.64 kg CO/time rute
Tillegg i stoppsonen (3 køer) :	<u>1.9 " "</u>
	<u>3.54 kg CO/time rute</u>

Viggo Hansteens vei :	1.24 kg CO/time rute
Tillegg i stoppsonen (2 køer) :	<u>1.27 " " "</u>
	<u>2.51 kg CO/time rute</u>

Ullernchausseen	:	0.90 kg CO/time rute
Tillegg i stoppsonen (2 køer)	:	<u>1.27 " "</u>
		<u>2.17 kg CO/time rute</u>

Når avstanden fra krysset er mer enn 80 m regner vi at trafikken er upåvirket av krysset. Utslippsfaktorene som er anbefalt av Vegdirektoratet er benyttet og en får følgende utslipp:

Sørkedalsveien, sør	:	0.93 kg CO/time rute
Sørkedalsveien, nord	:	0.82 " "
Viggo Hansteens vei	:	0.62 " "
Ullernschausseen	:	0.45 " "

En regner videre med en jevn overgang mellom utslippene i maksimumssonen ved krysset og utslippene 80 m fra krysset.

For NO_x og for siktreduserende forurensninger (sot) er det på tilsvarende måte som for CO benyttet formler som anbefales av Vegdirektoratet (se ref. 3) for utslipp fra tunnelen. For utslipp fra vegsystemet utenfor tunnelen har en benyttet svenske data (se ref. 4) og beregnet fordelingen av maksimalutslippet. Når det gjelder variasjonen med tiden, har en antatt at alle utslipp varierer i takt med utslippene i tunnelmunningene. Det er antatt at 25% av NO_x forurensningene skyldes NO_2 .

VEDLEGG B
UTSLIPP AV FORURENSNINGER
HOVEDKOMPONENTER OG VIRKNINGER

Karbonmonoksyd (kullos), CO (1)

CO er en giftig gass. Giftvirkningen skyldes først og fremst at CO forbinder seg lettere til hemoglobinet i blodet enn oksygen gjør. Dersom luften som innåndes inneholder CO, vil dette føre til nedsatt oksygentransport i blodet. Høye konsentrasjoner (anslagsvis over 200-300 mg/m³) kan av denne grunn i løpet av en viss tid (mere enn ca 10 timer) medføre hodepine, bevisstløshet og alvorligere symptomer.

Konsentrasjoner i nærheten av trafikkerte veier vil sjelden overstige 100 mg/m³ (korte topper). 1-timers og 8-timers gjennomsnittsverdier vil sjelden overstige henholdsvis ca 70-80 mg/m³; og 40-50 mg/m³.

Et opphold på 8 timer i gateluft med 35 mg/m³ CO for et "normalt" individ vil medføre at ca 4 prosent av hemoglobinet i blodet er bundet til CO. Slike konsentrasjoner kan virke nedsettende på synsskarpheten og reaksjonshastigheten og kan derved redusere trafikksikkerheten. På personer med normalt god helsetilstand vil det ikke oppstå akutte virkninger av CO i de konsentrasjoner som opptrer ved veier. Av kroniske virkninger synes det som et innhold av CO i blodet på mer enn 4 prosent øker risikoen for utvikling og forverring av hjerte/kar-sykdommer (1, 2).

Nitrogenoksyder, NO, NO₂ (3)

Flere forskjellige nitrogenoksyder er kjente, men nitrogenmonoksyd (NO) og nitrogendioksyd (NO₂) har størst interesse i forbindelse med luftforurensning fra biler. Det slippes ut nesten bare NO, men denne reagerer med luften og danner NO₂. Denne overgangen kan skje betraktelig raskere ved innvirkning av sollys og når reaktive hydrokarboner er tilstede.

I et byområde er utslipp fra biltrafikk og utslipp fra boligoppvarming (olje) og industri de viktigste nitrogenoksydkildene. På grunn av at bilutslippet skjer i bakkehøyde, er det likevel dette utslippet som det meste av tiden vil bestemme konsentrasjonen ved trafikkårer.

NO₂ har størst interesse for biologiske effekter. Hos planter er det påvist at veksten nedsettes ved konsentrasjoner på 0.55-0.95 mg/m³ ved 10-22 dagers eksponeringstid. Effekten på bronkiene og lungevev synes å være den viktigste virkningen på mennesker. Høye konsentrasjoner kan føre til lungeødem. Epidemiologiske undersøkelser i USA tyder på en sammenheng mellom innholdet av NO₂ i luften og forekomsten av lungesykdommer hos befolkningen. NO₂ er et stoff med kumulativ virkning, slik at skader kan oppstå ved lang eksponering til relativt lave konsentrasjoner.

Hydrokarboner (HC)

Det finnes et stort antall forskjellige hydrokarboner i bensin. I utslippet kan de forekomme dels som gasser, del som aerosoler (partikler). Ved forbrenning med luftunderskudd (tomgang, sterk akselerasjon og retardasjon) kan store mengder uforbrente hydrokarboner finnes i utslippet. Noen av disse stoffene forårsaker hodepine og tretthet. Eksoslukt skriver seg i første rekke fra en del delvis oksyderte forbindelser (f.eks. aldehyder og ketoner). Det er ikke påvist noen sammenheng mellom disse luktstoffer og sykdomsforekomster. Eksoslukt kan imidlertid virke som en utløsende faktor for anfall hos astmapasienter (2).

Enkelte hydrokarboner (f.eks. noen tjærestoffer som polysykliske aromater) er påvist å være karsinogene (dvs. kreftfrembringende ved dosering i høye konsentrasjoner på forsøksdyr). Disse stoffer forekommer i bilutslipp hovedsakelig som aerosoler. Andre kilder som boligoppvarming (olje) er også viktige i denne forbindelse. Motordrivstoff inneholder en viss mengde benzen, som også er et karsinogen. Et eventuelt benzenproblem vil i første rekke være konsentrert til steder der fylling og lagring av drivstoff foregår.

Prøver av partikler i byluft kan gi mutagen effekt på enkelte biologiske test-celle-kulturer. Det er trolig at en stor del av denne mutagene effekt skyldes de ulike typer gass- og partikkelformige organiske stoffer som forekommer i byluft som resultat av utslipp fra biltrafikk, oljefyring og industri.

En del av hydrokarbonene er reaktive i den forstand at de kan reagere med andre stoffer i atmosfæren og produsere stoffer med skadelig virkning. Se f.eks. nedenfor under fotokjemiske oksydanter.

Sot og støv

Under forbrenningen av bensin og diesel i bilmotorer vil det dannes sot. Denne opptrer først som ytterst fine partikler. Disse kan agglomerere til større partikler og blir synlig røyk. Den samlede mengden utgjør omtrent 1/1000 av bensinens vekt og 3-4/1000 av dieseloljens vekt.

Bilene forårsaker dessuten en betydelig partikulær forurensning ved oppvirvling av veistøv og ved sin slitasje på veibanen (særlig med piggdekk om vinteren), bildekkene og bremsebånd. En stor del av dette støvet består av relativt store partikler som vil falle ned nær veibanen. Det vil på grunn av dette foregå en generell nedsmussing av de nærmeste omgivelsene omkring veibanen.

Støvet i forbindelse med trafikken gir også opphav til den største delen av respirabelt svevestøv (partikler så små at de følger luften ned i lungene) nær gater/veier. Dette svevestøvet inneholder en mengde komponenter som skraver seg fra utslippet (bly, sot, tjærestoffer) fra veidekke (asfaltstøv), bremsebånd (asbest), dekk etc. For eksempel er bly, tjærestoffer og asbest helseskadelige stoffer. Det er til nå ikke foretatt analyser på asbest i nærheten av norske veier.

Bly (4,5)

Bly er et giftig metall som kommer i organismen via luft, mat og vann og opptas i blod og akkumuleres i enkelte organer. De første symptomer på mild blyforgiftning kan være nervøsitet, irritabilitet og søvnløshet. For stor tilførsel av bly til organismen fører til anemi og kroniske nerveskader.

Organismen tilføres bly gjennom mat og drikke. Denne tilførselen varierer med dietten og vannets blyinnhold, og gir et visst blyinnhold i blodet hos befolkningen.

Tilførselen av bly til organismen via luftveien skyldes først og fremst utslipp av bly fra biler som bruker blyblandet bensin.

Blyutslipp fra biler består vesentlig av små partikler som inneholder uorganiske blyforbindelser. Også en del organiske forbindelser finnes. Disse har størst betydning når det gjelder helsevirkninger. De fleste av disse partiklene har en diameter på mindre enn 1 μm (10^{-6}m). Ved innånding vil en del av disse partiklene avsettes i lungene og bli oppløst i blodet.

Undersøkelser i USA (5) viser at et innhold av uorganisk bly i luften på mer enn 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fører ved lengre tids eksponering til vesentlig økt blyinnhold i blodet hos normale individer. En kunne ved denne konsentrasjonen ikke detektere skadelige virkninger på individene som deltok i undersøkelsen.

Usikkerheten om ved hvilken blykonsentrasjon i blodet skadevirkninger kan opptre er stor. For barns vedkommende kan denne ligge så lavt som ved 0.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Den omtalte undersøkelsen viste at blyinnholdet i blodet hos voksne individer nærmer seg denne grensen ved 3 måneders eksponering til ca 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uorganisk bly i luft. Disse konsentrasjoner er høye

i forhold til de en finner i luften ved veier i Norge. Imidlertid har den organiske delen av blyutslippet fra biler muligens større virkning til å øke blyinnholdet i blodet enn den nevnte undersøkelsen med uorganisk bly viste.

I Norge er det innført restriksjoner på blyinnholdet i bilbensin. Etter 1.4.1974 selges ikke bensin med blyinnhold større enn 0.4 g/l. Tidligere kunne blyinnholdet i bensinen variere med verdier opp til 0.8 g/l. Det er sannsynlig at blyinnholdet vil bli redusert ytterligere.

Blyutslippet fra biler vil gi en tilførsel til naturen av blyholdige forbindelser, spesielt i nærheten av gater og veier. Dette kan føre til et opptak av bly i næringsmidler som kan ha helsemessig betydning.

Fotokjemiske oksydanter

Fotokjemiske oksydanter kan dannes ved kjemiske reaksjoner mellom nitrogenoksyder og hydrokarboner under påvirkning av sollys. I områder med sterk trafikk vil en under visse meteorologiske forhold ha muligheter for dannelse av fotokjemiske oksydanter. Disse virker irriterende på slimhinner (f.eks. øyne) og har også skadelig virkning på vegetasjon.

Dannelsen av fotokjemiske oksydanter skjer over et typisk tidsrom av fra en halv til noen timer, dersom konsentrasjonen av primærkomponenter er av passende størrelse. På grunn av den tid det tar før reaksjonsproduktene dannes vil ikke smog-problemet være lokalisert til umiddelbar nærhet av veien, slik det er for de andre forurensningskomponentene, men vil opptre i de områder hvor forurensningene blir transportert. Vegetasjonsskader (grønnsaker og bartrær) og også skader på materialer (plast, maling, gummi) opptrer ved lavere konsentrasjoner enn der helsevirkningene melder seg.

Svovelforbindelser

Disse regnes ikke i første rekke å skyldes utslipp fra biler. Imidlertid vil det relativt beskjedne innholdet av svovel i bensin og diesel føre til en økning av konsentrasjonen av svovelforbindelser i luften nær veier. En har tidligere regnet svoveldioksyd (SO_2) for å være den helsemessig sett viktigste svovelforbindelse i luftforurensning. I den senere tid har en imidlertid lagt mer vekt på andre svovelforbindelser som svovelsyre og andre sulfater. Nyere undersøkelser i USA (6) tyder på at uheldige helsevirkninger har en nærmere sammenheng med konsentrasjonen av sure sulfater enn med SO_2 -konsentrasjonen.

Uheldige helsevirkninger kan omfatte kronisk bronkitt, akutte luftveissykdommer, samt forverring av andre symptomer som for eksempel astmaanfall.

REFERANSER

- (1) Air quality criteria for carbon monoxide.
Washington D.C., 1970.
(US Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-62.)
- (2) Nordisk Seminar: Forurensninger og de hjerte- og lungesyke.
Nordisk Medisin, 89, 313-328 (1974).
- (3) Air quality criteria for nitrogen oxides. Washington D.C., 1971.
(US Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-84.)
- (4) EPAs position on health implications of airborne lead.
Washington D.C., 1973.
US Environmental Protection Agency.
- (5) Griffin, T.B. et al. Clinical studies on men continuously exposed to airborne particulate lead.
Institute of Comparative and Human Toxicology.
Albany Medical College, Albany, New York.
- (6) Health consequences of sulfur oxides: A report from CHESS, 1970-1971. Washington D.C., 1974.
(US Environmental Protection Agency, Publ. No. EPA-650/1-74-004.)

VEDLEGG C
NORMER OG RETNINGSLINJER FOR
LUFTKVALITET

INNHOOLD

- 1 INNLEDNING
- 2 NORMER OG RETNINGSLINJER
 - 2.1 Karbonmonoksyd, CO
 - 2.2 Nitrogenoksyder, NO og NO₂
 - 2.3 Svevestøv
 - 2.4 Bly i svevestøv
 - 2.5 Fotokjemiske oksydanter
 - 2.6 Svoveldioksyd, SO₂
- 3 REFERANSER

1 INNLEDNING

I forskjellige land er det fastsatt normer og retningslinjer for høyeste tillatte konsentrasjoner av forurensninger som kan settes i forbindelse med utslipp fra biltrafikk. I tillegg har Verdens helseorganisasjon (WHO) utgitt en liste over anbefalte normer, som betegnes som "recommended long-term goals".

I Norge har man ennå ikke fastsatt normer for luftkvalitet, men det foreligger et forslag til veiledende miljøstandarder for luftforurensning med hensyn på svoveldioksyd/svovestøv og nitrogendioksyd, utarbeidet av Statens Forurensningstilsyn. Miljøstandardene er vedtatt av Røykskaderådet.

En luftkvalitetsnorm består blant annet av en konsentrasjon og en midlingstid, samt en foreskrevet målemetode. Generelt reduseres den tillatte konsentrasjon når midlingstiden øker. Noen normer angir den høyeste tillatte verdi for 95 eller 98-prosentilen for alle data for et år. Kravet er med andre ord i det tilfelle at henholdsvis 95 prosent eller 98 prosent av alle data skal ligge lavere enn en gitt verdi.

Normene skal beskytte befolkningen som helhet mot uheldig helsepåvirkning. Ved fastsettelse av normer må det tas hensyn til befolkningsgrupper som er mer sensitive enn andre overfor påvirkningen. Luftforurensning gir sin påvirkning først og fremst via lungene. Hjerte og lungesyke regnes som en spesiell sensitiv gruppe overfor luftforurensninger (1).

Også barn, eldre mennesker og gravide kvinner kan i enkelte sammenhenger regnes som mer sårbare enn et voksent, helsemessig friskt individ. En luftkvalitetsnorm bør derfor, når en tar hensyn til det store antall individer i sårbare grupper, settes så lavt at også disse får en ønsket sikkerhet mot uheldig påvirkning.

Eventuelle langtidsvirkninger av luftforurensninger i moderate konsentrasjoner er lite kjent. Enkelte undersøkelser tyder for eksempel på at karbonmonoksyd (CO) kan ha en langtidsvirkning på hjertekar-systemet, når CO-innholdet i blodet (COHb) overstiger 4%. (2). Hos røykere er COHb-innholdet ofte høyere enn dette. Indikasjoner som kan tyde på langtidsvirkninger tas hensyn til i enkelte av normene, ved at disse settes vesentlig lavere enn de nivåer der kjente, mere akutte effekter kan opptre.

For noen av luftkvalitetsnormene (støvnedfall) er det oppgitt i hvilke områder de gjelder (industriområde, boligområde, etc.). For de fleste normer er dette ikke angitt. Når det gjelder de normer som er satt for å beskytte helsen og som er basert på direkte studier av effekter, er det imidlertid klart at de bør gjelde i alle områder hvor individer oppholder seg i minst så lang tid som den angitte midlingstid for normen. Normene er gitt for midlingstider fra 1 time til 1 år. På/ved gater i tettbygde strøk kan ferdselen av mennesker inndeles i grupper etter hvor lang tid de oppholder seg på/ved veien: kjørende (kort tid), gående (noen timer), de som har sitt arbeidssted ved veien (8 t pr. dag), de som bor ved veien (hele året). En beskyttelse av alle disse grupper innebærer at normer med midlingstid fra 1 time til 1 år bør komme til anvendelse.

I det følgende presenteres og diskuteres enkelte lands normer. Vi har valgt å legge hovedvekten på normer i vest-europeiske land, USA, Canada og Japan.

De forskjellige land gir normene på følgende måte:

USA Normene er fastsatt i lovs form i 1971 som "National Primary and Secondary Air Quality Standards"(3). Bakgrunnen for normene er dokumentert i et "criteria document" for hver komponent. "Primary Standard" definerer en grense som med tilstrekkelig sikkerhetsmargin skal beskytte befolkningens helse. "Secondary Standard" definerer en grense som skal beskytte mot negative virkninger på befolkningens trivsel og virkninger på naturgrunnlag og materialer.

Normene er gitt som maksimale konsentrasjoner som gjennomsnitt over en tid, fra 1 time til 1 år. Normen foreskriver ingen regler for plassering av målepunkter eller ekstrapolering av data fra et punkt til et annet. Det må derfor antas at normen skal gjelde i alle områder.

Vest-Tyskland Normene er fastsatt i Bundes-Immissions-schutzgesetz av 28 august 1974 (4). Grunnlaget for normen er ikke spesifikt dokumentert.

En talsmann for det tyske innenriksdepartement (5) nevner at følgende danner grunnlaget for normene : uttalelser fra tyske vitenskapsmenn og fagfolk (VDI); litteraturstudier; uttalelser fra miljøkommisjonen i NATO og WHO. På toppen av dette er det så gjort en politisk vurdering. Normene representerer et kompromiss mellom ønskelige forhold og de forhold som reelt kan oppnås i dagens situasjon, en avveining mellom hensyn til helse og hensyn til kostnader.

Normen spesifiserer en årsmiddelverdi, samt en 95-prosentil, dvs at 95 prosent av alle havltimesverdier i løpet av året skal ligge lavere enn verdien som er spesifisert.

Normen spesifiserer et kvadratisk stasjonsnett med 4 km mellom hver målestasjon. Stasjonenes plassering skal være representativ for området. Dette tyder på at normen ikke først og fremst er anvendbar for målinger i bygater. En må imidlertid gå ut fra at man egentlig ikke vil tillate at høyere konsentrasjoner enn de som er gitt i normene opptrer der mennesker bor og ferdes. Normene vil derfor her antas å gjelde også ved bygater.

Canada Tre nivåer defineres på følgende måte:

- Maksimalt ønskelig nivå : Langtidsmålsetting for luftkvalitet, og en basis for å holde luften ren i uforurensede områder.
- Maksimalt akseptabelt nivå: Et realistisk nivå som kan oppnås i dag. Gir beskyttelse mot uheldige virkninger med hensyn til bl.a. "personal comfort and well being".
- Maksimalt tolerabelt nivå : Indikerer dårlige luftkvalitetsforhold som krever omgående aksjon fra myndighetene.

De to første nivåer er gitt i Canada's "Clean Air Act", altså i lovs form.

Nivåene er gitt som maksimale konsentrasjoner som gjennomsnitt over en viss tid, fra 1 time til 1 år. Normen spesifiserer ikke spesielle regler for stasjonsplassering.

Japan De japanske normene er beskrevet i (6). Grunnlaget for normene er ikke dokumentert der. Normene er gitt på samme måte som i USA, og uten spesifikasjoner for målepunktens plassering.

Rijnmond, Nederland Mynighetene i Rijnmond-

distriktet (Rotterdam) har fastsatt alarmnivåer som kommer til anvendelse under episoder med høy forurensning. De forskjellige fasene er koblet til tidsbegrensede utslippsreduksjoner.

Fase 2 : Rijnmond ber bedriftene om å sette i gang frivillige tiltak for å redusere utslipp.

Fase 3 : Fylkesmannen ber om frivillige tiltak for å redusere utslipp.

Fase 4 : Utillatelige konsentrasjoner. Med hjemmel i lov settes tvungne tiltak i verk.

Det er ikke fastsatt normer for Nederland som helhet.

Verdens helseorganisasjon, WHO har gitt "Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants" (2) for komponentene svoveloksyder, svevestøv, karbonmonoksyd og fotokjemiske oksydanter. Verdiene presenteres som "Recommended long-term goals", og spesifiseres dels maksimale middelveidier over midlingstider fra 1 time til 1 år, dels 98-prosentiler, sannsynligvis basert på 1-times midlede observasjoner. Bakgrunnen for anbefalingene er også dokumentert i (2). Anbefalingene tar sikte på å gi en beskyttelse, med en innebygde sikkerhetsmargin, mot helseeffekter.

Norge. Det forslag til veiledende luftkvalitets-standarder som Statens Forurensningstilsyn la fram i oktober 1977 for stoffene SO₂, NO₂ og støv, ligger nå til videre behandling i Miljøvern-departementet. Det er ikke avklart hvilken status norske miljøstandarder vil få. De norske forslagene bygger på utenlandske standarder og det kjennskap til helsemessige effekter som disse er basert på.

2 NORMER OG RETNINGSLINJER

2.1 Karbonsmonoksyd, CO

Tabell 1 gir en oversikt over normer for CO, samt WHO's anbefalte verdier.

Tabell 1: Oversikt over luftkvalitetsnormer for CO (mg/m³).

CO mg/m ³	Midlingstid					Merknad
	1 time	8 timer	24 timer	95 pros.	1 år	
USA og WHO ¹	40	10				USA: Primary and Secondary air Quality Standard 1971 (3) WHO: Recommended long term goal, 1972 (2) Max desirable level } " acceptable " } Clean " tolerable " } Air Act
Canada	15	6				
	35	15				
		20				
Vest-Tyskland				30	10	Bundes-Immissionsschutz- gesetz, 1974 (4)
Japan		20				(6)
Rijnmond	60		12			Fase 2
Nederland	120		23			Fase 3
Alarmnivåer	300		46			Fase 4

¹) WHO stiller i tillegg krav til at CO-innholdet i blodet ikke skal overskride 4% COHb.

Det er stor forskjell på normene i USA (anbefalt av WHO), Vest-Tyskland og Japan. Japan tillater et dobbelt så høyt 8t-nivå som USA. Vest-Tyskland har den minst restriktive norm av disse land. Canada's ønskelige og akseptable nivåer ligger i nærheten av USA's normer.

En direkte sammenligning mellom vest-tysk og amerikansk CO-norm er vanskelig, fordi de er gitt på forskjellige måter. Ut fra middelveiden og .95-prosentilen som er bestemt i vest-tysk norm, kan en imidlertid anslå hvilken maksimal 1/2-times middelveidi dette tilsvare. Som resultatene av den foreliggende undersøkelsen viser, er den kumulative frekvensfordelingen av 1/2-times middelveidier av CO i en bygata log-normal-fordelt. Basert på en slik fordeling, vil den vest-tyske norm i realiteten tillate 1/2-times middelveidier på ca 150 mg/m^3 . Slik forurensningsforholdene er i en bygata, vil dette tilsvare en maksimal en-times middelveidi på over 100 mg/m^3 , som ligger på over det dobbelte av hva som ansees akseptabelt i USA.

Kommentarer til de enkelte lands normer

USA Normen kan overskrides en gang pr. år. Grunnlaget for normen er dokumentert i (7). Normen gir en rimelig sikkerhet for at CO-innholdet i blodet (COHb) til individer som utsettes for disse konsentrasjoner ikke overstiger 2% COHb (8). De første merkbare effekter av CO-påvirkning kan opptre ved 2.5% COHb (7). Over dette nivå har man detektert f.eks. redusert synskarphet og reaksjonshastighet.

Den amerikanske normen er altså bevisst satt så lavt at en ikke bare skal unngå de første merkbare virkninger av svak CO-forgiftning, men også ha en viss sikkerhetsmargin innebygd. Dette mener man er nødvendig også fordi eventuelle virkninger av CO-påvirkning over lang tid er lite kjent.

Canada Landets målsetting krever konsentrasjoner som er lavere enn USA's normer. I dag aksepteres 35 mg/m^3 (1 time) og 15 mg/m^3 (8 timer), altså i nærheten av USA's normer. Ved en 8-timers middelværdi på 20 mg/m^3 (= Japans norm), som tilsvarer et COHb-innhold på ca 2.5% kreves omgående tiltak fra lokale myndigheter.

Vest-Tyskland En konsentrasjon på 75 mg/m^3 i 8 timer (som i realiteten tillates av normen vil "normalt" gi over 8% COHb i blodet hos en person i lett fysisk aktivitet (2)). Nivået ligger høyere ved høyere fysisk aktivitet, dvs med økende lungeventilasjon. Dette ligger vesentlig over WHO's anbefaling at COHb ikke skal overstige 4%. Forskjellige forandringer i hjertekar-systemet som kan ha betydning for utvikling og forverring av patologiske symptomer opptrer ved COHb på ca 6% og over. I befolkningen er det et antall mennesker med allerede redusert hjertekar-funksjon for hvem en ytterligere reduksjon i oksygen-metningen i blodet vil være skadelig.

Rijnmond Fra distriktsmyndigheter anmodes altså om redusering av utslipp (fase 2), når verdiene kommer opp på 1.5 ganger høyere enn amerikansk norm (1-times middel). Rijnmond-nivået (fase 2) er dermed i relativt god overensstemmelse med amerikansk norm. Døgnverdien for fase 4, når tvungne tiltak innføres (46 mg/m^3), ligger ikke svært langt over den døgnverdi som i realiteten tillates ved veier i vest-tysk norm (ca 35 mg/m^3). Dette understreker at den vest-tyske normen er vesentlig mindre restriktiv enn de øvrige.

2.2 Nitrogenoksyder, NO og NO₂

Tabell 2 gir en oversikt over normer for nitrøse gasser i USA, Canada, Vest-Tyskland, samt WHO's anbefalte retningslinje, slik den foreligger i dag, samt det norske forslag til veiledende miljøstandarder. Når en ser bort fra Japan, er overensstemmelsen mellom normene for nitrogendioksyd, NO₂ i de forskjellige land ganske god. Bare Vest-Tyskland har fastsatt en norm for nitrogenmonoksyd, NO.

Tabell 2: Oversikt over luftkvalitetsnormer for nitrøse gasser (mg/m³).

Nitrøse gasser mg/m ³	Midlingstid				Merknad
	1 time	24 timer	95 pros	år	
NO ₂					
USA				0.10	Primary and Secondary Air Quality Standard 1971 (3)
Vest-Tyskland			0.30	0.10	Federal immisjonskontroll- lov 1974 (4)
Japan		0.04			(5)
Canada				0.06	max desirable level
	0.40	0.20		0.10	max acceptable level
	1.0	0.30			max tolerable level
WHO	0.19-0.32				(9)
Nederland	0.30	0.15			Fase 2
(Rijnmond)	0.50	0.20			Fase 3
Alarmnivåer	0.75	0.30			Fase 4
Norge (vei- ledende miljø- standardforslag jan. 1977)	0.40	0.20		0.10*	*halvårsmiddel (vinter)
<u>NO</u>					
Vest-Tyskland			0.60	0.20	Federal immisjonskontroll- lov 1974 (4)

Kommentarer til de enkelte lands normer

USA Grunnlaget er dokumentert i (9). I hovedsak hviler normen på epidemiologiske undersøkelser, hvor sammenhengen mellom NO₂-forurensningen og frekvensen av luftveissykdommer hos befolkningen ble undersøkt, den såkalte Chattanooga-undersøkelsen. Gjennomføringen av denne undersøkelsen er blitt kritisert, men ikke desto mindre har andre land senere satt normer for NO₂ som svarer til de amerikanske. Resultatene fra Chattanooga ga etter amerikanernes mening bare grunnlag for å sette en norm på årsbasis.

Canada Som når det gjelder CO, krever Canada's målsetting lavere konsentrasjoner enn USA's normer. I dag aksepteres imidlertid et årsmiddelnivå som er lik USA's norm. Vest-Tyskland tolererer høyere korttidsnivåer enn Canada (en 95-prosentil på 0.30 mg/m³ er mindre restriktiv enn en døgnnorm på samme verdi, se figur 1).

Vest-Tyskland Bakgrunnen for denne vest-tyske normen er tilsvarende den for CO, nemlig en vurdering av tilgjengelige data, samt en politisk vurdering. Her har de lagt seg på samme nivå som amerikanerne (i motsetning til når det gjelder CO).

Rijnmond Alarmnivåene stemmer godt overens med Canadas nivåer. Begge anser 0.30 mg/m³ som døgnmiddel for å være ikke-tolerabelt.

Norge Det norske forslag faller helt sammen med den kanadiske "max acceptable level", bortsett fra at årsmiddelveidien på 0.10 mg/m³ i Norge foreslås anvendt som 6-måneders middelveidi. Forslaget blir dermed vesentlig mere restriktivt, og er mere i overensstemmelse med den kanadiske "max desirable level", som er den mest restriktive av alle.

2.3 Svevestøv

To metoder for måling av svevestøv er vanlig i dag i forbindelse med luftkvalitetsnormer. De to metodene kan i enkelte tilfeller gi svært forskjellige resultater, og bør ikke sammenlignes. En er basert på veiing av støvet og den andre på en bestemmelse av den svertningen (sotverdi) partiklene gir på et filter. Resultatene av en svevestøvmåling er svært avhengig av prøvetakingsmetoden. Ved sammenligning med normer bør man derfor bruke nøyaktig det utstyr som er foreskrevet i normen.

Svevestøv - veiing

En oversikt over slike normer er gitt i tabell 3.

Normene er basert på at støv samles med standardiserte typer av såkalte høy-volum prøvetakere, som suger en stor mengde luft gjennom et filter (300 - 2000 m³/døgn). Disse prøvetakere samler partikler med størrelser ≈ 0.01 - ≈ 100 μm . Filtrene veies før og etter prøvetakingen.

Det er relativt god overensstemmelse mellom de enkelte lands normer. Canada's er mest restriktiv, spesielt på døgnbasis.

Svevestøv - sotverdi

En oversikt over normer for sotverdi er gitt i tabell 4. Støv samles her på et filter ved hjelp av en prøvetaker som suger ca 3-4 m³/døgn. Partikler med størrelser ≈ 0.01 - ≈ 5 μm samles. Støvet analyseres ved å måle svertningen av partiklene på filtret (reflektrometrisk måling). Svertningsmålingen overføres til en vektkonsentrasjon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ved hjelp av en kalibreringskurve, som er utarbeidet av OECD (10) for bruk ved måling av støv i byområder.

Tabell 3: Oversikt over luftkvalitetsnormer for svevestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), vektmetode.

Svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Midlingstid			Prøvetaker	Merknad
	24 t	95 pros.	år		
USA	260*		75	Standard høyvolum (3)	(3) Annual geometric mean *Kan overskrides 1 gang pr år
Canada			60	- " -	Max desirable level
	120		70	- " -	" acceptable "
	400				" tolerable "
Vest-Tyskland		200	100	LIB-sonde (11)	(4)

Tabell 4: Oversikt over luftkvalitetsnormer for sotverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) reflektometrisk metode.

Sotverdi, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Midlingstid					Merknad
	1t	24 t	98 pros.	halvår	år	
Sverige		120 ¹		40 ²		
WHO			120		40	(2)
Rijnmond	250	125				Fase 2
	500	200				Fase 3
	750	250				Fase 4
Norge (veiledende miljøstandard, forslag jan. 1977)		120 ¹		40 ²		

1) Bør ikke overskrides mer enn 2% av tiden (3 dager), dog ikke som en sammenhengende periode.

2) Vinterhalvår

For døgnverdier er det relativt god overensstemmelse mellom de enkelte land (Rijnmond, fase 2). For langtidsmidler (halvår - år) er imidlertid den svenske normen, sammenfallende med norsk forslag, mer restriktiv enn WHO's anbefaling.

Både USA, WHO, Sverige og Norge poengterer at svevestøv (sot)-konsentrasjonen bør sees i sammenheng med konsentrasjonen av SO₂ på stedet. Dette kommer av at observasjoner av de effekter som er lagt til grunn for normen er gjort når en har hatt relativt høye konsentrasjoner av både støv og SO₂, og således er man ikke i stand til å skille virkningen av de to komponentene fra hverandre. Sannsynligvis er det snakk om en kombinert effekt.

2.4 Bly i svevestøv

I Vest-Tyskland foreligger følgende forslag til retningslinjer for maksimalt blyinnhold i uteluft fra VDI (Vereinigte Deutsche Ingenieure).

Midlingstid	Konsentrasjon	Merknad
24 timer	3.0 µg/m ³	VDI 2310 (13)
1 år	1.5 µg/m ³	

En del av basis for dette forslaget er beskrevet i (12), (13) og (14).

USA har fastsatt følgende normer for bly i luften (15).

Midlingstid	Konsentrasjon	Merknad
3 måneder	1.5 µg/m ³	

USA har fastsatt et 3-måneders middel som er lik Vest-Tysklands årsmiddel. USA's norm er derved vesentlig mer restriktiv.

2.5 Fotokjemiske oksydanter

Luftkvalitetsnormer i forbindelse med fotokjemiske oksydanter går enten på konsentrasjonen av oksydantene selv, vanligvis representert ved konsentrasjonen av ozon, eller på primærkomponentene, som i første rekke er nitrogendioksyd og reaktive hydrokarboner.

I tabell 5 er de enkelte normer som er satt i forbindelse med oksydanter gitt.

Tabell 5: Oversikt over luftkvalitetsnormer satt i forbindelse ved dannelse av fotokjemiske oksydanter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Fotokjemiske oksydanter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Reaktive hydrokarboner $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Merknad
	1 time	8 timer	24 timer	år	3 timer (kl 06-09)	
WHO	120	60				Recommended longterm goal, 1972 (2)
USA	160				160	Prim. and sec. air quality standard 1971 (3) Dokumentasjon: ref. (15)
Canada	100		30			Max. desirable level } Clean Max. acceptable level } Air Max. tolerable level } Act
	160		50	30		
	300					
Japan	120*					
Rijnmond	200					Fase 2
Nederland	400					Fase 3
Alarm-nivåer	600					Fase 4

* Egentlig gitt som 0.06 ppm. Omregnet til $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved å anta at alt er ozon, O_3 .

Fotokjemiske oksydanter

Bortsett fra Canadas "maximum desirable level", er WHO's "long term recommendation" og Japans norm de mest restriktive. USA og Canada (max. acceptable level) er på linje med hverandre. Alarmnivåene i Rotterdam (Rijnmond) begynner (fase 2) på et nivå som er noe høyere enn USAs norm.

Primærkomponenter

USA har satt en norm for høyeste tillatte konsentrasjon av reaktive hydrokarboner, målt som middelkonsentrasjon i perioden 06-09 om morgenen. Utslipp i denne perioden kan føre til fotokjemisk oksydantdannelse senere på en solrik dag.

2.6 Svoveldioksyd, SO₂

Tabell 6 viser SFT's forslag til veiledende miljøstandarder for SO₂ i luft. Tabell 7 indikerer den sikkerhetsmargin som er innebygd i verdiene. Som nevnt for sotverdien av svevestøv, må nivået og normene for SO₂ og sot ses i sammenheng.

Tabell 6: Grenseverdier for svoveldioksyd (SO₂).
(Forslag SFT, 1977.)

Midlingstid	Grenseverdi (µg/m ³)	Anmerkning
6 måneder	60	Aritmetisk middelvei i en vilkårlig 6 mnd. periode
24 timer	200	Bør ikke overskrides i mer enn 2% av tiden i en vilkårlig 6 mnd. periode og ikke som en sammenhengende periode
1 time	400	Bør ikke overskrides mer enn 1% av tiden i en vilkårlig 30 dagers periode

Tabell 7: Verdens helsorganisasjons ekspertgruppes kriterier for luftkvalitet med hensyn på SO₂ og sot.

Forurensning	Overdødlighet Økt antall sykehus- innleggelse	Tilstandsforverring hos pasienter med lungesykdommer	Påvirkning av åndings- funksjonen	Nedsatt sikt, ubehags- effekter
Svoveldioksyd	500 µg/m ³ døgnmiddel- verdi	500-250 µg/m ³ døgnmiddelverdi	100 µg/m ³ årsmiddel- verdi	80 µg/m ³ geometrisk årsmiddel- verdi
Sot ¹⁾	500 µg/m ³ døgnmiddel- verdi	250 µg/m ³ døgnmiddel- verdi	100 µg/m ³ årsmiddel- verdi	80 µg/m ³ geometrisk årsmiddel- verdi

1) Målt ifølge British Standard Procedure som er en reflektrometrisk bestemmelse ved hjelp av svertingsgraden på en filterprøve.

3 REFERANSER

- (1) Nordisk Seminar: Forurensninger og de hjerte- og lungesyke.
Nordisk Medicin, 89, 313-328, (1974).
- (2) Air quality criteria and guides for urban air pollutants.
Geneva 1972. (World Health Organization. Technical Report Series no. 506.)
- (3) National primary and secondary ambient air quality standards.
Washington D.C. US Environmental Protection Agency. Federal Register, 36, No. 84, (1971).
- (4) Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Bonn, Der Bundesminister des Innern, 28. august 1974.
(GMBI 1974 S. 426,452.)
- (5) Personlig meddelelse fra Byråsjef Dreissigacher, det Vest-tyske Innenriksdepartement, Bonn, via den Norske Ambassade i Bonn.

- (6) Development of environmental protection in Japan. Tokyo, Ministry of Foreign Affairs, 1975.
- (7) Air quality criteria for carbon monoxide. Washington D.C., 1970. (US Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-62.)
- (8) Knelson, J.H. Discussion of the carbon monoxide standards for the Federal German Republic. *Staub - Reinhalt. Luft*, 32, 4 (1972).
- (9) Air quality criteria for nitrogen oxides. Washington D.C., 1971. (US Environmental Protection Agency, Publ. No. AP-84.)
- (10) Methods of measuring air pollution. Paris, OECD, 1974.
- (11) VDI-Richtlinien, Maximale Immissionswerte. Düsseldorf, 1974. (Vereinigte Deutsche Ingenieure, VDI 2310.)
- (12) EPAs position on health implications of airborne lead. Washington, D.C., 1973. (US Environmental Protection Agency.)
- (13) Griffin, T.B. et al. Clinical studies on men continuously exposed to airborne particulate lead. Institute of Comparative and Human Toxicology. Albany Medical College, Albany, New York.

- (14) Knelson, J.H. et al. The role of clinical research in establishing standards for atmospheric lead. *Staub-Reinhalt. Luft*, 33, 446-448 (1973).
- (15) US Environmental Protection Agency. National primary and secondary standards for lead. *Federal Register*, 43, 46246 (1977).

**NILU**

TLF. (02) 71 41 70

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
ELVEGT. 52.

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 19/80	ISBN--82-7247- 287-2
DATO JUNI 1980	ANSV.SIGN. OFS	ANT.SIDER 58
TITTEL Regulering av Smestadkrysset. Vurdering av luftkvaliteten.		PROSJEKTLEDER K.E.Grønskei
		NILU PROSJEKT NR 24978
FORFATTER(E) K.E. Grønskei		TILGJENGELIGHET ** B
		OPPDRAAGSGIVERS REF.
OPPDRAAGSGIVER Oslo Veivesen		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Luftforensninger		Veitrafikk Smestadkrysset
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Luftkvaliteten i området ved Smestadkrysset etter reguleringen er vurdert ved hjelp av beregnede konsentrasjoner. Utslippene er estimert på grunnlag av trafikkprognoser, og spredningen er estimert på grunnlag av vindmålinger i Oslo, samt spredningsparametre som er tilpasset utslippene fra trafikkanlegg. En ca 50 m bred sone omkring veien vil være forurenset over rådgivende normer for god luftkvalitet. Resirkulasjonen i parallelle aksialventilerte tunneler er estimert på grunnlag av sporstoffundersøkelser.		
TITLE Traffic regulation in Smestad crossing. Evaluation of air quality.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) The air quality in the area of Smestad crossing after the regulation is evaluating using calculated concentrations. The emission is estimated from traffic data, and dispersion is estimated using wind data from Oslo and dispersion parameter tested for similar emission conditions. A 50 m zone along the road is polluted above air quality standards. The recirculation in paralell axial ventilated tunnels is estimated based on tracer experiments.		

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