

NILU OR: 59/92

NILU OR : 59/92
REFERANSE : O-92040
DATO : AUGUST 1992
ISBN : 82-425-0399-0

Befolkningseksponering for luftforurensninger

K.E. Grønskei, L.O. Hagen og S. Larssen

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
2 DATAGRUNNLAG OG VURDERINGSMETODE	8
2.1 Datagrunnlaget	8
2.2 Midlingstid og maksimalkonsentrasjoner	13
2.3 Maksimalkonsentrasjoner ved veier	14
2.4 Sammenhengen mellom sot og PM _{2.5}	18
2.5 Sammenhengen mellom sot og PM ₁₀	19
2.6 Utbredelse av forurensningskonsentrasjoner i byområder	21
3 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR OZON ..	22
3.1 Stor skala	23
3.2 Byskala	24
3.3 Liten skala	24
4 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR NITROGEN- DIOKSID	25
4.1 Stor skala	25
4.2 Byskala	25
4.2.1 Vurdering av timemidlete NO ₂ konsentrasjoner over 100 µg/m ³	26
4.2.2 Vurdering av døgnverdi for NO ₂ -konsentrasjoner over 100 µg/m ³	26
4.2.3 Vurdering av EFs veiledende verdier for NO ₂ ..	28
4.3 Liten skala	29
5 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR SVEVESTØV	30
5.1 Stor skala	31
5.2 Byskala	31
5.2.1 Vurdering av forslag til anbefalte grenseverdier for svevestøv	34
5.2.2 Vurdering av forslag til anbefalte grenseverdier for PM ₁₀	35
5.3 Liten skala	36

6	OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR SO ₂ ...	37
6.1	Stor skala	37
6.2	Byskala	38
6.3	Liten skala	39
6.3.1	Vurdering av EFs grenseverdi for SO ₂	39
7	OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR CO	41
7.1	Stor skala	41
7.2	Byskala	41
7.3	Liten skala	42
8	OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR FLUORIDER	42
9	REFERANSER	43
	VEDLEGG A: Forslag til anbefalte grenseverdier	45
	VEDLEGG B: Tabeller over konsentrasjonsnivåer av NO ₂ , PM _{2.5} , PM ₁₀ , sot og SO ₂	49
	VEDLEGG C: Sammenhengen mellom utslipp av små partikler og utslipp av NO ₂ ved hovedveiene	59
	VEDLEGG D: CO- og O _x (NO ₂ + O ₃) konsentrasjoner på by- skala som anvendes ved beregninger av konsen- trasjonene ved gater og veier	63
	VEDLEGG E: Sammenhengen mellom kumulativ arealfordeling og kumulativ befolkningsfordeling i byområder	67

SAMMENDRAG

En arbeidsgruppe oppnevnt av Statens forurensningstilsyn har foreslått nye anbefalte grenseverdier for NO_2 , SO_2 , svevestøv, CO, ozon og fluorider i luft (SFT-rapport 92/16).

Antall personer som bor i områder der nivået av luftforurensninger overskrider de anbefalte grenseverdier for luftkvalitet, er vurdert på grunnlag av NILUs overvåkingsmålinger og kjennskap til omfanget og utbredelsen av luftforurensninger fra ulike kildegrupper.

For å belyse omfanget av forurensninger også på liten skala er det i tillegg beregnet antall personer som bor langs sterkt trafikkerte veier i byområder og som kan utsettes for overskridelser av anbefalte grenseverdier på grunn av utslipp fra biltrafikken. Forurensninger ved enkelte industrianlegg er også vurdert, dels ved målinger, dels ved beregninger.

Følgende forurensningskomponenter er vurdert:

- ozon (O₃)
- nitrogendioksid (NO₂)
- svevestøv (PM_{2.5} og PM₁₀)
- svoveldioksid (SO₂)
- karbonmonoksid (CO)
- fluorid (F)

Det er også utarbeidet prognoser for antall personer som bor i områder der forurensningskonsentrasjonene er over angitte grenseverdier i år 2005 basert på data for endringer i utslippet fra biltrafikken og på grunnlag av Vegvesenets trafikkprognoser. Det er ikke regnet med endringer for de andre kildegruppene.

Forurensningsproblemene er behandlet ved å referere til den arealmessige utstrekningen av høye forurensningskonsentrasjoner. Stor skala (langtransporterte forurensninger), byskala

Tabell A: Antall personer som bor i områder der nivået av luftforurensninger overskrider gitte konsentrasjoner. SFT-gruppens anbefalte grenseverdier er markert med understrekning. I tabellen betyr -: det forekommer ikke overskridelser på den aktuelle romskalaen. Åpent: det forekommer overskridelser av gitte konsentrasjoner på større skala og den mindre skalaen er ikke vurdert.

Komponent			Stor skala (pers.)	Byskala (10 ³ pers.)			Liten skala (10 ³ pers.)			
	Kons.	Midl. tid		1992	2005	Årsak	1992	2005	Årsak	
O ₃	<u>100 µg/m³</u> 150 "	1 time ¹⁾ 1 time	ca. 4 mill. ca. 3 mill.							
NO ₂	<u>50 µg/m³</u>	6 mndr. døgn ²⁾		(0)	(0)	Trafikk			Trafikk	
	<u>75 "</u>			660	390					
	100 "	døgn	-	210	42					
	135 "	døgn ³⁾	-	73	0					
	200 "	døgn	-	0	0					
	200 "	time	-				32	(12)		Trafikk
	200 "	98%-time	-	-	-		1,2	1,0		Trafikk
135 "	98%-time ³⁾	-	73	0	-	-				
PM _{2.5} /sot PM ₁₀	<u>30 µg/m³</u>	6 mndr.	-	0	0	} Trafikk Vedfyring Industri			Trafikk	
	<u>70 "</u>	døgn ⁴⁾	-	700	340					
	40 "	6 mndr.	-							
SO ₂	<u>90 µg/m³</u>	døgn	-	29	29	Industri			Industri	
	350 "	98% døgn	-	0	0		0	0		
	<u>400 "</u>	15 min	-	0	0	Industri	18	18	Industri	
CO	<u>10 mg/m³</u>	8-timer	-	-	-		31	(3,5)	Trafikk	
	<u>25 mg/m³</u>	time	-	-	-		4,4	0,8	Trafikk	

- 1 100 µg O₃/m³ overskrides anslagsvis 3 prosent av tiden i Sør-Norge, anslagsvis 1 prosent av tiden i Nord-Norge.
- 2 Anbefalte grenseverdier vil overskrides ca. 25 prosent av tiden i sentrum av de største byene. I de små byene vil overskridelsene bare finne sted i noen spesielle situasjoner eller ved sterkt trafikkerte gater.
- 3 I Oslo og Bergen vil det også kunne forekomme overskridelser av EFs veiledende grense for 98-prosentilen av timeverdiene på 135 µg NO₂/m³ i et mindre område i sentrum av byene. Samtidige måleserier av døgnmiddelverdier og timemiddelverdier indikerer at 98-prosentilen av timeverdier over 135 µg NO₂/m³ i mange områder tilsvarer en "maksimal" døgnverdi på 135 µg NO₂/m³.
- 4 Anbefalte grenseverdier for døgnkonsentrasjoner under 70 µg/m³ er strengere enn halvårsmiddelkonsentrasjoner under 40 µg/m³. Overskridelsene vil finne sted anslagsvis 20% av tiden i vinterhalvåret i de største byene. I småbyene vil overskridelsene bare forekomme på enkeltdager med dårlige spredningsforhold i vinterhalvåret.

og liten skala er behandlet. Liten skala omfatter områder ved hovedveier og ved enkeltstående industrianlegg. Forurensninger på byskala skyldes vanligvis flere kildegrupper som sammen forårsaker høye luftkonsentrasjoner. Biltrafikken er på byskala generelt hovedkilde til CO, NO₂ og partikler (PM), mens oljefyring er hovedkilden til SO₂.

For hver komponent er årsaken til overskridelsene angitt. Når det forekommer overskridelser på byskala, kan mange personer utsettes for konsentrasjoner over de anbefalte grenseverdiene. Når det forekommer overskridelser på liten skala, som ved sterkt trafikkerte veier, kan disse personene utsettes for de høyeste overskridelsene av de anbefalte grenseverdiene, og hyppigheten av overskridelsene vil være størst i områder ved de sterkeste trafikkerte veiene i byer hvor det også forekommer overskridelser på byskala. Antall personer som bor i områder hvor de anbefalte grenseverdiene for luftkvalitet vil bli overskredet, er gitt i tabell A.

BEFOLKNINGSEKSPONERING FOR LUFTFORURENSNINGER

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har fått i oppdrag av Statens forurensningstilsyn (SFT) å beregne antall personer som utsettes for konsentrasjoner av luftforurensninger over spesifiserte nivåer (angitt spesielt for hver komponent). Det er gjort en følsomhetsvurdering når det gjelder beregningene for NO_2 . For hver komponent er det for de områder hvor dette er mulig, angitt hovedkilder til en eventuelle overskridelser, slik at det fremgår hvorvidt overskridelser i et område skyldes hovedsakelig én eller flere kilder.

De anbefalte grenseverdiene er vist i vedlegg A.

De anbefalte grenseverdiene er formulert som maksimale konsentrasjonsverdier som ikke bør overskrides. Målinger har vist at enkelte maksimalverdier kan forekomme på grunn av spesielle forhold som f.eks. enkeltutslipp. En undersøkelse av de høyeste måleverdiene for NO_2 i åtte byer er vist i kapittel 2, og en beskrivelse av hvordan maksimalkonsentrasjoner er anvendt i forbindelse med beregningene gjort i denne rapporten er lagt frem. Resultatene er presentert for hver av komponentene.

2 DATAGRUNNLAG OG VURDERINGSMETODE

2.1 DATAGRUNNLAGET

Forurensningskonsentrasjoner varierer med tiden og i rommet, og problemene er inndelt etter den arealmessige utstrekning av konsentrasjonsnivåene.

Stor skala : ~50-1 000 km

Byskala : 500 m-50 km

Liten skala: 10-500 m.

Konsentrasjonene på de ulike skalaene er additive, slik at konsentrasjonene på grunn av lokale utslipp legges til bakgrunns-konsentrasjoner på større skala.

Stor skala: 50-1 000 km

Forurensningene med stor utstrekning i Norge skyldes langtransporterte forurensninger (utslippene skjer hovedsakelig utenfor Norges grenser). Konsentrasjonene kvantifiseres ved målinger i bakgrunnsområder langt fra lokale utslipp. For SFT utfører NILU målinger av forurensningsinnholdet i nedbør og luft på 36 bakgrunnsstasjoner. Foruten EMEP-målinger på 8 stasjoner utføres det også målinger for skogovervåking og for overvåking av tilførsel av forurensninger fra luft til vann på bakgrunnsstasjonene.

Når det gjelder effekter på helse vurdert på grunnlag av de anbefalte grenseverdiene, er det bare ozonkonsentrasjoner på stor skala som har verdier over de anbefalte grenseverdiene. Resultatene publiseres i årsrapporter (Statens forurensningstilsyn). Tabell 1 viser maksimale døgnmiddelverdier for SO₂, sulfat, NO₂ og ozon registrert på målestasjonene. Disse data er benyttet til å angi maksimale bakgrunnskonsentrasjoner på stor skala som må adderes til beregnede konsentrasjoner som følge av lokale utslipp.

På grunnlag av dette er verdiene i tabell 2 valgt som typiske maksimalverdier i ulike landsdeler på grunn av forurensning på stor skala.

Tabell 1: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 , SO_4^{2-} (sulfatpartikler), NO_2 og O_3 på norske bakgrunnstasjoner i 1990 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sted	Kommune	SO_2	SO_4	NO_2	O_3
Birkenes	Birkenes	19,0	16,2	32,2	168
Søgne	Søgne	13,6	15,9	41,4	-
Skreådalen	Sirdal	28,4	20,1	26,3	-
Valle	Valle	6,4	13,5	16,4	170
Prestebakke	Halden	12,2	12,9	34,8	188
Lardal	Lardal	4,6	10,2	24,0	-
Nordmoen	Nannestad	7,8	17,4	43,7	180
Gulsvik	Flå	5,0	17,4		
Osen	Åmot	8,8	12,6	14,5	156
Nausta	Naustdal	4,0	16,2		
Kårvatn	Surnadal	3,4	11,7	9,2	130
Tustervatn	Hemnes	18,2	10,5	20,0	138
Jergul	Karasjok	33,2	8,4	9,2	146
Svanvik	Sør-Varanger	66,4	12,9	25,2	126
Ny-Ålesund	Svalbard	5,4	4,5		-
Zeppelinfjellet, Ny-Ålesund	Svalbard	7,8	3,6		116
Jeløy	Moss				194
Langesund	Bamble				185
Klyve	Porsgrunn				190
Voss					202

Tabell 2: Typiske maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 , SO_4^{2-} (sulfatpartikler) og NO_2 i ulike deler av landet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Område	SO_2	SO_4^{2-}	NO_2
Sørlandet/Sørvestlandet	15	15	30
Oslofjordområdet, vest	5	15	25
Oslofjordområdet, øst	10	15	30
Østlandet nord for Oslo	5	15	20
Vestlandet	5	15	10
Trøndelag	5	10	10
Nord-Norge	5	10	10

Byskala: 1-50 km

NILU utfører målinger i 26 byer og tettsteder som en del av SFTs overvåkingsprogram. Målingene utføres som døgnmiddelværdier av SO₂-, NO₂-, sot-, bly- og PAH-konsentrasjoner. Resultatet av målingene publiseres i kvartals- og årsrapporter av Statens forurensningstilsyn (SFT).

SFT utfører videre overvåkingsmålinger i Skien/Porsgrunnsområdet (Grenland) som rapporteres i egne måneds- og årsrapporter (Statens forurensningstilsyn).

Lokalisering og eksponering av målestasjoner er beskrevet av Hagen et al. (1990).

Ved en tidligere klassifisering av tettsteder med tanke på forurensningsbelastning ble alle tettsteder over 7 000 innbyggere i 1980 vurdert (Hagen og Schjoldager, 1986). For å være sikker på å få med alle tettsteder som kan være forurenset, har en også i dette prosjektet tatt med alle tettsteder over 7 000 innbyggere, og da med basis i folke- og boligtellingsdata i 1990. Tabell 3 viser folketallet i alle tettsteder med over 7 000 innbyggere i 1990.

Tabell 3: Folketall i tettsteder med mer enn 7 000 innbyggere i 1990 (Statistisk sentralbyrå, 1992).

Oslo*	679 100	Harstad	15 600
Bergen	187 400	Gjøvik	15 500
Trondheim	130 500	Kongsberg	15 000
Stavanger	75 600	Askøy	14 400
Drammen	58 800	Narvik	13 900
Kristiansand	54 300	Ski	11 300
Fredrikstad	50 200	Askim	11 300
Tromsø	41 700	Kongsvinger	10 800
Sarpsborg	39 800	Elverum	10 700
Tønsberg	38 300	Hønefoss	10 600
Porsgrunn	35 200	Steinkjer	10 000
Sandefjord	32 700	Leirvik	9 800
Sandnes	32 600	Alta	9 600
Haugesund	32 300	Mosjøen	9 400
Bodø	30 300	Stjørdalshalsen	9 400
Moss	29 400	Nesoddtangen	9 200
Skien	29 300	Mandal	8 700
Hamar	27 600	Drøbak	8 500
Arendal	25 000	Namsos	8 400
Ålesund	23 700	Osøyro	8 400
Larvik	20 600	Spjelkavik	8 400
Halden	20 100	Notodden	8 300
Mo i Rana	19 100	Vennesla	8 300
Kristiansund	17 100	Brumunddal	7 900
Molde	16 800	Grimstad	7 600
Lillehammer	16 800	Egersund	7 400
Horten	16 000		

* Inkluderer bl.a. Lillestrøm-Strømmen og Asker-Bærum som behandles som egne tettsteder.

I klassifiseringen i 1986 ble ytterligere 39 steder vurdert på grunnlag av utslipp fra industri. Som resultat av denne klassifiseringen og det som er kjent om utslipp og luftkvalitet på disse stedene, er 15 steder vurdert i dette prosjektet. Innbyggertallet i 1990 på disse stedene er gitt nedenfor:

Brevik	2 000	Svelgen	1 400
Eydehavn	3 500	Sunnalsøra	3 900
Karmøy ¹	6 500	Orkanger	5 900
Sauda	4 700	Kopperå	200
Odda	6 000	Glomfjord	1 300
Ålvik	700	Straumen	900
Høyanger	1 700	Sør-Varanger ³	9 000
Årdal ²	6 000		

1 Nærområdet ved aluminiumverket, inkl. Kopervik.

2 Omfatter Øvre Årdal og Årdalstangen og området mellom.

3 Sør-Varanger kommune øst for Neiden.

Liten skala: 10 m-1 km

I nærheten av betydelige utslipp nær bakken vil det forekomme høye forurensningskonsentrasjoner. Det er vanligvis veitrafikken som forårsaker høye lokale konsentrasjoner på grunn av forurensninger i eksosen fra bensin- og dieselkjøretøyer. Konsentrasjonene avtar nesten eksponentielt med avstanden fra veien og vil gradvis nærme seg bakgrunnsverdiene på grunn av utslipp på større skala.

Forurensningskonsentrasjonene nær veier er overvåket ved målinger nær to typiske gater i Oslo i perioden fra 1980 til 1989. Resultatet av målingene er sammenfattet av Larssen og Gustavsen (1991). På grunnlag av målinger fra Oslo og fra andre byer i Norden er det utviklet beregningsmetoder for maksimalkonsentrasjoner ved sterkt trafikkerte gater og veier (Larssen, 1984).

For Vegdirektoratet har NILU utviklet et beregningsprogram (VLUFT) som gir maksimalkonsentrasjoner ved de enkelte veistrekingene samt hvor mange mennesker som utsettes for disse konsentrasjonene i sine boliger. Torp et al. (1991) har gitt en brukerveiledning for programmet. Beregningsprogrammet er benyttet for følgende byer og tettsteder (TP-10-byene):

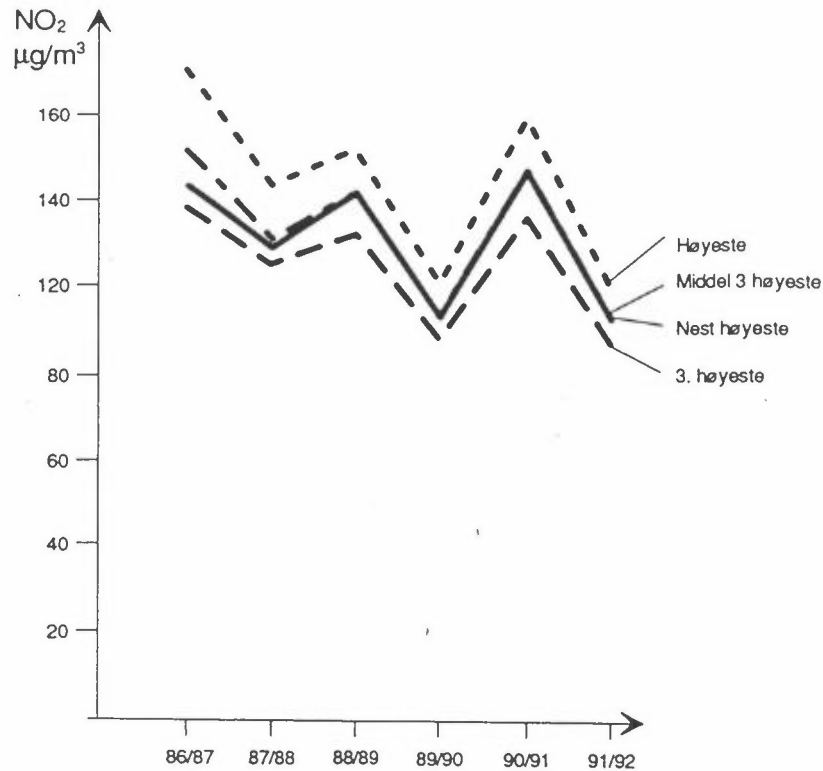
Oslo/Akershus
Nedre Glomma (Sarpsborg-Fredrikstad)
Kristiansand
Tønsberg
Grenland (Skien-Porsgrunn-Brevik)
Drammen
Trondheim
Tromsø
Stavanger
Bergen

Beregningsresultatene er vist i tabell 4, og disse er brukt i denne undersøkelsen. En samlet rapport om resultatene vil bli utarbeidet når samtlige data foreligger.

2.2 MIDLINGSTID OG MAKSIMALKONSENTRASJONER

Forurensningskonsentrasjoner varierer på grunn av utslippsvariasjoner og variasjoner i spredningsforholdene. Figur 1 viser (som eksempel) maksimale døgnmiddelverdier for NO₂-konsentrasjonen, midlet over åtte målestasjoner i overvåkingsprogrammet. Det er avsatt kurver for hver av de tre høyeste middelverdiene fra disse målestasjonene. Kurvene viser at det er variasjoner fra år til år. Det ble ikke funnet en klar sammenheng mellom klimaforhold og variasjoner i maksimale NO₂-konsentrasjoner fra år til år.

Figur 1 viser at konsentrasjonene vinteren 1990/91 ga de de nest høyeste konsentrasjonene som er målt disse seks årene. Middelverdien av de tre høyeste verdiene ligger nær den nest høyeste måleverdien. For å unngå å betrakte de absolutt høyeste målte verdier som kan være påvirket av ekstremt dårlige spredningsforhold, ble det valgt å benytte middelverdien av de tre høyeste måleverdiene, når en sammenlignet konsentrasjonsmålinger med anbefalte grenseverdier. Denne verdien ble valgt i samråd med oppdragsgiver. En skal være klar over at i løpet av denne 6-års perioden ble det i tre av årene målt høyere verdier enn den som velges som sammenligningsgrunnlag mot de anbefalte grenseverdiene.



Figur 1: Maksimalkonsentrasjoner av NO₂ midlet for åtte stasjoner i vinterperiodene 86/87-90/91.

2.3 MAKSIMALKONSENTRASJONER VED VEIER

For trafikk- og utslippsforhold i 1992 ble det utført beregninger (med VLUFTE) av maksimale NO₂- og CO-konsentrasjoner ved veier. Maksimale timekonsentrasjoner beregnet som følge av utslipp ved veier ble redusert med 20%, og disse verdiene ble sammenlignet med de anbefalte grenseverdiene. Reduksjonsfaktoren ble bestemt på grunnlag av samme vurderinger som beskrevet i kapittel 2.2.

Beregningsresultatene for 1992 er vist i tabell 4 for CO og NO₂.

Tabell 4: Forurensninger ved hovedveier i 1992 og i 2005 (TREND-alternativet). Antall personer (N) utsatt for konsentrasjoner over angitte grenser (timesmiddel) er angitt. Konsentrasjonsgrensene er angitt og antall personer som bor i områder karakterisert av maksimale konsentrasjoner over angitt grenser i 1992. I parantes er angitt antall personer som er utsatt for tilsvarende konsentrasjoner i 2005.

Byområde	N Innbyggere	Q CO tonn CO/år	Q (2005) Q (1992) %	Q NO _x tonn NO _x /år	Q (2005) Q (1992) %	N 1992 (2005) C CO				N 1992 (2005) C NO ₂				Plage Antall personer
						25 mg/m ³ Antall personer	15 mg/m ³ Antall personer	350 µg/m ³ Antall personer	200 µg/m ³ Antall personer	100 µg/m ³ Antall personer	100 µg/m ³ Antall personer			
Follo		3 440	45,5	1 298	66,0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	14 (10)	842 (617)	194 (158)			
Asker/Bærum	229 100	7 475	50,8	2 433	62,9	2 (0)	24 (10)	22 (36)	859 (982)	6 103 (5890)	1 741 (1741)			
Nedre Romerike		5 945	59,5	1 635	76,2	0 (0)	22 (0)	0 (0)	240 (14)	3 005 (1277)	815 (277)			
Oslo*	462 000	27 700	116,0	6 200	69,3	3 714 (631)	21 964(2746)	831 (196)	14 970 (4089)	37 512 (23271)	20 380(14145)			
Tønsberg	38 300	3 468		994		0 (0)	20	0 (0)	9	2 547	561			
Grenland	69 500	5 887	60,5	1 553	65,9	0 (0)	109 (0)	0 (0)	269 (70)	8 579 (6891)	1 838 (1525)			
Kristiansand	54 300	8 581	72,2	1 473	69,3	65 (145)	619 (259)	7 (211)	458 (281)	6 530 (2599)	1 553 (1119)			
Stavanger	75 600	8 181	55,8	2 473	54,6	0 (7)	384 (12)	2 (0)	504 (168)	12 749 (6497)	3 021 (1515)			
Bergen	187 400	12 153	78,8	3 214	72,2	19 (0)	2 006 (264)	2 (482)	4 517 (3658)	50 122 (31702)	13 813 (9320)			
Trondheim	130 500	8 421	58,0	2 028	54,1	460 (0)	2 273 (242)	22 (0)	2 145 (1148)	13 451 (8395)	4 186 (2502)			
Tromsø	41 700	2 286		543		0 (0)	75 (0)	0 (0)	158	1 619	435			
Drammen	58 800	3 488		775		0 (0)	251	0 (0)	607	7 595	1 981			
Nedre Glomma	90 000	5 828		1 742		0 (0)	132	6 (0)	216	5 690	1 407			
Langs riks- og fylkesveier utenom Oslo og Akershus		128 221		39 956		104	3 277	304	6 967	30 304	24 716			
Sum						4 364 (783)	31 156 (3533)	1196(>925)	31 933(>11000)	186 648(87139)	76 641 (32302)			

N: Antall personer som i 1992 og i 2005 utsettes for konsentrasjoner over angitte grenser.

Q CO: Årsutslipp av CO langs hovedveiene i hver av byene.

Q NO_x: Årsutslipp av NO_x langs hovedveiene i hver av byene.

* I Oslo er det utført beregninger for år 2015.

C : Konsentrasjon.

Tabellen gir data for antall personer som bor ved sterkt trafikkerte veier i 10 store byområder. Videre viser tabellen data for forurensningsforholdene langs fylkes- og riksveier i Norge, unntatt veiene i Oslo og Akershus. Data for riks- og fylkesveiene på landsbasis er utarbeidet av fylkenes veikontorer i samarbeid med Vegdirektoratet.

I små tettsteder er vanligvis de sterkest trafikkerte gatene og veiene, riks- og fylkesveier. Trafikkintensiteten på de kommunale veiene er oftest mindre. Data for riks- og fylkesveiene i tabell 4 antas å gi et estimat for samlet antall personer som er utsatt for forurensning fra biltrafikk på steder der det ikke er utført spesielle undersøkelser.

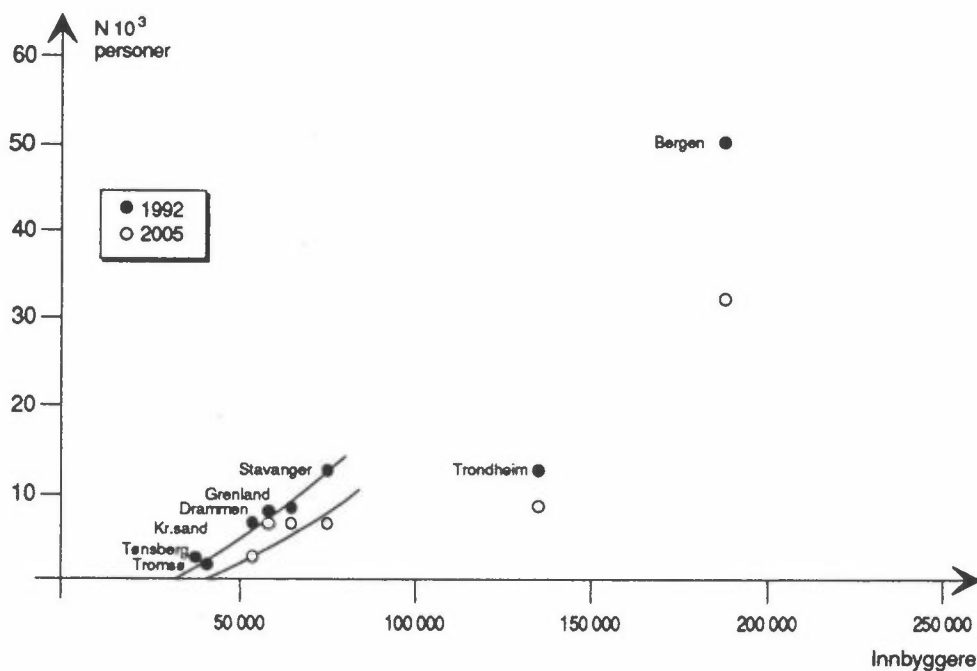
Figur 2 viser antall personer som utsettes for overskridelser av NO_2 ved sterkt trafikkerte veier i byer og tettsteder funksjon av innbyggertallet i hver by. Det er gitt en kurve for 1992 og en kurve for år 2005.

Antall innbyggere som utsettes for overskridelser øker proporsjonalt med innbyggertallet når det er større enn ca. 30 000. For de største byene varierer forholdene betydelig mer enn for de mellomstore byene, sannsynligvis på grunn av forskjeller i bystruktur og spredningsforhold.

I år 2005 reduseres antall personer som utsettes for overskridelser med 25-30 prosent i forhold til antall overskridelser i 1992. Reduksjonen skyldes reduserte NO_2 -utslipp ved innføring av katalysatorrensing av bileksosen.

I samtlige byer og spesielt i innlandsbyer med dårlige spredningsforhold viser målingene at større deler av byområdene kan belastes av høye NO_2 -konsentrasjoner. Ved dårlige spredningsforhold vil det være høye NO_x -konsentrasjoner ($>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) langt fra sentrum. NO_x -utslippene spesielt fra biltrafikk og fyring skjer vesentlig i form av NO -utslipp. NO reagerer raskt med ozon (O_3) i atmosfæren og danner NO_2 ($\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$). Ved høye ozon-konsentrasjoner kan det føre til overskridelser

av de anbefalte grenseverdiene for NO_2 . Dette fører til overskridelser også i boligområder som ikke er tatt med i beregningene av konsentrasjonene ved gater og veier.



Figur 2: Antall personer som utsettes for NO_2 -konsentrasjoner over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timeverdi ved sterkt trafikkerte veier som funksjon av innbyggertallet i byene.

For 10 norske byer er det utarbeidet planer for alternativ utbygging av boligområder og avvikling av trafikken.

TREND-alternativet betegner forholdene i 2005 dersom det ikke iverksettes spesielle tiltak for å styre utviklingen av biltrafikken. Beregningsresultatene i tabell 4 viser forurensninger med dagens trafikkforhold og forurensninger i 2005 som følge av trafikken i TREND-alternativet. Forurensningsutslippet langs de sterkt trafikkerte hovedveiene i byområdet og endringene i totalutslippet er beregnet. Beregningsresultatene er vist i tabell 4.

I områder hvor trafikken er den dominerende forurensningskilden, belyser dette en sannsynlig trend i utviklingen. På byskala vil konsentrasjonene også være avhengig av andre kildegrupper, som eksempelvis partikkelutslipp fra vedfyring i vinterhalvåret. Det er her antatt at de andre kildegruppene ikke endrer seg med tiden.

2.4 SAMMENHENGEN MELLOM SOT OG PM_{2.5}

Sot måles som svertningen av filtre ved en reflektometrisk metode ("OECD-metoden") i SFTs overvåkingsprogram. Når svertningen av filtrene skyldes bestemte kildegrupper, kan målingene benyttes til å angi konsentrasjonen av små partikler i luften. Tidsserier av samtidige målinger av sotverdier og målinger av partikkelkonsentrasjoner er benyttet til å vurdere konsentrasjonen av PM_{2.5} ut fra sotmålinger, som er mye mer utbredd enn PM_{2.5}-målinger.

I områder hvor biltrafikk og boligoppvarming er hovedårsaken til partikkelkonsentrasjonen kan sotmålingene benyttes til å angi konsentrasjonsverdier når partikkelkonsentrasjonen overskrider de anbefalte grenseverdiene.

Figur 3 viser samhørende måleverdier av PM_{2.5} og sot, ved en del målestasjoner i byer og tettsteder.

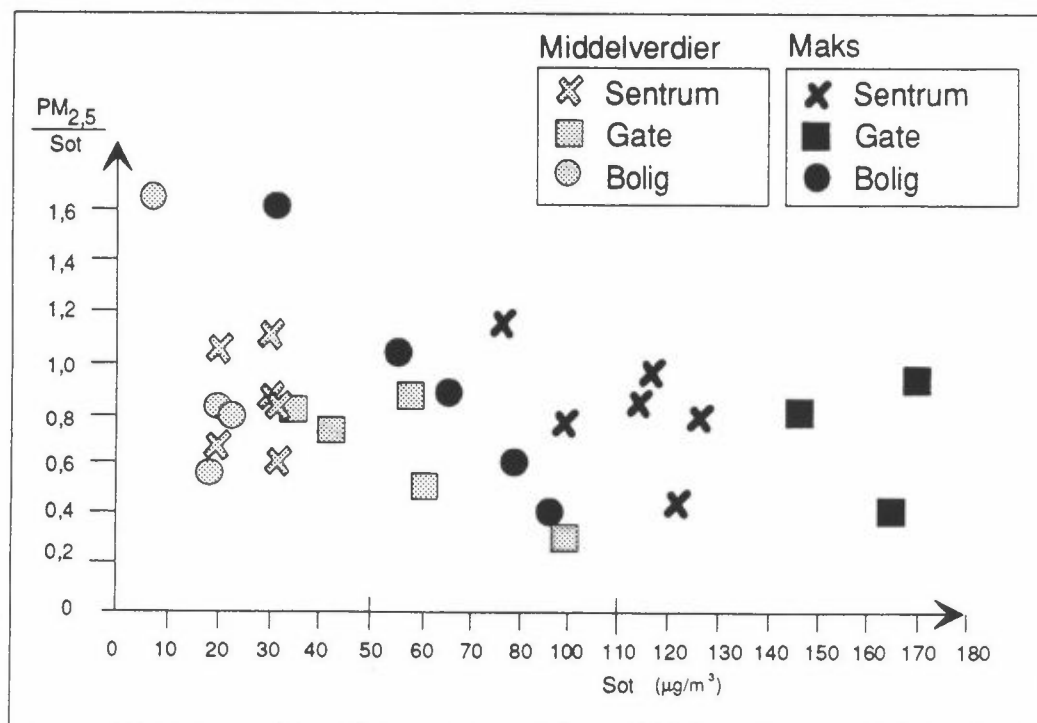
Fra dette materialet kan vi trekke følgende konklusjon:

- Når gjennomsnittsverdien av sot (gjennomsnitt over flere måneder) er i området 30-40 µg/m³, er forholdet mellom PM_{2.5} og sot lik 0,7-0,8. Dette innebærer at halvårsmiddelverdien av PM_{2.5} sannsynligvis vil overskride den anbefalte grenseverdien på 30 µg/m³, når langtidsmiddelverdien av sot overskrider ca. 40 µg/m³.

Dette gjelder ved gater og bysentra der biltrafikk og fyringsutslipp dominerer.

- På steder der utslipp fra industri dominerer, vil $PM_{2,5}$ kunne ligge vesentlig høyere enn sot, som f.eks. i Grenlandsområdet.

Målingene som ligger til grunn for figuren er gitt i vedlegg B.



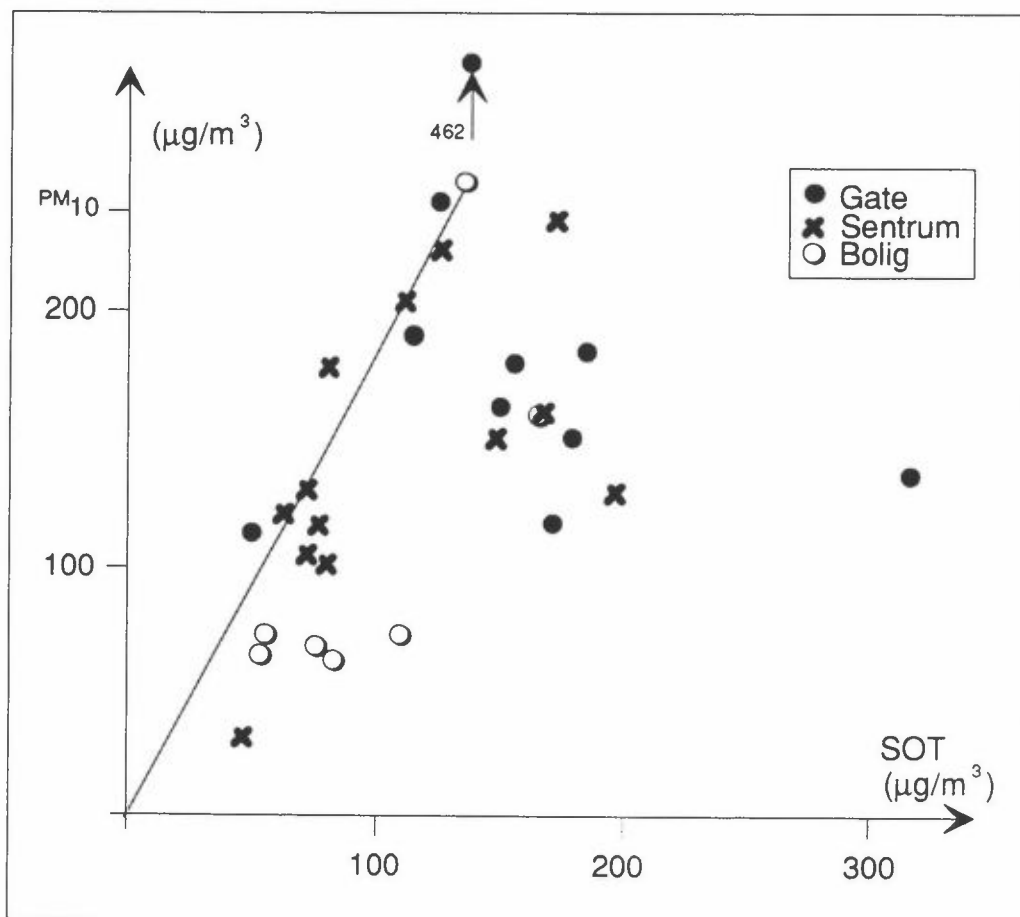
Figur 3: Forholdet mellom målinger av $PM_{2,5}$ og måling av sot avsatt som funksjon av sotkonsentrasjonen.

2.5 SAMMENHENGEN MELLOM SOT OG $PM_{1,0}$

Konsentrasjonen av inhalerbare partikler ($PM_{1,0}$) får bidrag både fra eksospartikler (sot og uforbrent drivstoff) og fra veistøv. På tørre vinterdager kan veistøvet dominere, og det er ofte på slike dager at de høyeste $PM_{1,0}$ -konsentrasjonene måles.

I figur 4 er måleverdier for PM_{10} og sot plottet for en rekke målestasjoner. Det er vist de maksimale døgnmiddelverdier for PM_{10} og sot som er målt på hvert målested i løpet av 1-3 måneder. Det er ikke nødvendigvis samtidige verdier.

Årsaken til maksimalverdiene for sot er ikke nødvendigvis de samme som til maksimalverdiene for PM_{10} . Store utslipp av partikler fra fyring og bileksos kan i kalde perioder med dårlige spredningsforhold føre til høye sotverdier. Episoder med høye PM_{10} -verdier uten at det samtidig er spesielt høye sotverdier, kan forekomme i perioder der bakken er tørr og nedsmusset av støv. Biltrafikk og annen aktivitet kan i slike perioder føre til høye PM_{10} -verdier ved opphvirvling av veistøv.



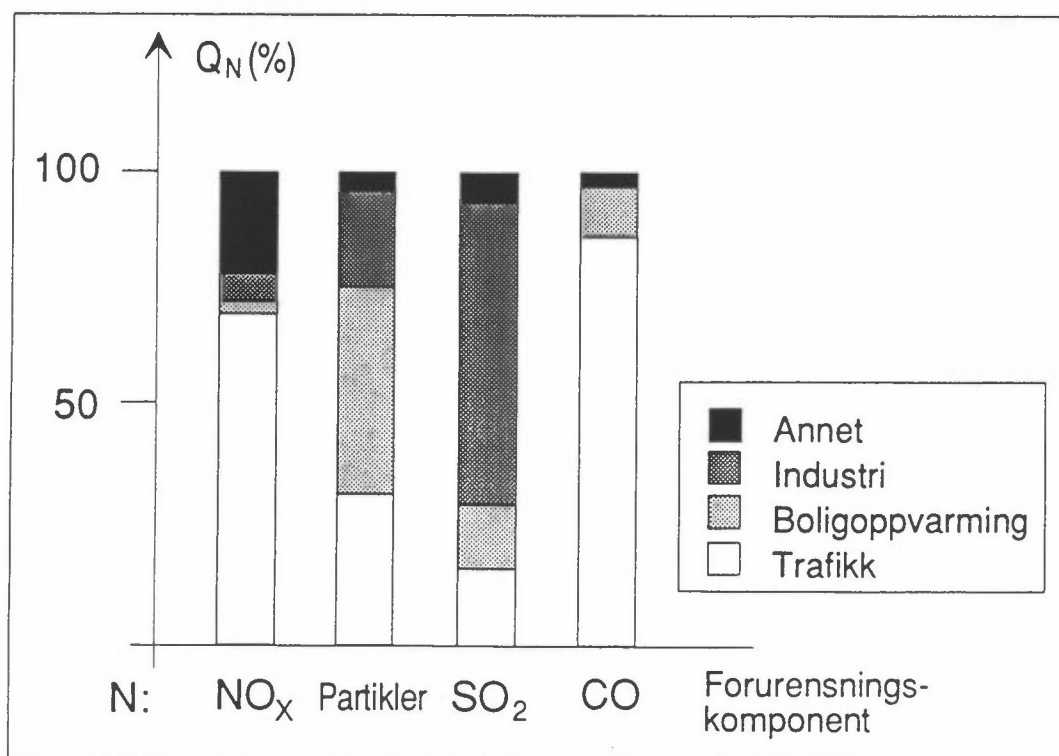
Figur 4: Samhørende verdier av maksimale døgnmiddelverdier av PM_{10} og sot. Observasjoner er tatt fra stasjoner som var lokalisert i gate, sentrumsområde og i boligområde.

På grunnlag av dataene vist i figur 4 trekker vi følgende konklusjon:

- Ved gater og i bysentra er det et forhold mellom maksimum PM_{10} og maksimum sot (døgnmiddelverdier) på typisk 1,8, dersom en vil ha med de høyeste PM_{10} -verdier som skyldes veistøvbidrag.
- I boligområder er det tilsvarende forholdstallet nærmere 1.0.

2.6 UTBREDELSE AV FORURENSNINGSKONSENTRASJONER I BYOMRÅDER

I et byområde er det flere kildegrupper som sammen forårsaker forurensningsproblemer. Utslippsdata fra basisundersøkelsene viser fordelingen av utslipp fra forskjellige kildegrupper i typiske norske byområder for ulike forurensningskomponenter. Figur 5 viser disse resultatene.



Figur 5: Forskjellige kildegrupper prosentvis andel av totalutslippet (Q) av ulike forurensningskomponenter i typiske norske byområder vinterstid.

I vedlegg B er det for hvert sted avmerket hvilke kildegrupper som gir de største bidragene til forurensningskonsentrasjonene. T betyr at biltrafikk er hovedårsaken til forurensningene. Tromsø, Oslo og Bergen er eksempler på slike områder.

I andre områder betyr industrien mer for enkeltkomponenter som f.eks. i Grenland der industrien forårsaker 80-90% av totalutslippene av SO_2 og partikler, 50-60% av NO_x og CO-utslippene. I tabellen er disse avmerket med I. Konsentrasjoner og utbredelse av forurensninger er i tillegg til utslippsmengde avhengig av utslippsforholdene. Eksempelvis vil industriutslipp fra høye piper belaste bakken noen kilometer fra utslippspunktet. I tillegg vil bidraget til konsentrasjonene ved bakken være lite ved svak vind og dårlige vertikale spredningsforhold. I slike forurensningsepisoder vil utslipp nær bakken, eksempelvis fra biltrafikken, bety mest for forurensningsbelastningen. Nær de sterkt trafikkerte veiene ut til en avstand på noen dekameter vil eksosutslippene fra bilene forårsake de høyeste konsentrasjonene.

I større avstand fra utslippene vil kildene bidra proporsjonalt med andelen av totalutslippene.

3 OVERSKRIDELSER AV DE ANBEFALTE GRENSEVERDIENE FOR OZON

Den anbefalte grenseverdien for ozon som timemiddelverdi er $100 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$. I episoder observeres overskridelser på grunn av generell forurensning i atmosfæren, som skyldes langtransporterte forurensninger.

Fotokjemiske oksidanter vil sannsynligvis ikke gi lokale forurensningsproblemer. Totalutslippene av nitrogenoksider og hydrokarboner på Østlandet kan i spesielle tilfeller føre til nydannelse av ozon ved påvirkning av sollys. Utviklingen av ozon-konsentrasjonen vil særlig være avhengig av utviklingen av det totale utslippet av nitrogenoksider. På europeisk skala

arbeides det for å stabilisere utslippene slik at videre økning i konsentrasjonsnivået kan unngås.

Høye ozonkonsentrasjoner i atmosfæren forekommer i episoder som karakteriseres av høye konsentrasjoner på stor skala. Episodene har tendens til å vedvare i lengre tid enn 8 timer. Antall episodenedøgn i året varierer fra 5 til 75 døgn.

3.1 STOR SKALA

Ozon-målinger i bakgrunnsområder fra Sør-Norge til Svalbard viser overskridelser av de anbefalte grenseverdiene. Målingene fra 1990 er vist i tabell 5. Målingene viser at i hele landet forekommer det overskridelser av $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 5: Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon over 100 , 120 , 150 og $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og høyeste timemiddelverdier 1990.

Målested	Totalt antall		$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Høyeste timeverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dato
Prestebakke	8724	365	225	28	60	9	6	2			188	90-08-04
Jeløya	8714	365	331	51	131	24	12	3			194	90-08-04
Nordmoen	8746	365	217	38	75	18	12	3			180	90-05-07
Osen	8588	359	201	27	65	11	2	1			156	90-05-07
Langesund	2618	112	344	41	109	20	9	3			185	90-08-04
Klyve	2599	110	283	45	100	22	13	4			190	90-08-04
Birkenes	8634	364	206	29	77	16	16	3			168	90-05-06
Valle	5884	250	181	27	61	10	20	4			170	90-05-06
Voss	5842	246	322	33	117	16	24	4	1	1	202	90-05-07
Kårvatn	7804	342	28	9	1	1					130	90-05-05
Tustervatn	7898	333	157	15	32	5					138	90-05-02
Jergul	8292	353	93	15	8	2					146	90-04-16
Svanvik	7889	331	49	7	4	1					126	90-04-26
Zeppelinfjellet	8506	357	15	3							116	90-04-17

Frekvensen av overskridelsene avtar med økende breddegrad. Overskridelser av $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forekommer vanligvis bare i Sør-Norge.

Det antas at de fleste av Norges innbyggere vil utsettes for overskridelser av $100 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ som timemiddelverdi, selv om O_3 -konsentrasjonen i byer vil være lavere, pga. lokale NO-utslipp (se nedenfor).

Timevise målinger fra bakgrunnsstasjonene viser at konsentrasjonsverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forekommer anslagsvis 3 prosent av tiden i Sør-Norge og anslagsvis 1 prosent av tiden i Nord-Norge.

3.2 BYSKALA

Utslippene av NO spesielt fra biltrafikken vil reagere med ozon og danne NO_2 . Ozon-konsentrasjonene blir derved lavere enn i bakgrunnsområdene. Byområdene i Norge er små og utslippene av nitrogenoksider og hydrokarboner fra biltrafikk og boligoppvarming vil ikke forårsake nydannelse av ozon bortsett fra i spesielle tilfeller. Det er få industriutslipp som fører til økte ozon-konsentrasjoner i og ved byområdene.

3.3 LITEN SKALA

I sterkt trafikkerte gater vil ozon-konsentrasjonene være meget lave. Industriutslipp som alene fører til overskridelser av de anbefalte grenseverdiene for ozon i Norge er ikke kjent. Enkeltkilder kan forårsake tilleggskonsentrasjoner på $10\text{--}50 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$.

4 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR NITROGEN-DIOKSID

Bare nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO₂) har interesse sett ut fra et lokalt forurensningssynspunkt. Eksosen fra bilmotorene inneholder hovedsakelig NO som gradvis går over til NO₂. Overgangen skjer raskere når det er ozon tilstede.

Katalysatoren på bilmotoren reduserer utslippene fra den enkelte bilen. Økningen i biltrafikken vil imidlertid til en viss grad oppveie utslippsreduksjonene som skyldes katalysatoren. Utslippsreduksjonen på grunn av innføring av katalysator vil få størst effekt på totalutslippet når hele bilparken er skiftet ut (omkring år 2005). Katalysatoren har størst effekt på NO (70-95% reduksjon) og mindre effekt på NO₂ (50-60% reduksjon).

4.1 STOR SKALA

Overskridelser er ikke registrert. På stor skala vil det eksistere fotokjemisk balanse mellom ozon, NO og NO₂. Bakgrunnskonsentrasjonen må tas med når lokale forurensningsproblemer skal vurderes.

4.2 BYSKALA

For NO₂ vil det forekomme overskridelser av anbefalte grenseverdier for timemiddelverdier og døgnmiddelkonsentrasjoner i en rekke norske byområder.

4.2.1 Vurdering av timemidlete NO₂-konsentrasjon over 100 µg/m³

Basert på måleresultater vist i vedlegg B og en vurdering av målestasjonenes representativitet har en anslått hvor stor andel av befolkningen i hvert av byområdene som er utsatt for overskridelser av timemidlete konsentrasjoner over 100 µg/m³ ved dagens utslippsmengder.

Tabell 6a viser et anslag for arealet i hvert byområde som er utsatt for overskridelser. Arealandelen vil vanligvis være knyttet til sentrumsområdet hvor boligtettheten er noe større enn i byenes utkantsoner. Det er benyttet middeltall for sammenhengen mellom arealandel og befolkningsandel fra sentrums-sonen og utover i randområdene. Middeltallene som er benyttet er vist i vedlegg E.

Målinger i Oslo indikerer et forhold mellom maksimal timekonsentrasjon og maksimal døgnmiddelkonsentrasjon på 1,5. Det betyr at timemidlete NO₂-konsentrasjoner i byområder på 100 µg NO₂/m³ overskrides før døgnmidlete NO₂-konsentrasjoner på 75 µg NO₂/m³. Måleseriene indikerer at i sentrum av de største byene vil det forekomme overskridelser i ca. 25% av dagene. I småbyene vil overskridelsene bare finne sted i noen spesielle situasjoner.

4.2.2 Vurdering av døgnmiddelverdi for NO₂-konsentrasjonen over 100 µg NO₂/m³

For å vurdere variasjonen i omfanget av overskridelser med variasjonen i konsentrasjonsnivå har en vurdert antall personer som utsettes for døgnmiddelverdier over 100 µg/m³. På grunnlag av målinger er det funnet overskridelser i byområder som vist i tabell, 6b.

Tabell 6a: Overskridelser av døgnmiddelverdi på $75 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ og timemiddelverdi på $100 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$. Andel av tettstedets areal og befolkning (%) og antall personer som bor i områder med overskridelser i 1992 og i år 2005.

S: ingen målinger, men det er sannsynlig at overskridelser forekommer i sentrumsområdet i spesielle situasjoner.

	Areal 1992 %	Befolkning 1992 %	Areal 2005 %	Befolkning 2005 %
Halden	10	15 3 000	0	0 0
Sarpsborg	30	40 16 000	15	20 8 000
Fredrikstad	30	40 20 000	15	20 10 000
Moss	30	40 12 000	15	20 6 000
Lillestrøm-Strømmen	30	40 11 000	15	20 5 500
Asker Bærum S	10	15 19 000	0	0 0
Oslo	50	60 270 000	30	40 180 000
Kongsvinger S	10	15 1 500	0	0 0
Elverum S	10	15 1 500	0	0 0
Hamar	15	20 5 500	0	0 0
Lillehammer	25	30 5 000	10	15 2 500
Gjøvik	15	20 3 000	0	0 0
Hønefoss S	10	15 1 500	0	0 0
Drammen	60	70 41 000	40	50 29 000
Tønsberg S	10	15 5 500	0	0 0
Porsgrunn	50	60 21 000	40	50 18 000
Skien	50	60 18 000	40	50 15 000
Kristiansand	15	20 11 000	0	0 0
Sandnes S	10	15 5 000	0	0 0
Stavanger	30	40 30 000	15	20 15 000
Bergen	40	50 94 000	30	40 75 000
Trondheim	30	40 52 000	15	20 26 000
Mo i Rana	15	20 4 000	0	0 0
Glomfjord	50	60 <1 000	40	50 <1 000
Tromsø	10	15 6 000	0	0 0
		657 500		391 000

Mulige steder: Kongsberg, Horten, Sandefjord, Larvik, Arendal, Haugesund, Ålesund.

Tabell 6b: Antall personer som utsettes for døgnmidlete NO_2 konsentrasjoner over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	1992			2005		
	Areal	Befolkning	Personer	Areal	Befolkning	Personer
Oslo	20%	25%	110 000	< 5%	5%	23 000
Drammen	30%	40%	24 000	0%	0%	0
Stavanger	10%	15%	11 000	0%	0%	0
Bergen	20%	25%	47 000	<10%	10%	19 000
Trondheim	10%	15%	20 000	0%	0%	0
			212 000			42 000

Maksimale døgnverdier opp mot eller rundt $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Fredrikstad og Lillestrøm-Strømmen (eventuelt overskridelse i et lite sentrums- område).

4.2.3 Vurdering av EFs veiledende verdier for NO₂

Timemiddelverdi: 135 µg NO₂ /m³ som 98-prosentil

Målingene er vurdert og det kan forekomme overskridelser i 10-15% av arealet i byområdene Oslo og Bergen som vist i tabell 6c.

Tabell 6c: Antall personer som utsettes for timemidlere NO₂-konsentrasjoner over 135 µg/m³ mer enn to prosent av tiden.

	1992			2005
	Areal	Befolkning	Personer	
Oslo	<10%	10%	45 000	Ingen overskridelser i år 2005. Kan være gateproblem
Bergen	10%	15%	28 000	
			73 000	

Når det gjelder antall personer som bor ved sterkt trafikkerte gater og veier, er disse tallene gitt i tabell 4.

Samtidige målinger av timemiddelverdier og døgnmiddelverdier i norske byer indikerer at 98-prosentilen av timemiddelverdier på 135 µg NO₂/m³ tilsvarer tilnærmet en maksimal døgnmiddelverdi på 135 µg/m³.

Medianverdi av timemiddelverdier: 50 µg NO₂ /m³ på årsbasis

NILUs målinger indikerer at en årsmiddelverdi på 50 µg NO₂/m³ tilsvarer en vintermiddelverdi (halvår oktober-mars) på 60-65 µg NO₂/m³.

Vinteren 1990-1991 nådde følgende gatestasjoner opp til dette nivået:

Lillehammer	66	$\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$
Drammen	73	"
Stavanger	67	"
Trondheim	62	"

Vinteren 1991-1992 hadde Drammen $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens alle de andre stasjonene var under $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Målingene tyder på at en årsmedian av døgnverdier på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ neppe overskrides på andre steder enn i de mest trafikkerte gatene. Eventuelt kan det være et lite område i Drammen.

4.3 LITEN SKALA

Selv om totalutslippene over et byområde ikke fører til overskridelser av anbefalte grenseverdier på byskala, kan det fortsatt forekomme overskridelser på liten skala. For å belyse dette problemet er det utført konsentrasjonsberegninger ved hovedveinettet basert på eksosutslipp i 1992 og i 2005.

Data i tabell 4 viser beregnet antall personer som er utsatt for overskridelser av NO_2 -konsentrasjoner ved sterkt trafikkerte veier. Dette er de personene som er utsatt for de høyeste konsentrasjonene av de forurensningskomponentene som følger med bileksosen.

Ca. 32 000 personer utsettes for timemidlete NO_2 -konsentrasjoner over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens 187 000 personer utsettes for maksimal timemiddelverdi over den anbefalte grenseverdien på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De fleste av disse personene vil samtidig være utsatt for CO-konsentrasjoner og konsentrasjoner av små partikler over de anbefalte grenseverdiene. De vil føle seg plaget av forurensninger.

I noen byområder fører fremlagte trafikkplaner til en reduksjon på over 50% av antall eksponerte personer frem til år 2005. I andre byområder er reduksjonen i antallet 30% avhengig av prognoser for trafikkøkningen og av planer for trafikkovervåkingen.

Ca. 76 000 personer ved hovedveier føler seg plaget av forurensninger i dag (se tabell 4). I fremtiden vil antallet gradvis reduseres, men det vil fortsatt være fler enn 30 000 personer som føler seg plaget av eksosforurensninger fra hovedveier. De personene som bor ved sterkt trafikkerte gater, er tatt med i antall personer som utsettes for overskridelser av anbefalte grenseverdier på byskala.

5 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR SVEVESTØV

Svevestøv kan fysikalsk og kjemisk ha forskjellige egenskaper. Prøvene av svevestøv er tatt med såkalte to-filter-prøvetakere. Disse skiller partiklene i to størrelsesklasser, partikler med diameter under $2,5 \mu\text{m}$ og partikler med diameter mellom $2,5 \mu\text{m}$ og $10 \mu\text{m}$. Partikler under $10 \mu\text{m}$ kalles inhalerbare. Partikler i grovfraksjonen ($2,5\text{-}10 \mu\text{m}$) avsettes i hovedsak i nese og svelg. Partikler med diameter under $2,5 \mu\text{m}$ (finfraksjonen) følger med luftstrømmen ned i lungene og kalles respirable partikler. Utslipp av sot og partikler fra eksos og fyring kan også danne belegg på overflater som biler, hagemøbler etc. i byer og tettsteder.

Boligoppvarming og eksosutslipp (spesielt fra dieserbiler) er hovedårsaken til overskridelser av den anbefalte grenseverdien som er gitt for døgn. Spesielle industriprosesser kan i enkelte tilfeller få dominerende påvirkning. Langtransporterte forurensninger har mindre betydning i store byer hvor overskridelsene er størst. Langtransporterte forurensninger kan imidlertid før til PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$ verdier over $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som maksimal døgnmiddelverdi.

5.1 STOR SKALA

Sulfatverdiene som er målt på bakgrunnsstasjonene danner grunnlag for fastsettelsen av bakgrunnskonsentrasjonen for $PM_{2.5}$ på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sulfat foreligger som små partikler og i perioder vil konsentrasjonen av små partikler være høyere. Eksempelvis forekom det situasjoner i løpet av helseundersøkelsen i Grenland i 1988 der bakgrunnskonsentrasjonen av små partikler var mellom 30 og $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som døgnmiddelverdi. Målingene viser ingen overskridelser av den anbefalte grenseverdien ($PM_{2.5} > 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som middel i 6 måneder) på stor skala.

5.2 BYSKALA

På grunnlag av målinger i byområdene er det anslått hvor mange personer som utsettes for konsentrasjoner over angitte konsentrasjonsverdier. Døgnverdier av $PM_{2.5}$ over $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og av PM_{10} over $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er vurdert, og resultatene er vist i tabellene 7a og 7b.

For PM_{10} vil det sannsynligvis forekomme betydelige overskridelser av anbefalte grenseverdier for døgnmiddelverdier ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i de fleste norske byområder på Østlandet og Sørlandet. Basert på måleresultater vist i vedlegg B og en vurdering av målestasjonenes representativitet har en anslått andelen av befolkningen i hvert av byområdene som er utsatt for overskridelser i dag.

Tabell 7a viser et anslag for arealet i hvert byområde som er utsatt for overskridelser samt et anslag for befolkningen basert på en "typisk" befolkningsfordeling i norske byer som er vist i vedlegg B. Det er anslått en reduksjon i utsatt areal på 20% i norske byer fra 1992 til år 2005. Dette er usikkert, og det er nødvendig med bedre anslag for lokale utslipp samt betydningen av bakgrunnskonsentrasjonene. Det er sannsynlig at høye konsentrasjoner av små partikler i dag hovedsakelig skyldes lokale utslipp fra trafikk og vedfyring. Når disse utslippene reduseres, vil bakgrunnskonsentrasjonene gradvis få større betydning på byskala.

Tabell 7a: Overskridelse av døgnmiddelverdi på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $\text{PM}_{2.5}$ (bestemt på grunnlag av reflektometriske sotmålinger). Andel av tettstedets areal og befolkning (%) og antall personer som bor i områder med overskridelser i 1992 og i 2005 er angitt for hvert byområde.

S: ingen målinger, med det kan sannsynligvis forekomme overskridelser i sentrumsområdet i spesielle situasjoner.

?: Tallene er usikre.

	Areal 1992 %	Befolkning 1992 %	Areal 2005 %	Befolkning 2005 %
Halden	50	60 12 000	30	40 8 000
Sarpsborg	70	75 30 000	50	60 24 000
Fredrikstad	70	75 38 000	50	60 30 000
Moss S	20	25 7 500	0	0 0
Lillestrøm-Strømmen	50	60 17 000	30	40 11 000
Asker Bærum	50	60 76 000	30	40 50 000
Oslo	70	75 340 000	50	60 270 000
Kongsvinger S	20	25 2 500	0	0 0
Elverum	50	60 6 500	30	40 4 500
Hamar	50	60 17 000	30	40 11 000
Lillehammer	50	60 10 000	30	40 6 500
Gjøvik	30	40 6 000	10	15 5 500
Hønefoss S	20	25 2 500	0	0 0
Drammen	70	75 44 000	50	60 35 000
Tønsberg S	30	40 15 000	10	15 5 500
Porsgrunn	50	60 21 000	30	40 14 000
Skien	50	60 18 000	30	40 12 000
Eydehavn	50	60 2 000	50 (?)	60 2 000 (?)
Arendal S	30	40 10 000	10	15 4 000
Kristiansand	50	60 33 000	30	40 22 000
Sandnes S	30	40 13 000	10	15 5 000
Stavanger	70	75 57 000	50	60 45 000
Sauda	30	40 2 000	30 (?)	40 2 000 (?)
Odda	30	40 2 500	30 (?)	40 2 500 (?)
Bergen	70	75 140 000	50	60 110 000
Høyanger	50	60 1 000	50 (?)	60 1 000 (?)
Årdal	50	60 3 500	50 (?)	60 3 500 (?)
Trondheim	50	60 78 000	30	40 52 000
Mosjøen	50	60 5 500	40 (?)	50 4 500
Mo i Rana	40	50 9 500	40 (?)	50 9 500 (?)
Glomfjord	20	25 <500	20 (?)	25 <500
Narvik	30	40 5 500	20 (?)	25 3 500
Tromsø	30	40 17 000	10	15 6 500
		1 043 000		757 500

Mulige steder: Askim, Kongsberg, Horten, Sandefjord, Larvik, Haugesund, Ålesund, Molde, Orkanger.

Tabell 7b: Overskridelse av forslag til anbefalte grenseverdier for PM₁₀ på 70 µg/m³ (døgnmiddelverdi). Andel av tettstedets areal og befolkning (%) og antall personer som bor i områder med overskridelser i 1992 og i 2005 er angitt for hvert byområde.

S: ingen målinger, med det kan sannsynligvis forekomme overskridelser i sentrumsområdet i spesielle situasjoner.

?: Tallene er usikre.

	Areal 1992 %	Befolkning 1992 %	Areal 2005 %	Befolkning 2005 %
Halden	20	25 5 000	0	0 10 000
Sarpsborg	40	50 20 000	20	25 10 000
Fredrikstad	40	50 25 000	20	25 12 500
Moss S	20	25 7 500	0	0 0
Lillestrøm-Strømmen	30	40 11 000	10	15 4 000
Asker-Bærum	20	25 31 500	0	0 0
Oslo	50	60 270 000	30	40 180 000
Kongsvinger S	20	25 2 500	0	0 0
Elverum	30	40 4 500	10	15 1 500
Hamar	20	25 7 000	0	0 0
Lillehammer	20	25 4 000	0	0 0
Gjøvik	20	25 4 000	0	0 0
Hønefoss S	20	25 2 500	0	0 0
Drammen	40	50 29 500	20	25 14 500
Tønsberg S	20	25 9 500	0	0 0
Porsgrunn	20	25 9 000	0	0 0
Skien	20	25 7 500	0	0 0
Eydehavn	50	60 2 000	50 (?)	60 2 000 (?)
Arendal S	20	25 6 000	0	0 0
Kristiansand	30	40 21 500	10	15 8 000
Sandnes S	20	25 8 000	0	0 0
Stavanger	40	50 38 000	20	25 19 000
Sauda	20	25 1 000	20 (?)	25 1 000 (?)
Odda	20	25 1 500	20 (?)	25 1 500 (?)
Bergen	40	50 93 500	20	25 42 000
Høyanger	50	60 1 000	50 (?)	60 1 000 (?)
Årdal	50	60 3 500	50 (?)	60 3 500 (?)
Trondheim	30	40 52 000	10	15 19 500
Mosjøen	50	60 5 500	40 (?)	50 4 500
Mo i Rana	20	25 5 000	20 (?)	25 5 000 (?)
Glomfjord	20	25 <500	20 (?)	25 <500
Narvik	20	25 3 500	20 (?)	25 3 500 (?)
Tromsø	20	25 10 500	0	0 0
		703 000		338 500

Mulige steder: Askim, Kongsberg, Horten, Sandefjord, Larvik, Haugesund, Ålesund, Molde, Orkanger.

- Konklusjonen blir derfor at middelkonsentrasjoner av sot over $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (november og februar) er begrenset til gate- miljøer (sterkt trafikkerte gater) i et fåtall byer. Som gjennomsnitt for sentrumsområder overholdes kriteriet, dvs. at svevestøv over $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i finfraksjonen som halvårsmiddel er et problem begrenset til de mest trafikkerte gatene i (noen av) de største byene.

5.2.2 Vurdering av forslag til anbefalte grenseverdier for PM_{10}

Døgnmiddelverdi for PM_{10} : $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og
halvårsmiddelverdi for PM_{10} : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Siden det er få steder med PM_{10} -målinger, baseres vurderingen på sot-målinger. Det vi har av data indikerer at forholdet mellom PM_{10} og sot for maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner er:

- ~ 1,8 på gate- og sentrumsstasjoner, og
- ~ 1 i typiske boligområder.

Dette medfører at vurderingskriteriet for døgnmiddel av PM_{10} blir:

sot $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for gater/sentrumsgater,
sot 70 " for boligområder.

Disse verdiene overskrides i langt større grad enn halvårsmiddel av PM_{10} på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Derfor brukes bare døgnmiddelkriteriet i vurderingen.

Ved vurderingen brukes tabellen for sot i vedlegg B. Siden døgnkriteriet i sentrumsområdene ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) er det samme som ble brukt i tabell 7a for den tidligere vurderingen av $\text{PM}_{2.5}$ på døgnbasis, vil sentrumsbelastningen være den samme som i tabell 7a. Derimot vil få boligområder være utsatt for konsentrasjoner over $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sot. Dette gjelder bare områder i

Sarpsborg, Fredrikstad, Lillestrøm, Oslo, Elverum, Drammen, Kristiansand, Stavanger, Bergen og Trondheim. I en del av industristedene er det gjort TSP-målinger (som kan være usikre for dagens forhold). Se tabell B2 i vedlegg B, stasjoner merket *. På grunnlag av vurderingskriteriene som er beskrevet i kapittel 2.5, er overskridelser av anbefalte grenseverdier for PM_{10} vurdert hovedsakelig på grunnlag av sotmålingene.

5.3 LITEN SKALA

Ved hovedveiene er utslippet av små partikler i eksosen fra dieselmotorer en betydelig kilde til høye konsentrasjoner av små partikler. De høyeste konsentrasjonene vil en derfor finne i disse områdene som summen av byskalakonsentrasjonene og bidraget fra en nærliggende hovedvei.

I de konsentrasjonene av partikler på stor skala og på byskala er betydelige, vil utslippene langs hovedveiene ofte være et tillegg til bidragene på større skala. Disse bidragene kan estimeres på grunnlag av beregningsresultatet for NO_2 som er vist i tabell 4.

En typisk bakgrunnsverdi for NO_2 ved gater som følge av O_3 -konsentrasjoner og på grunn av NO_2 -utslipp på byskala er $90 \mu g NO_2 / m^3$.

Det lokale utslippet av $PM_{2.5}$ tilsvarer ca. 85% av det lokale utslippet av NO_2 på vektbasis.

Det fører til at personer som bor ved hovedveier og eksponeres for NO_2 -konsentrasjoner over $200 \mu g / m^3$, vil utsettes for maksimale timekonsentrasjoner av $PM_{2.5}$ på grunn av lokaltrafikken på $PM_{2.5} = (200-90) \cdot 0.85 \mu g / m^3 \approx 90 \mu g / m^3$.

Målinger viser at ved sterkt trafikkerte veier utgjør $PM_{2.5}$ -verdiene bare en liten andel av PM_{10} -verdiene i forurensningsepisoder. Det er sannsynlig at en betydelig andel av inhalerbart svevestøv (PM_{10}) skyldes oppvirvling av veistøv. Kvantitative estimater for veistøvbidraget er vanskelig å gi. Bidraget vil variere med spredningsforhold, bakkens fuktighet, tungtrafikkandel og kjøreforholdene forbi målestedet.

6 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR SO_2

SO_2 -forurensninger skyldes hovedsakelig forbrenning av svovelholdige fyringsoljer. Svovelinnholdet i fyringsoljer er gradvis redusert i Norge, og boligoppvarming har fått mindre betydning. Enkelte industriprosesser fører til utslipp av SO_2 , f.eks. i papir- og celluloseindustrien og i metallurgisk industri.

Lokalt ved trafikkerte hovedveier vil svovelutslippet fra diesebilene være betydelig. Utslippet vil øke med økende biltrafikk. Svovelforurensningen ved sterkt trafikkerte veier er ikke beregnet da industrikildene fortsatt vil forårsake de største problemene.

6.1 STOR SKALA

SO_2 -konsentrasjonene på stor skala er lave i forhold til de anbefalte grenseverdiene. De må likevel tas med når forurensninger i byområder skal vurderes. I sommerhalvåret foreligger en stor andel av svovelforurensningene på stor skala som sulfat.

6.2 BYSKALA

Målingene av SO₂-konsentrasjoner på byskala har vist at konsentrasjonene er redusert i takt med reduserte utslipp. Omfanget av SO₂-målingene i byer og tettsteder ble redusert på steder det ikke lenger ble registrert overskridelser av de tidligere anbefalte grenseverdiene. Måleresultater fra dagens overvåkingsstasjoner er vist i vedlegg B.

Døgnmiddelverdi for SO₂: 90 µg/m³

På grunnlag av en vurdering av målestasjonenes representativitet og plassering i forhold til dominerende industriutslipp har en kommet fram til anslaget for overskridelser som vist i tabell 8.

Tabell 8: Overskridelser av forslag til anbefalte grenseverdier for SO₂. Andel av tettstedets areal og befolkning (%) og antall personer som bor i områder med overskridelser i 1992.
Hovedkilde: I = industri.

Tettsted	1992			Hovedkilde
	Areal (%)	Befolkning (%)	Antall personer	
Sarpsborg ¹	5	5	2 000	I
Eydehavn	90	>90	3 500	I
Kristiansand ¹	10	10	5 500	I
Ålvik	80	85	> 500	I
Årdal	90	>90	5 500	I
Svelgen	80	80	1 000	I
Orkanger ¹	20	20	1 000	I
Kopperå	80	85	< 200	I
Straumen	90	90	800	I
Sør-Varanger øst for Neiden	70	>90	9 000	I (Russisk)
Sum			29 000	

¹ I Sarpsborg, Kristiansand og Orkanger er det bare deler av boligområdene utenom sentrumsområdene som er vurdert å være belastet over forslag til anbefalte grenseverdier for SO₂.

SO₂-konsentrasjonen i fremtiden er sterkt avhengig av SO₂-innholdet i fyringsoljer. Det foreligger ikke data for at dette utslippet skal øke, og det er sannsynlig at omfanget av SO₂ forurensningene er knyttet til spredningen av lokale forurensningsutslipp fra enkeltanlegg.

Forslaget til anbefalte grenseverdier for luftkvalitet er vurdert både for 100 µg SO₂/m³ og for 90 µg SO₂/m³ som døgnmiddelvei. Forskjellen i konsentrasjonsnivå vil neppe føre til betydelige endringer i antall personer som er utsatt for overskridelser.

Det er ikke regnet med endringer i SO₂ utslippene frem til år 2005.

6.3 LITEN SKALA

Overskridelser av anbefalte grenseverdier som vist i tabell 8 skyldes utslipp fra enkelte industrianlegg, og forurensningsbelastningen karakteriseres av store fluktuasjoner i tid og rom. Overskridelser av den anbefalte grenseverdien for korttidskonsentrasjoner (400 µg SO₂/m³ som 15 minutters middelvei) kan overskrides i områdene hvor industrianlegg forårsaker store SO₂-utslipp. Disse overskridelsene vil ofte være knyttet til utslipp i situasjoner med dårlige spredningsforhold. Det er anslått at ca. 18 000 personer bor i slike områder, henholdsvis i Finnmark og i Sarpsborg.

6.3.1 Vurdering av EFs grenseverdi for SO₂

Forurensningene av partiklene i norske byer og tettsteder er lave i forhold til EFs grenseverdi i områder som er forurenset av SO₂.

Døgnverdi for SO₂ : 350 µg SO₂ /m³

Forurensninger av høye SO₂-konsentrasjoner registreres i Sarpsborg og i Sør-Varanger. Antall høye verdier er satt opp i tabellene 9a og 9b.

Tabell 9 viser at 98 prosentilverdi på 350 µg/m³ som døgnverdi ikke overskrides verken i Sør-Varanger eller i Sarpsborg.

Tabell 9a: Sør-Varanger. Antall døgnmiddelverdier over 350 µg/m³ i perioden april 1990-mars 1991 (90/91) og i perioden april 1991-mars 1992. (91/92).

	Viksjøfjell		Kirkenes		Svanvik		Holmfoss		Karpdalen		Noatun	
	90/91	91/92	90/91	91/92	90/91	91/92	90/91	91/92	90/91	91/92	90/91	91/92
April	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
August	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
November	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desember	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Januar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Februar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
	3	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Overskridelse i %	0,8%		0%		0,3%		0,3%		0%		0%	

Tabell 9b: Sarpsborg. Antall døgnmiddelverdier over 350 µg/m³ i perioden april 1991-mars 1992.

	Adm.bolig	St.Olavs Vold	Brannst.	Folkets hus	Alvim
April 91	0	1	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0
Juni	0	0	0	0	0
Juli	0	0	0	0	0
August	0	0	0	0	0
September	0	2	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0
November	0	0	0	0	0
Desember	0	0	0	0	0
Januar 92	0	0	0	0	0
Februar	0	3	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0
	0	6	0	0	0

Området i Sarpsborg hvor det forekommer høye SO_2 -konsentrasjoner er redusert til stasjonen ved St. Olavs Vold. Befolkningen som bor i dette området er mindre enn 2 000 personer.

7 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR CO

CO dannes ved ufullstendig forbrenning og slippes hovedsakelig ut med eksosen fra bensinbiler, spesielt ved lav kjørehastighet og fra kalde bilmotorer. Karbonmonoksid hindrer blodets oksygenopptak og kan føre til redusert utholdenhet og konsentrasjonsevne. Mulige virkninger på hjerte/karsystemet hos enkelte følsomme personer ligger til grunn for fastsettelsen av SFTs anbefalte grenseverdier 25 mg CO/m^3 som timemiddelverdi og 10 mg CO/m^3 som 8-timersverdi. CO reagerer med luftens oksygen, og danner CO_2 .

7.1 STOR SKALA

CO-konsentrasjoner på stor skala er lave sammenlignet med de anbefalte grenseverdiene.

7.2 BYSKALA

I byene Oslo og Bergen kan det forekomme timemiddelverdier opp mot 10 mg/ m^3 i sterkt trafikkerte områder i byen. Middelerdiene over 8 timer vil vanligvis være lavere og overskridelser av anbefalte grenseverdier på byskala forekommer sannsynligvis ikke.

7.3 LITEN SKALA

Ved hovedveier og i gater med stor trafikkintensitet, vil det forekomme overskridelser av de anbefalte grenseverdiene spesielt ved dårlig trafikkavvikling. I byer og tettsteder er det nødvendig å ta med CO-konsentrasjoner på byskala, når graden av overskridelser skal vurderes.

Vurderingene er basert på beregnede timemiddelkonsentrasjoner. Beregninger er utført ved hjelp av Nordisk beregningsmetode, og bakgrunnskonsentrasjonene som er benyttet er vist i vedlegg D.

Målinger av CO med ulik midlingstid indikerer at ved gater og veier hvor beregnede timemiddelkonsentrasjoner er over 15 mg CO/m³ vil maksimale 8-timers middelveidier være over den anbefalte grenseverdien (10 mg CO/m³) falte grenseverdiene. Beregningene viser at ved dagens utslippsforhold vil ca. 31 000 personer være utsatt for overskridelser av de anbefalte grenseverdiene. I år 2005 vil antall personer som er utsatt for overskridelsene reduseres til ca. 3 500. CO-forurensningene ved hovedveiene er vist i tabell 4.

8 OVERSKRIDELSER AV ANBEFALTE RETNINGSLINJER FOR FLUORID

Det er ikke foretatt endringer i de anbefalte grenseverdiene for luftens innhold av fluorid. Den totale fluoridtilførselen gjennom vann, mat og luft er lagt til grunn for de anbefalte grenseverdiene.

Aluminiumsverkene er modernisert og renseanlegg er installert. NILU har ikke data som tyder på at de anbefalte grenseverdiene overskrides. Målinger har vært utført i Årdal, og maksimale konsentrasjonsverdier var betydelig lavere enn de anbefalte grenseverdiene.

9 REFERANSER

- Hagen, L.O. (1991) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 65/91) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 471/91).
- Hagen, L.O., Berg, T.C., Joranger, E., Larssen, S. og Ofstad, T. (1990) NILUs overvåkingsprogrammer for SFT. Stasjonsbeskrivelse pr. 1.5.1990. Lillestrøm (NILU OR 56/90).
- Hagen, L.O. (1989) Oppdatering av klassifisering av luftforurensninger i 10 byer og tettsteder. Lillestrøm (NILU OR 28/89).
- Hagen, L.O. og Schjoldager, J. (1986) Klassifisering av luftforurensninger i byer og tettsteder. Lillestrøm (NILU OR 39/86).
- Larssen, S. og Hoem, K. (1990) Overvåking av luftforurensninger fra biltrafikk 1989. Målinger i Oslo 1980-89. Lillestrøm (NILU OR 58/90).
- Larssen, S. (1984) Nordisk beregningsmetode for bilavgasser. Sluttrapport. Lillestrøm (NILU OR 56/84).
- Statens forurensningstilsyn. Årsrapporter for industriforurensning i nedre Telemark. Skien, SFTs kontrollseksjon i Nedre Telemark.
- Statens forurensningstilsyn (1982 →) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapporter. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking).
- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. anbefalte grenseverdier. Oslo (Rapport 92/16).
- Torp, C., Larssen, S. og Sørli, J. (1991) Brukerveiledning for VLUFTE versjon 2.0. Lillestrøm (NILU TR 12/91).

VEDLEGG A

Forslag til anbefalte grenseverdier

FORSLAG TIL ANBEFALTE GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET
(Statens forurensningstilsyn, 1992)

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi
Svevestøv PM _{2.5} (<2,5 µm) PM ₁₀ (<10 µm)	6 måneder døgn 6 måneder	30 µg/m ³ 70 µg/m ³ 40 µg/m ³
SO ₂ alene SO ₂ i kombinasjon med annen forurensning	15 minutter 1 døgn 6 måneder	400 µg/m ³ 90 µg/m ³ 40 µg/m ³
NO ₂	15 minutter 1 time 1 døgn 6 måneder	500 µg/m ³ 100 µg/m ³ 75 µg/m ³ 50 µg/m ³
Ozon, O ₃	1 time 8 timer	100 µg/m ³ 80 µg/m ³
CO	15 minutter 1 time 8 timer	80 mg/m ³ 25 mg/m ³ 10 mg/m ³
Total fluorid	24 timer 6 måneder	25 µg/m ³ 10 µg/m ³

Utstrekning av maksimale forurensningskonsentrasjoner i bolig-områder varierer med midlingstiden og avstanden fra dominerende utslipp.

Overskridelsene av 400-500 µg/m³ for SO₂ eller NO₂ med midlingstid på 10-15 minutter vil bare forekomme i maksimalsonen ved dominerende enkeltutslipp. Vi har ikke registrert slike områder og de forekommer hovedsakelig som følge av kortperio-
diske uhellsutslipp.

Vanligvis forekommer de felste forurensningsepisodene ved svak vind og dårlige vertikale spredningsforhold (inversjonsforhold). Utslipp fra høye piper kan også forårsake høye konsen-
trasjoner ved lav vind og gode vertikale spredningsforhold.

Målingene i byområder viser at for svevestøv vil den anbefalte grenseverdien for døgnmiddelkonsentrasjoner av PM_{10} som overskrides først.

For SO_2 vil døgnmiddelverdien være begrensende i byområder.

For NO_2 vil timemiddelverdiene være begrensende i byområder og ved veier utenfor byområder.

For ozon-konsentrasjonen vil timemiddelverdien være begrensende for episoder med høye ozon-konsentrasjoner som har stor utstrekning.

For CO er det 8-timersmiddelverdier som vil være begrensende i byområder og ved veier utenom byområdene.

De anbefalte grenseverdiene for kortperiodiske CO-konsentrasjoner (15 min midlingstid) vil bare overskrides i spesielle områder nær store utslipp, f.eks. i tunneler. Det er da spørsmål om personer vil oppholde seg i området tilstrekkelig lang tid f.eks. ved bilkø i en tunnel.

Anbefalte grenseverdier for luftkvalitet som vil overskrides først.

Komponent	Omfang	Midlingstid	Retningslinje
PM_{10}	Byområder	1 døgn	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO_2 + annen forurensning	Byområder	1 døgn	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO_2	Byområder/ hovedveier	1 time	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	Hovedveier	8 timer	10 mg/m^3
Ozon	Stor skala	1 time	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

VEDLEGG B

Tabeller over konsentrasjonsnivåer
av NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , sot og SO_2

Tabellene B1, B2, B3, B4 og B5 viser en oppsummering av målinger som danner grunnlaget for vurderinger av overskridelser av anbefalte grenseverdier. Målingene fra de enkelte tettstedene er vurdert på grunnlag av stasjonenes lokalisering og så langt det har vært mulig har en benyttet måledata til å angi konsentrasjonsnivået i hovedgater, sentrumsområdet og boligområder. I tabellene er det også antydnet hovedkilde ut fra følgende tabell:

- T : Utslipp fra biltrafikken forårsaker 60-80% av konsentrasjonsnivået i sentrumsområdet og i boligområder. Ved hovedgate kan denne prosentandelen være høyere.
- I : Industriutslipp kan forårsake 60-90% av det konsentrasjonsnivå som er angitt.
- T, I: Både trafikk og industri kan forårsake 60-80% av det konsentrasjonsnivå som er angitt. Industriutslippene er konsentrert i et område og vil derfor i begrensede områder være hovedkilden til konsentrasjonsnivået.
- B : Boligoppvarming alene forårsaker mer enn 50% av det angitte konsentrasjonsnivå.
- T, B: Begge kildegrupper har utslipp spredd over byområdet. I enkelte deler av byområdet vil trafikk forårsake mer enn 50% av konsentrasjonsnivået. I andre deler av området vil boligoppvarming forårsake mer enn 50% av nivået.
- I, B: I noen områder kan industri i episoder forårsake 50-90% av konsentrasjonsnivået. Boligoppvarmingen kan forårsake mer enn 50% av det konsentrasjonsnivået i andre områder.

På grunn av kildegruppens forskjellige egenskaper når det gjelder utslipp og utbredelse er ikke definisjonen av hovedkilde entydig. Vurderingen av kildegruppens bidrag er videre utført på grunnlag av kjennskap til utslipp i typiske norske byområder.

En rekke tettsteder har ikke hatt målinger av NO₂. Vurdert ut fra målinger andre steder, tettstedenes størrelse, trafikkmengder, topografi og hvor i landet de ligger, er det sannsynlig at

Tabell B1: Konsentrasjonsnivåer av NO₂ i ulike områder av tettstedene basert på målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner (µg/m³).

Tettsted	Hovedgate	Sentrumsområdet	Boligområder	Hovedkilde
Halden		75		T
Sarpsborg		90	90	T
Fredrikstad	110	100	80	T
Moss	110			T
Lillestrøm-Strømmen		100		T
Oslo	160	140	80	T
Hamar	100	80	70	T
Lillehammer	125	90	85	T
Gjøvik	105			T
Drammen	150	125	110	T
Brevik ¹		100	100	I
Porsgrunn		100	75	T, I
Skien	100		75	T
Kristiansand		75		T
Stavanger	145			T
Bergen		180	100	T
Trondheim		90	100	T
Mo i Rana		80		T
Glomfjord		100		I
Tromsø	90	75	40	T

¹ Gjelder timeverdier på grunn av industriutslipp fra Herøya.

Tabell B2: Konsentrasjonsnivåer av $PM_{2.5}$ (estimert ved reflektometriske sotmålinger) i ulike områder av tettstedene basert på målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner ($\mu g/m^3$).

Hovedkilde: T = Trafikk, I = Industri, B = Boligoppvarming (inkl. vedfyring).

Tettsted	Hovedgate	Sentrumsområdet	Boligområder	Hovedkilde
Halden		100	45	T
Sarpsborg		100	50-90	T
Fredrikstad	150	120	100	T
Lillestrøm-Strømmen		110		T
Asker-Bærum			50	T
Oslo	200	150	100-150	T
Elverum		90		T, B
Hamar		80	65	T
Lillehammer	150	50		T
Gjøvik	70			T
Drammen	115	100	50-80	T
Porsgrunn		80	45	T
Skien	105		45	T
Eydehavn*		140	35-55	I
Kristiansand		80		T
Stavanger	150			T
Karmøy			25	I, B
Sauda		70		T, I
Odda		60		T, I
Bergen		150	20-80	T
Høyanger*		(-200)		I
Årdal*		(-150)		I
Sunndalsøra*		(- 40)		T, I
Trondheim	130	100		T
Mosjøen*		(-200)		T, I
Mo i Rana		80	30-60	T, I
Glomfjord		50		I
Narvik		75	20-30	T
Tromsø		50		T
Kirkenes		40		T, I

* Totalt svevestøv, TSP. Disse målingene i Høyanger, Årdal, Sunndalsøra og Mosjøen er 10 år gamle og kan være usikre for dagens forhold. Antagelig er konsentrasjonene betydelig lavere i dag.

Tabell B3: Konsentrasjonsnivåer av SO₂ i ulike områder av tettstedene basert på målinger av døgnmiddelkonsentrasjoner (µg/m³).
Hovedkilde: I = Industri, B = Boligoppvarming

Tettsted	Sentrums-området	Bolig-områder	Hovedkilde
Halden	40	80	I
Sarpsborg	50	60-250	I
Fredrikstad	25		B
Lillestrøm-Strømmen	20		B
Oslo	85	30-60	B
Hamar		20	B
Lillehammer	25		B
Gjøvik	15		B
Drammen	35		B
Porsgrunn	10-15		B
Skien	20		B
Eydehavn	140	140	I
Kristiansand	40	(>350)*	B, I*
Vennesla	15		B, I
Odda	10-15		B
Ålvik	(>350)*		I
Bergen	30	30	B
Årdal	150		I
Svelgen	(>350)*		I*
Orkanger		200	I
Trondheim	15		B
Kopperå	(>350)*		I
Mo i Rana	80	80	I
Straumen	(>350)*		I
Narvik	60		B
Tromsø	40		B
Sør-Varanger			
øst for Neiden	100	100-600	I**

* Beregninger av timemiddelkonsentrasjoner.

** Utslipp fra nikkerverkene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkilden.

følgende tettsteder har overskridelser av anbefalte grenseverdier for NO₂ i sentrumsområdet og/eller deler av boligområdene i dagens situasjon:

Asker-Bærum
Kongsvinger
Elverum
Hønefoss
Tønsberg
Sandnes

I tillegg kan det være overskridelser i hele eller deler av sentrumsområdet i følgende tettsteder:

Kongsberg
Horten
Sandefjord
Larvik
Arendal
Haugesund
Ålesund

Tabell B4 viser middelveidier og maksimale verdier for samtidige måleserier av sot og $PM_{2.5}$.

Tabell B4: Målinger som ligger til grunn for vurderinger av sammenhengen mellom sotmålinger og målinger av $PM_{2.5}$ -konsentrasjoner.

By	Område	Middelverdier			Maksimal døgnmiddelverdier		
		Sot	$PM_{2.5}$	$\frac{PM_{2.5}}{Sot}$	Sot	$PM_{2.5}$	$\frac{PM_{2.5}}{Sot}$
Fredrikstad	Sentrum	31	34,5	1,11	107	102	0,95
	Gate	58	51	0,88	160	146	0,91
Sarpsborg	Sentrum	20,5	21,5	1,05	77	89,5	1,16
Drammen	Sentrum	32	27	0,84	116	89	0,77
	Gate	42	30,5	0,73	135	101	0,75
Rana	3 x bolig	18,7	19,3	1,03	66	59	0,89
	Sentrum	30	26	0,87	90	68	0,76
Grenland	Bolig/bakgr.	7,7	12,8	1,66	31	49,5	1,60
Bergen	Sentrum	27,3	20,8	0,76	104	85,5	0,82
	Bolig	21,5	17,5	0,81	79	47	0,59
	Gate	33,3	27,5	0,83	175	225	1,20
	Bolig	24	19	0,79	55	44	1,04
Oslo	Gate (i sentrum)	61,1	30,3	0,50	155	60,7	0,39
	Sentrum	30	21	0,70	113	50,8	0,45
	Gate (Strømsvn.)	88,3	26,7	0,30	270	58,7	0,22
	Bolig	19,2	11	0,57	84,7	32	0,38

Tabell B5: Målinger som ligger til grunn for vurderinger av sammenhengen mellom sotmålinger og målinger av PM₁₀-konsentrasjoner.

Sted	Stasjon	Områdetype	Måleperioden	Sot		PM ₁₀	
				MiddeI	Maks	MiddeI	Maks
Bergen	DNS	Sentrum	Jan-feb 83	25,5	79	33	117
			Mai-juni 83	12,5	28	23	64
			Nov 83-feb 84	29	129	41,8	228
Bergen	Sandviken	Bolig (?)	Jan-feb 83	21,5	79	26,5	66
Bergen	Minde	Sentrum	(Feb 83)	34	113	69	209
Bergen	Hop skole	Bolig	Nov 83-feb 84	33,3	175	39,8	239
			Feb 83	24	55	25	65
Bergen	Rådhus 50 m	Sentrum	Mai-juni 83	4,5	13	15	34
Bergen			Feb 83	23	75	37	105
Oslo	St. Olavs gate	Gate	Jan-feb 85	109	319	56	138
			Jan-feb 86	73	184	77	187
			Jan-feb 88	60	141	129	462
			Jan-feb 89	53	159	87	182
Oslo	Pilestredet	Gate	Jan-feb 90	20,5	52	48	115
			Jan-feb 91	51	177	50	119
Oslo	Nordahl Bruns gate	Sentrum	Jan-feb 85	54	198	45	130
			Jan-feb 86	34	131	40	74
			Jan-feb 89	16,5	82	43	180
			Jan-feb 90	13,5	34	28	48
			Jan-feb 91	32	122	28	65
Oslo	Strømsveien	Gate	Jan-feb 89	102,5	278	130	269
			Jan-feb 90	69	260	91	320
			Jan-feb 91	93,5	271	74	230
Oslo	Etterstadsletta	Bolig	Jan-feb 89	16,5	86	23	62
			Jan-feb 90	12	56	22	73
			Jan-feb 91	29	112	24	74

VEDLEGG C

Sammenhengen mellom utslipp av
små partikler og utslipp av NO₂ ved hovedveiene

SAMMENHENGEN MELLOM UTSLIPP AV SMÅ PARTIKLER OG
UTSLIPP AV NO₂ VED HOVEDVEIENE

Grunnlag for beregning av utslipp og konsentrasjoner av små partikler langs hovedveiene:

1 FORUTSETNINGER FOR ANSLAGENE

Følgende typiske sammensetning av bilene som trafikkere hovedveiene:

- 85% bensindrevne personbiler
- 5% dieseldrevne personbiler
- 10% dieseldrevne lastebiler
- flat vei

Når en benytter utslippsfaktorer for NO₂ og for partikler i bensindrevne biler og dieseldrevne lastebiler, finner en følgende forholdstall ($\frac{QPM_{2.5}}{QNO_2}$) både ved 50 km/timen og ved 80 km/timen:

$$\frac{QPM_{2.5}}{QNO_2} = 0.85$$

For begge komponentene er det de dieseldrevne lastebilene som dominerer utslippene både av partikler og av NO₂.

VEDLEGG D

CO- og O_x (NO₂ + O₃) konsentrasjoner på byskala
som anvendes ved beregninger av konsentrasjonene
ved gater og veier

I 12 områder i Norge er det utført konsentrasjonsberegninger ved hovedveinettet på grunnlag av trafikkdata for 1992 og for alternative planer for trafikkavviklingen i 2005.

Konsentrasjonsberegningene i byområdene er blant annet basert på forutsetninger om bakgrunnskonsentrasjoner av karbonmonoksid, nitrogendioksid og ozon i området. Byområdene er inndelt i tettbebygde sentrumsområder (tett) og i resten av byområdet (mid). Områder karakterisert av spredt bebyggelse forekommer vanligvis utenfor byområdene. Bakgrunnskonsentrasjonene i 1992 er vist i tabell D1 og verdiene i år 2005 er vist i tabell D2. Bakgrunnskonsentrasjonene av ozon (O_3) fører til at nitrogenmonoksid raskt går over til nitrogendioksid.

Tabell D1: Bakgrunnskonsentrasjoner ved hovedveinettet i norske byer og tettsteder i 1992.

1 9 9 2

	COtett	COmid	NO ₂ tett	NO ₂ mid	O ₃
	Enhet: mg/m ³		Enhet: µg/m ³		
Tromsø	4,3	2,7	27	17	60
Grenland	6,4	4,8	40	40	60
Tønsberg	4,3	2,7	27	17	
Nedre Glomma	4,3	2,7	27	20	
Bergen	10,0	7,0	68	61	
Drammen	6,4	4,0	39	25	60
Kristiansand	6,4	4,0	39	25	
Trondheim	6,4	4,0	39	25	
Stavanger	6,4	4,0	39	25	
Asker	4,3	3,2	27	20	60
Nedre Romerike	4,3	3,2	27	20	60
Follo	4,3	3,2	27	20	

tett: Bakgrunnskonsentrasjonene ved hovedveiene i byenes tettbygde sentrumsområder.

mid.: Bakgrunnskonsentrasjonene ved hovedveiene i byområder med midlere utnyttingsgrad av arealene til bebyggelse.

Tabell D2: Bakgrunnskonsentrasjoner ved hovedveinettet i norske byer og tettsteder i 2005.

2 0 0 5 T R E N D

	COtett	COmid	NO ₂ tett	NO ₂ mid	O ₃
	Enhet: mg/m ³		Enhet: µg/m ³		
Tromsø					
Grenland	2,7	2,0	32	32	60
Tønsberg					
Nedre Glomma					
Bergen	3,9	2,7	35	26	60
Drammen					
Kristiansand	2,7	1,7	22	14	60
Trondheim	2,2	1,4	17	11	60
Stavanger	2,3	1,4	17	11	60
Asker	1,8	1,3	12	9	60
Nedre Romerike	1,8	1,4	12	9	60
Follo	1,9	1,4	12	9	60

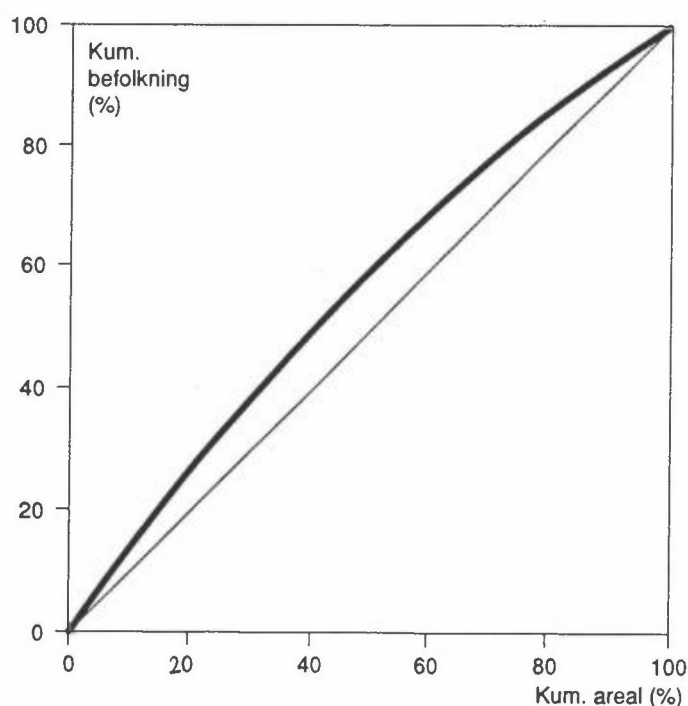
tett: Bakgrunnskonsentrasjonene ved hovedveiene i byenes tettbygde sentrumsområder.

mid.: Bakgrunnskonsentrasjonene ved hovedveiene i byområder med midlere utnyttingsgrad av arealene til bebyggelse.

VEDLEGG E

Sammenhengen mellom kumulativ arealfordeling
og kumulativ befolkningsfordeling
i byområder

I byene Sarpsborg, Fredrikstad, Drammen og Tromsø er befolkningsfordelingen kjent. De høyeste forurensningskonsentrasjonene forekommer vanligvis i sentrumsområdet, og forurensningskonsentrasjonene avtar gradvis med økende avstand fra sentrum. Figur E1 viser kummulativ befolkningsfordeling som funksjon av kumulativ arealfordeling. De kumulative fordelingene regnes fra sentrum. En vurdering av stasjonenes representativitet er benyttet til å anslå hvor konsentrasjonsnivået i sentrum, i boligområder og i gater. Disse konsentrasjonsnivåene er benyttet til å angi arealandelen av byområdet som utsettes for overskridelser av anbefalte grenseverdier som vist i tabellene 6, 7 og 8 i rapporten. Sammenhengen mellom kumulativ arealfordeling og kumulativ befolkningsfordeling er benyttet til å angi befolkningsandelen i hvert byområde som utsettes for overskridelser av de anbefalte grenseverdiene.



Figur E1: Sammenhengen mellom kumulativ arealfordeling og kumulativ befolkningsfordeling i byområder. Kurven viser sammenhengen mellom middelfordelingene i byene Sarpsborg, Fredrikstad, Drammen og Tromsø.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
 POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 59/92	ISBN-82-425-0399-0	
DATO 27/8-92	ANSV. SIGN. P. Berg	ANT. SIDER 69	PRIS NOK 105,-
TITTEL Befolkningseksponering for luftforurensninger		PROSJEKTLEDER K.E. Grønskei	
		NILU PROSJEKT NR. O-92040	
FORFATTER(E) K.E. Grønskei, L.O. Hagen og S. Larssen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. K. Aunan, SFT	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100, Dep. 0032 OSLO			
STIKKORD Befolkningseksponering Grenseverdier Luftkvalitet			
REFERAT Antall personer som bor i områder der nivået av luftforurensninger overskrider alternativer for anbefalte grenseverdier er vurdert. Vurderingen er basert på NILUs overvåkingsmålinger og på grunnlag av konsentrasjonsberegninger ved sterkt trafikkerte veier og ved enkeltkidler.			

TITLE Population exposure to air pollution in Norway.
ABSTRACT The number of people living in areas characterized by a level of air pollution exceeding alternative levels of recommended guidelines is estimated. The estimated number is based on concentration measurements from the surveillance network and on dispersion calculations for the neighbourhood of roads with high traffic intensity.

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