

NILU: OR 10/2005
REFERANSE: O-104090
DATO: APRIL 2005
ISBN: 82-425-1647-2

Rikets Miljøtilstand 2003

**Herdis Laupsa, Dag Tønnesen, Terje Krognnes, Markus
Bruno, Sam Erik Walker**

Innhold

	Side
Sammendrag	3
1 Innledning	5
2 Inngangsdata.....	5
2.1 Meteorologidata	5
2.2 Forbruks- og utslippsdata for ulike brenseltyper	6
2.3 Trafikkdata	7
2.4 Befolkningsdata.....	7
2.5 Bakgrunnskonsentrasjoner	8
3 Evaluering av spredningsberegninger mot målinger.....	8
3.1 Oslo	9
3.1.1 NO ₂	9
3.1.2 PM ₁₀	9
3.1.3 Benzen	10
3.2 Trondheim	10
3.2.1 NO ₂	10
3.2.2 PM ₁₀	11
3.2.3 Benzen	12
3.3 Bergen	13
3.3.1 NO ₂	13
3.3.2 PM ₁₀	13
4 Usikkerheter i beregningene	14
4.1 Usikkerheter knyttet til utslippeestimatene fra forbruk av brensel	14
4.2 Usikkerheter knyttet til utslippeestimatene for veitrafikken	15
4.3 Usikkerheter i øvrige tilførsler/kilder.....	15
4.4 Usikkerheter knyttet til meteorologiske spredningsforhold og vindfeltberegningen.....	16
4.4.1 MATHEW	16
4.4.2 MM5	16
4.5 Usikkerheter knyttet til spredningsberegningene.....	16
5 Resultater av spredning- og eksponeringsberegningene	16
5.1 Oslo	17
5.1.1 NO ₂	17
5.1.2 PM ₁₀	18
5.1.3 Benzen	19
5.2 Trondheim	20
5.2.1 NO ₂	20
5.2.2 PM ₁₀	21
5.2.3 Benzen	22
5.3 Bergen	23
5.3.1 NO ₂	23
5.3.2 PM ₁₀	24
6 Konklusjon.....	25
6.1 Oslo	25

6.2 Trondheim.....	26
6.3 Bergen.....	26
7 Referanser.....	27
Vedlegg A Figurer benyttet i evalueringen av beregningene.....	29
Vedlegg B Beregnede konsentrasjoner etter nasjonal mål.....	43
Vedlegg C Skyldfordelingsmatriser.....	53
Vedlegg D Prosedyre for beregning av bakgrunnsverdier.....	67

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomført sprednings- og eksponeringsberegninger for Oslo, Trondheim og Bergen for 2003.

NILU har beregnet totalbelastning av PM₁₀, NO₂ og benzen for vintersesongen, det vil si fra og med januar til og med april måned, og fra og med oktober til og med desember måned for 2003. Antall personer utsatt for overskridelser av grenseverdier av PM₁₀, NO₂ og benzen er beregnet både i bygningspunkter og i ruter. Det vil si personer utsatt for mer enn 8 timer med overskridelser av 150 µg/m³ NO₂ pr. år, mer enn 7 døgn med overskridelser av 50 µg/m³ PM₁₀ pr. år og personer utsatt for årsmiddelverdier over 2 µg/m³ benzen.

I tillegg er det beregnet prosentvis bidrag fra trafikk, vedfyring og bakgrunn for hver rute og for hvert bygningspunkt hvor det er overskridelser av nasjonalt mål.

Inngangsdataene for beregningene består av trafikkdata, forbruk av fossilt brensel fra punktkilder og arealkilder, samt meteorologiske data og bakgrunnsverdier av NO₂, NO_x, O₃, PM₁₀ og benzen for beregningsperioden. I tillegg benyttes befolkningsfordeling i ruter og i bygningspunkter til å beregne eksponering.

Tabell A: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀, NO₂ og benzen i Oslo, Trondheim og Bergen i 2003.

	Oslo	Trondheim	Bergen
PM₁₀	239595	8065	2661
NO₂	6893	708	3155
Benzen	114873	712	-

De prosentvise bidragene fra de ulike kategoriene viser at vedfyring og veitrafikk er hovedårsak til overskridelser av PM₁₀ og at veitrafikk er hovedårsak til overskridelser av NO₂ og benzen.

Vurdering av antall eksponerte personer i konsentrasjonsintervaller over grenseverdiene viser at små endringer i beregnet konsentrasjon kan gi store forskjeller i antall eksponerte personer.

Rikets Miljøtilstand 2003

1 Innledning

NILU har på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomført sprednings- og eksponeringsberegninger for PM₁₀, NO₂ og benzen for 2003. Beregningene er utført med modellsystemet AirQUIS 2003 (AirQUIS, 2004, Slørdal et al., 2003).

NILU har beregnet totalbelastning av PM₁₀, NO₂ og benzen for vintersesongen, det vil si fra og med januar til og med april måned, og fra og med oktober til og med desember måned for 2003. Antall personer utsatt for overskridelser av grenseverdier av PM₁₀, NO₂ og benzen er beregnet både i bygningspunkter og i ruter.

For de ruter eller bygningspunkter der det er beregnet overskridelse av de nasjonalt målene, ble det også beregnet en midlere prosentvis fordeling av bidraget til overskridelsen fra de ulike kildekategoriene. Dette bidraget ble beregnet som en gjennomsnittsverdi av de prosentvise bidragene til konsentrasjonen for hver enkelttime for NO₂, for hvert enkeltdøgn for PM₁₀ eller som årsmiddelverdi for benzen, der totalkonsentrasjonen i ruten eller bygningspunktet er over grenseverdiene for henholdsvis NO₂, PM₁₀ eller benzen.

2 Inngangsdata

Inngangsdataene for beregningene består av trafikkdata, forbruk av ulike brenseltyper i punktkilder og arealkilder, samt meteorologiske data og bakgrunnsverdier av NO₂, NO_x, ozon, PM₁₀ og benzen for beregningsperioden. I tillegg benyttes befolkningsfordeling i ruter og i bygningspunkter til å beregne eksponering.

2.1 Meteorologidata

I beregningene for Oslo benyttes den diagnostiske vindfeltmodellen Mathew (Sherman, 1978; Foster et al., 1995). Meteorologiske inngangsdata er fra målestasjonen på Valle Hovin for 2003. Meteorologiske inngangsdata er timevise verdier av vindretning og vindstyrke i 25 m, temperaturdifferanse mellom 25 og 8 m, temperatur, relativ fuktighet og nedbør.

I beregningene for Trondheim og Bergen benyttes den numeriske værvarslingsmodellen MM5 (Mesoscale Model version 5) (Ødegaard et al., 2004). Modellen er utviklet ved NCAR (National Centre of Atmospheric Research USA) og er benyttet til værprognoser med 1x1 km horisontal oppløsning. MM5 er kjørt i toveis nesting med et ytre område med 3x3 km horisontal oppløsning. Initial- og randverdier til MM5 er hentet fra den operasjonelle beregningen med HIRLAM i 10x10 km horisontal oppløsning. Vertikalt har MM5 17 lag, hvorav 9 lag er under 1500 meter høyde.

2.2 Forbruks- og utslippsdata for ulike brenseltyper

Forbruks- og utslippsdata for forskjellige brenseltyper er levert av Statistisk Sentralbyrå.

Forbruksdata fra SSB er inndelt i ca 80 kildekategorier. For å redusere antall kategorier som brukes i beregningene, blir kildekategoriene fra SSB slått sammen til samlekategorier (Tabell 1). Samlekategoriene 1 til og med 6 er data fra SSB. Vegtrafikk (kildekategori 7) er trafikkdata levert av samferdselssektorene (se kap. om trafikkdata).

Tabell 1: Samlekategorier benyttet i beregningene.

SAMLEKATEGORI	BESKRIVELSE
1	Vedfyring
2	Industri
3	Primærnæring, offentlig forvaltning og privat tjenesteyting
4	Oppvarming unntatt vedfyring
5	Motorredskap unntatt gressklippere ¹
6	Skip og jernbane
7	Trafikk

Forbrukstall for hver kildekategori levert av SSB multipliseres med utslippsfaktorer for NO_x, NO₂, PM₁₀ og benzen. Dette gir primærutslipp av NO_x, NO₂², PM₁₀ og benzen for hver kildekategori. Deretter sorteres de ulike kildekategoriene i de enkelte samlekategoriene og utslippene innenfor hver grunnkrets summeres. Dette gir totalutslipp fra hver samlekategori innenfor hver grunnkrets.

Oslo

Alle forbruks- og utslippsdata for Oslo og Bærum, bortsett fra vedfyring, er gyldige for 1998. Disse data ble fremskaffet til Rikets miljøtilstand 2000. Vedfyringsdata for Oslo er gyldige for 2002 (Finstad et al., 2004). Forbruksdata for Bærum er gyldige for 1999, mens utslippsfaktoren for Bærum er den samme som for Oslo i 2002.

Trondheim

Alle data bortsett fra vedfyring er gyldige for 1998. Vedfyringsdata for Trondheim er gyldige for 2003 (Finstad et al., 2004)

Bergen

Alle data bortsett fra vedfyring er gyldige for 1996. Vedfyringsdata for Bergen er gyldige for 2003 (Finstad et al., 2004).

¹ Gressklippere er ikke tatt med siden beregninger er gjort for vinterhalvåret.

² Utslippsfaktorene for NO₂ er 10 % av utslippsfaktorene for NO_x.

2.3 Trafikkdata

Veg og trafikkdata for Oslo

For utslipp fra vegtrafikk er det benyttet samme veg og trafikkdata (trafikkmengde, kjøretøysammensetning, vegtype, hastighet osv.) som for prosjektet Rikets Miljøtilstand 2001 (Laupsa , 2002)

Veg og trafikkdata for Trondheim

For utslipp fra vegtrafikk er det benyttet samme veg og trafikkdata (trafikkmengde, kjøretøysammensetning, vegtype, hastighet osv.) som for prosjektet Rikets Miljøtilstand 2001 (Laupsa , 2002)

Veg og trafikkdata for Bergen

For utslipp fra vegtrafikk er det benyttet veg og trafikkdata som er oppdatert i 2003 i forbindelse med prosjektet *Oppdatering av trafikk og arealbefolkning for Bergen i AirQUIS* (Ødegaard et al, 2004).

Tidsvariasjoner for trafikk

I beregningen brukes tidsvariasjoner for trafikk til å fordele årlig døgn-trafikk (ÅDT) til timefordelt trafikkslipp. Tidsvariasjonen over døgnet er basert på tellinger på E18 i Drammen, siden dette er den sist oppdaterte tidsvariasjonen NILU har tilgjengelig. Den antas også å være representativ for de andre store norske byene. Disse data er levert av Buskerud vegkontor.

Utslippsfaktorer for trafikk.

Utslippsfaktorene for vegtrafikk er hentet fra Utslipp fra vegtrafikk i Norge (Bang et al., 1999), Avgassregelverk (Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2002) og Copert III (Ntziachristos and Samaras, 2000, Kouridis et al., 2000), og er gyldige for beregningsåret 2003. I tillegg er utslippsfaktorene for benzen for 2003 justert i henhold til SSB sine siste utslippsestimater for lette bensindrevne kjøretøy.

Piggdekkandelen.

I beregningene er piggdekkseasonen i Oslo satt fra 15. oktober til 1.mai. For Trondheim og Bergen er sesongen satt fra 1. november til 1.mai

Tabell 2: Piggdekkandel for Oslo , Trondheim og Bergen for 2003.

	Piggdekkandel (%)
Oslo	30.0
Trondheim	41.1
Bergen	32.4

2.4 Befolkningsdata

Data for antall personer bosatt i Oslo, Trondheim og Bergen er basert på offentlige tellinger og er fra 2000. Utendørskonsentrasjonen beregnes individuelt for alle bygninger som ligger nær hovedveinettet, og disse konsentrasjonene tilegnes personene som bor i disse bygningene i eksponeringsberegningene.

Personer bosatt i bygninger utenfor næsonene av hovedveinettet tilegnes rutemiddel-konsentrasjonen i ruten som inneholder bygningene.

Tabell 3: *Befolkningsdata.*

	Antall bosatte innenfor modellområdet	Antall personer i bygningspunkt
Oslo	505 854	77 814
Trondheim	144 321	8 633
Bergen	198 720	23 251

2.5 Bakgrunnskonsentrasjoner

Målte bakgrunnsdata av døgnverdier for NO₂ og timeverdier for ozon brukes i modellberegningen. I tillegg brukes målte døgnverdier av PM₁₀, eller PM₁₀ estimeres basert på målinger av SO₄, NO₃ og NH₄. Ved estimering av PM₁₀ er følgende sammenheng brukt (Slørdal og Larssen, 2001):

$$[PM_{10}] = [(SO_4) + (NO_3) + (NH_4)] * 2.5$$

Tabell 4: *Målestasjon for bakgrunnsverdier.*

	NO ₂	Ozon	PM ₁₀
Oslo	Birkenes	Jeløya/Prestebakke	Birkenes
Trondheim	Kårvatn	Kårvatn	Kårvatn
Bergen	Birkenes	Sandve	Birkenes

Se for øvrig detaljert beskrivelse Vedlegg D.

3 Evaluering av spredningsberegninger mot målinger

Tidligere sammenligning mellom beregninger og målinger av PM₁₀ har vist betydelig underestimert for enkelte støvepisoder om våren og høsten (Laupsa et al., 2004). Modellen har generelt hatt problemer med å beskrive resuspensjon og oppvirvling av veistøv under perioder med spesielt tørre forhold. Disse episodene forekommer i hovedsak etter smelting av snø og is og opptørking av veiskuldrene om våren, da dette frigir et støvdepot langs veiene. NILU har gjort endringer i utslippsmodellen slik at resuspensjon og oppvirvling av veistøv (grovfraksjon) er bedre beskrevet i modellen. Endringene går ut på at utslippsintensiteten fra oppvirvlet veistøv økes i disse periodene. Dette er en lokal tilpassing for de enkelte byene basert på analyser av data. Imidlertid blir enkelte timemiddel-konsentrasjoner overestimert, spesielt for timer med kombinasjon av høy utslippsintensitet og dårlige spredningsforhold.

I enkelte episoder kan lokal tilpassing av veiutslippet ikke bli reflektert i beregnet konsentrasjon på grunn av at de meteorologiske inngangsdataene gir for god spredning eller for sterk demping.

3.1 Oslo

Modellresultater for 2003 både for NO₂, PM₁₀ og benzen er evaluert mot målinger fra målestasjonene i Oslo. Hovedanalysene er utført på måldata fra stasjonene i Kirkeveien og på Løren. Årsaken til dette er at disse to stasjonene har ulik belastning av de to viktigste forurensingskildene, vedfyring og trafikk. På Løren er hovedkilden trafikk, mens i Kirkeveien er også vedfyring en viktig kilde. I tillegg er de meteorologiske spredningsforholdene relativt godt representert på Løren. Denne stasjonen ligger mindre enn 1 km fra Valle Hovin der de meteorologiske inngangsdataene er målt.

3.1.1 NO₂

Målt og beregnet middelvei, standardavvik og maksimalverdi for NO₂ på Løren og på Kirkeveien er vist i Tabell 5. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen. Beregningene viser godt statistisk samsvar.

Tabell 5: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier av NO₂ i Kirkeveien og på Løren for 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember).

	Middelvei (µg/m ³)		Standardavvik (µg/m ³)		Maksimalverdi (µg/m ³)	
	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet
Løren	52.3	49.9	34.8	40.0	405.4	234.5
Kirkeveien	47.0	37.2	21.9	27.9	149.8	125.9
Sammenligning observert - beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Løren	0.69		0.80		8.1	
Kirkeveien	0.58		0.73		2.6	

Sammenligning mellom beregnede og målte tidsserier viser at det er svært god overensstemmelse i store deler av perioden (Figur 10, Figur 12). Sammenligning av de høyeste modellerte og observerte timeskonsentrasjonene viser at modellen underestimerer konsentrasjonene noe (Figur 9, Figur 11). Dette kommer i hovedsak av en ekstrem forurensningsperiode i januar 2003 som modellen ikke klarer å gjenspeile tilstrekkelig (Sloerdal et al., 2005, Kukkonen et al., 2004).

3.1.2 PM₁₀

Målt og beregnet middelvei, standardavvik og maksimalverdi for PM₁₀ i Kirkeveien og på Løren i 2003 er vist i Tabell 6. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen. Resultatene viser godt samsvar mellom de observerte og beregnede verdier. Fordelingen av døgnverdier viser betydelig bedre samsvar med observasjonene etter at modellen ble endret (Laupsa et al., 2004).

Tabell 6: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier av PM_{10} i Kirkeveien og på Løren for 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember).

	Middelverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Standardavvik ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Maksimalverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet
Løren	41.6	40.6	48.8	54.3	391.7	533.2
Kirkeveien	33.8	26.9	32.9	31.9	534.9	367.1
Sammenligning observert – beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Løren	0.55		0.60		15.1	
Kirkeveien	0.44		0.42		12.5	

Sammenligning av de modellerte og observerte timeverdiene viser godt samsvar (Figur 14, Figur 16), selv om både overestimering og underestimering forekommer. Observerte og beregnede døgnverdier sortert etter konsentrasjonsnivå viser svært godt samsvar på Løren. På Kirkeveien gir modellen litt lavere konsentrasjonsnivå enn observasjonene for de høyeste døgnene (Figur 13, Figur 15).

3.1.3 Benzen

Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av benzen i ruter og bygningspunkter er estimert fra beregnet timekonsentrasjon for januar til og med april og oktober til og med desember 2003. Beregnet gjennomsnittsverdi i bygningspunkter og ruter er skalert til årsverdi ved å multiplisere konsentrasjonene med en faktor. Denne faktoren er forholdet mellom observert gjennomsnitt for beregningsperioden og årgjennomsnittet. Faktoren som er benyttet, er basert på målinger i Kirkeveien og Løren for 2003 (0.77). Sammenligning med målinger viser rimelig samsvar med noe overestimering på Løren og noe underestimering på Kirkeveien (Tabell 7).

Tabell 7: Sammenligning av middelverdi for beregnede og observerte årsverdier av benzen i Kirkeveien og Løren for 2003.

	Middelverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Målt	Beregnet
Løren	2.5	3.4
Kirkeveien	2.9	2.4

3.2 Trondheim

Modellresultatene for 2003 for NO_2 , PM_{10} og benzen er evaluert mot målinger fra Rosendal og Elgesetergate.

3.2.1 NO_2

Målt og beregnet middelverdi, standardavvik og maksimalverdi for NO_2 på Rosendal og Elgesetergate i 2003 er vist i Tabell 8. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen.

Tabell 8: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier av NO₂ på Rosendal og i Elgesetergate for 2003 (oktober til og med desember).

	Middelverdi (µg/m ³)		Standardavvik (µg/m ³)		Maksimalverdi (µg/m ³)	
	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet
Rosendal	27.1	23.5	16.0	16.7	100.3	91.4
Elgeseter	54.9	44.6	31.6	24.9	256.0	116.9
Sammenligning observert - beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Rosendal	0.30		0.31		15.9	
Elgeseter	0.51		0.40		22.6	

Note: Sammenligning mellom modellresultat og målinger er utført på speilpunktene i Elgesetergate og på Rosendal, da analysene viste at speilpunktene er mest representative.

Sammenligning mellom beregnede og målte tidsserier viser at det er god overensstemmelse i store deler av perioden, selv om overestimering og underestimering forekommer (Figur 18, Figur 20). Sammenligning av de høyeste modellerte og observerte timekonsentrasjonene viser svært god overensstemmelse på Rosendal, mens i Elgesetergate underestimeres konsentrasjonene (Figur 17, Figur 19). Den modellerte middelverdien er derfor lavere enn observert på Elgesetergate. Sammenligning mellom modellerte og observerte data er kun utført for høsten da målinger for våren ikke har vært tilgjengelige. Ut fra analysene ser det ut til at NO₂-konsentrasjonene underestimeres nær sterkt trafikkerte veier. En av årsakene til dette kan være litt for gode spredningsforhold grunnet noe for høy vindhastighet i modellen.

3.2.2 PM₁₀

Målt og beregnet middelverdi, standardavvik og maksimalverdi for PM₁₀ på Rosendal og Elgesetergate i 2003 er vist i Tabell 9. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen.

Tabell 9: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier av PM_{10} på Rosendal og Elgeseter for 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember).

	Middelverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Standardavvik ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Maksimalverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet
Rosendal	23.8	23.9	24.2	24.4	323.4	282.4
Elgeseter	38.9	34.1	49.9	34.7	713.7	466.6
Sammenligning observert - beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Rosendal	0.36		0.38		16.8	
Elgeseter	0.39		0.28		24.0	

Note: Sammenligning mellom modellresultat og målinger er utført på speilpunktet i Elgestergate og på Rosendal da analysene viste at speilpunktene er mest representative.

Sammenligning mellom beregnede og målte tidsserier viser at det er rimelig overensstemmelse i deler av perioden (Figur 22, Figur 24), selv om både overestimering og underestimering forekommer. Sammenligning av de høyeste modellerte og observerte timene viser svært god overensstemmelse på Rosendal, mens i Elgestergate underestimeres konsentrasjonene (Figur 21, Figur 23). Imidlertid må det bemerkes at overestimering forekommer i hovedsak i desember og januar både på Rosendal og i Elgestergate.

3.2.3 Benzen

Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av benzen i ruter og bygningspunkter er estimert fra beregnet timekonsentrasjon for månedene januar til og med april og oktober til og med desember 2003. Beregnet gjennomsnittsverdi i bygningspunkter og ruter er skalert til årsverdi ved å multiplisere konsentrasjonene med en faktor. Denne faktoren er forholdet mellom observert gjennomsnitt for beregningsperioden og årgjennomsnittet. Faktoren som er benyttet, er basert på målinger i Elgesetergate for 2003/2004 (0.74).

I Elgesetergate var målt årsmiddelverdi for 2003/2004 $3.5\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens modellen beregner et årsmiddel for 2003 på $2.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabell 10). Månedsmiddelet for januar 2004 var relativt høyt ($13.9\mu\text{g}/\text{m}^3$) og det er usikkert om denne måneden er representativ for 2003. Middel for april til og med desember 2003 er $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$. Som årsmiddelverdi er denne verdien sannsynligvis noe lav, siden perioden januar til og med mars 2003 ikke er inkludert.

Tabell 10: Sammenligning av middelverdi for beregnede og observerte årsverdier av benzen i Elgesetergate for 2003.

	Middelverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Målt	Målt	Beregnet
Elgesetergate	3.5 [*]	2.2 ^{**}	2.1

* Målt årsmiddel for benzen er fra april 2003 til og med mars 2004.

** Målt middelverdi fra og med april til og med desember 2003.

3.3 Bergen

Modellresultatene for 2003 både for NO₂ og PM₁₀ er evaluert mot målinger fra Rådhuset og Danmarks plass.

3.3.1 NO₂

Målt og beregnet middelvei, standardavvik og maksimalverdi for NO₂ på Rådhuset og Danmarks plass i 2003 er vist i Tabell 11. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen.

Tabell 11: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier for NO₂ på Rådhuset og Danmarks plass for 2003 (januar til og med april og oktober til og med desember).

	Middelvei (µg/m ³)		Standardavvik (µg/m ³)		Maksimalverdi (µg/m ³)	
	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet
Danmarks plass*	48.9	43.5	29.2	26.5	219.5	148.1
Rådhuset	39.9	35.1	25.1	24.2	200.2	235.5
Sammenligning observert – beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Danmarks plass*	0.46		0.42		22.9	
Rådhuset	0.40		0.38		19.9	

* Sammenligning mellom modellresultat og målinger er utført på speilpunktet på Danmarks plass da analysene viste at speilpunktet er mest representativt.

Sammenligning mellom beregnede og målte tidsserier viser at det er god overensstemmelse i store deler av perioden (Figur 26, Figur 28), selv om overestimering og underestimering forekommer. Sammenligning av de høyeste modellerte og observerte timekonsentrasjonene viser at modellen overestimerer konsentrasjonene på Rådhuset, mens den underestimerer konsentrasjonene på Danmarks plass (Figur 25, Figur 27). Tidsseriene viser imidlertid, som for Oslo, at modellen ikke gjenspeiler en spesiell forurensingsperiode i januar hverken på Rådhuset eller Danmarks plass. I modellen forekommer det enkelte timer med høye konsentrasjoner på Rådhuset som ikke observeres i målingene. Årsaken til dette er sannsynligvis den høye utslippintensiteten i denne modellruta på grunn av tett veinett og tunnelmunnninger. Når meteorologi-dataene indikerer dårlige spredningsforhold, kan de modellerte konsentrasjonene derfor bli noe høye.

3.3.2 PM₁₀

Målt og beregnet middelvei, standardavvik og maksimalverdi for PM₁₀ på Rådhuset og Danmarks plass i 2003 er vist i Tabell 12. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen.

Tabell 12: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier for PM₁₀ på Rådhuset og Danmarks plass for 2003 (januar til og med april og oktober til og med desember).

	Middelverdi (µg/m ³)		Standardavvik (µg/m ³)		Maksimalverdi (µg/m ³)	
	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet
Danmarks plass *	30.2	18.4	29.6	16.6	440.9	215.6
Rådhuset	20.2	16.0	16.3	15.9	211.5	332.2
Sammenligning observert – beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Danmarks plass*	0.35		0.20		12.6	
Rådhuset	0.27		0.21		10.5	

* Sammenligning mellom modellresultat og målinger er utført på speilpunktet på Danmarks plass da analysene viste at speilpunktet er mest representativt.

Sammenligning mellom beregnede og målte tidsserier viser at det er rimelig overensstemmelse i store deler av perioden (Figur 30, Figur 32), selv om både overestimering og underestimering forekommer. Sammenligning av de høyeste modellerte og observerte døgnkonsentrasjonene viser relativt godt samsvar på Rådhuset, men modellen gir litt lavere konsentrasjoner enn det observasjonene viser (Figur 29, Figur 31). Modellen beregner, som for NO₂, enkelte timer med høye konsentrasjoner på Rådhuset som ikke observeres i målingene. På Danmarks plass underestimeres de høyeste døgnverdiene og det er generelt større avvik mellom målingene og modellresultatene på Danmarks plass enn på Rådhuset. (Figur 31). I modellberegningen er det spesielt en lengre forurensingsperiode i februar som modellen ikke gjenspeiler.

4 Usikkerheter i beregningene

Det er usikkerhet omkring del-elementene som inngår i beregningsresultatene. Dette gjelder spesielt for utslippsestimatene, men også modellene introduserer egne usikkerheter. Nedenfor er det gitt en kortfattet oversikt over de ulike usikkerhetsfaktorene som har betydning for beregningene.

4.1 Usikkerheter knyttet til utslippsestimatene fra forbruk av brensel

Usikkerheten i inngangsdata fra SSB ligger både i de totale utslippsnivåene for et enkelt år, framskrivningen av disse til beregningsår, geografisk fordeling innen byen, fordelingen på timer over året, og i hvordan utslippene varierer med temperatur og høyde på utslippene.

En ekstra usikkerhet i beregningene er at det ikke er innhentet oppdaterte SSB-data for andre kilder enn for vedfyring. Vedforbruk og ildstedsbestand er basert på 2001/2002-data for Oslo, mens de i Trondheim og Bergen er fra 2002/2003-sesongen. Data for andre kilder enn vedfyring i Oslo og Trondheim gjelder egentlig for 1998. For Bergen er de tilsvarende data fra 1996. Nyere data for disse kildene har ikke vært tilgjengelige for NILU. Siden 1998 har SSB/SFTs nasjonale utslippsmodell blitt vesentlig bedret, særlig når det gjelder utslipp av PM₁₀/PM_{2.5}.

Dette er altså ikke tatt hensyn til i AirQUIS-beregningene. Prosessutslipp var heller ikke med i den gamle modellen som er lagt til grunn her. Siden data for Bergen er fra 1996, antas de å være svært usikre.

En annen usikkerhet er at utslipp fra biobrenselbruk utenom husholdningene ikke er lagt inn i utslippsdatabasen i AirQUIS. Dette gjelder et lite vedforbruk i diverse næringer i tillegg til forbrenning av treavfall i industrien. Vedforbruket i disse andre næringene er så lite at utslippet i denne sammenhengen kan anses som ubetydelig. Det er heller ikke noen utbredt forbrenning av treavfall i industrien, men det vil være en liten underestimering av utslippene rundt de aktuelle industribedriftene.

4.2 Usikkerheter knyttet til utslippsestimatene for veitrafikken

Utslippene fra veitrafikken er i beregningene estimert ut fra informasjon om trafikkmengde, kjøretøysammensetning, veitype osv. på veilenkesystemet. I databasene er ikke småveinettet inkludert i lenkesystemet, og utslippene fra disse veiene er derfor ikke tatt med i beregningene. Dette gjelder i hovedsak for Oslo. Det er også noe usikkerhet ved utslippsfaktorene som er benyttet for å beregne utslippet, både når det gjelder kjøretøysammensetning og utslipp fra hver enkelt kjøretøyklasse.

Trafikk-oppvirvlet veistøv er ved siden av vedfyringspartiklene en viktig bidragsyter til svevestøvkonsentrasjonene. Estimerer av dette bidraget er imidlertid beheftet med betydelig usikkerhet. Årsaken til dette er i første rekke at kjennskapen til veibanens våthet, som er en bestemmende faktor for mulig oppvirvling av veistøv, er mangelfull. Direkte målinger av veibanefuktigheten foreligger ikke, og i dette prosjektet er derfor våthetsgraden estimert fra målte verdier av nedbør, relativ fuktighet og temperatur eller modellerte verdier av nedbør, relativ fuktighet, bakketemperatur og duggpunkttemperatur. Metoden klarer ikke å fange opp våthet som skyldes avsmelting fra is/snø på veiskulderen fordi denne effekten ikke er beskrevet tilstrekkelig i inngangsdataene. Økt oppvirvling som følge av frigivelse av lokale støvdepoter på veiskuldrene i opptørkingsperioder, spesielt om våren, delvis om høsten, er lagt inn i modellen på bakgrunn av svevestøvdata fra veinære målestasjoner. I tillegg til forhold med tørr/fuktig vegbane og vegskulder er mengden av veistøv som virvles opp avhengig av trafikkmengde, trafikksammensetning, piggdekkbruk og kjørehastighet, dvs. parametre som i seg selv inneholder usikkerheter.

4.3 Usikkerheter i øvrige tilførsler/kilder

Det regionale bakgrunnsbidraget, dvs. estimatet av svevestøv-konsentrasjonen i luften som transporteres inn over modellområdet, er basert på målte døgn- eller timeverdier på en regional bakgrunnsstasjon. Bruken av data fra bakgrunnsstasjoner som ligger så langt fra modellområdet forutsetter at bakgrunnsnivåene varierer i liten grad både i rom og tid. I perioder med raske endringer i konsentrasjonsnivåene på bakgrunnsstasjonene er det grunn til å anta at de benyttede verdiene er misvisende. Dessuten er det grunn til å anta at luften som transporteres inn gjennom modellens ytre begrensingsflater inneholder noe større mengder svevestøv enn det som måles på bakgrunnsstasjonene, siden det i

modellområdet umiddelbare nærhet finnes betydelige svevestøv-kilder (hovedveinett, boligområder etc.).

4.4 Usikkerheter knyttet til meteorologiske spredningsforhold og vindfeltberegningen

4.4.1 MATHEW

Siden det bare finnes informasjon om den vertikale temperaturfordelingen fra én målestasjon i Oslo (Valle Hovin), er beregningene utført med antakelse om romlig homogene termiske stabilitetsforhold.

Det er også usikkerheter knyttet til den modellerte vindstyrken og vindretningen, siden beregningene med vindfeltmodellen er gjennomført med bare én meteorologisk målestasjon. Dette får særlig betydning for de veinære beregningene, siden en liten feil i beregnet vindretning kan føre til at feil side av veien får belastningen. Vindfeltmodellens resultater vil være best i nærheten av målestasjonen.

4.4.2 MM5

Modellen gir detaljert beskrivelse av luftsirkulasjonen slik den bl.a. styres av topografi og ulik oppvarming av bakkenivået, spesielt forskjellen mellom land og vann. Modellen verifiseres kontinuerlig mot tilgjengelige observasjoner (1-3 i hver av byene). Vindfeltet bli beregnet i 1x1 km grid. Lokale topografiske effekter på mindre romlig skala vil ikke bli fanget opp av modellen. Lokale topografiske forhold kan ha betydning for spredningsforholdene siden det lokalt kan medføre systematiske avvik i vindstyrke og vindretning. For månedene november til april er totalfeilen i 2m temperatur 2.5 - 3°C, totalfeilen i vindstyrke er 1-2.5 m/s avhengig av observasjonssted (Ødegaard et al., 2004).

4.5 Usikkerheter knyttet til spredningsberegningene

Rent metodemessig er spredningsberegningene vinterstid mest følsomme, og dermed mest usikre, i situasjoner med utvikling av stabile bakkenære temperaturinversjoner og med svake vindstyrker. Under slike forhold vil små endringer i vindstyrke og temperaturfordeling kunne lede til kraftige endringer i de beregnede svevestøv-konsentrasjonene. I sterkvinds-situasjoner med nøytrale eller ustabile spredningsforhold er spredningsberegningene langt mer robuste for endringer i de meteorologiske spredningsparametrene.

5 Resultater av spredning- og eksponeringsberegningene

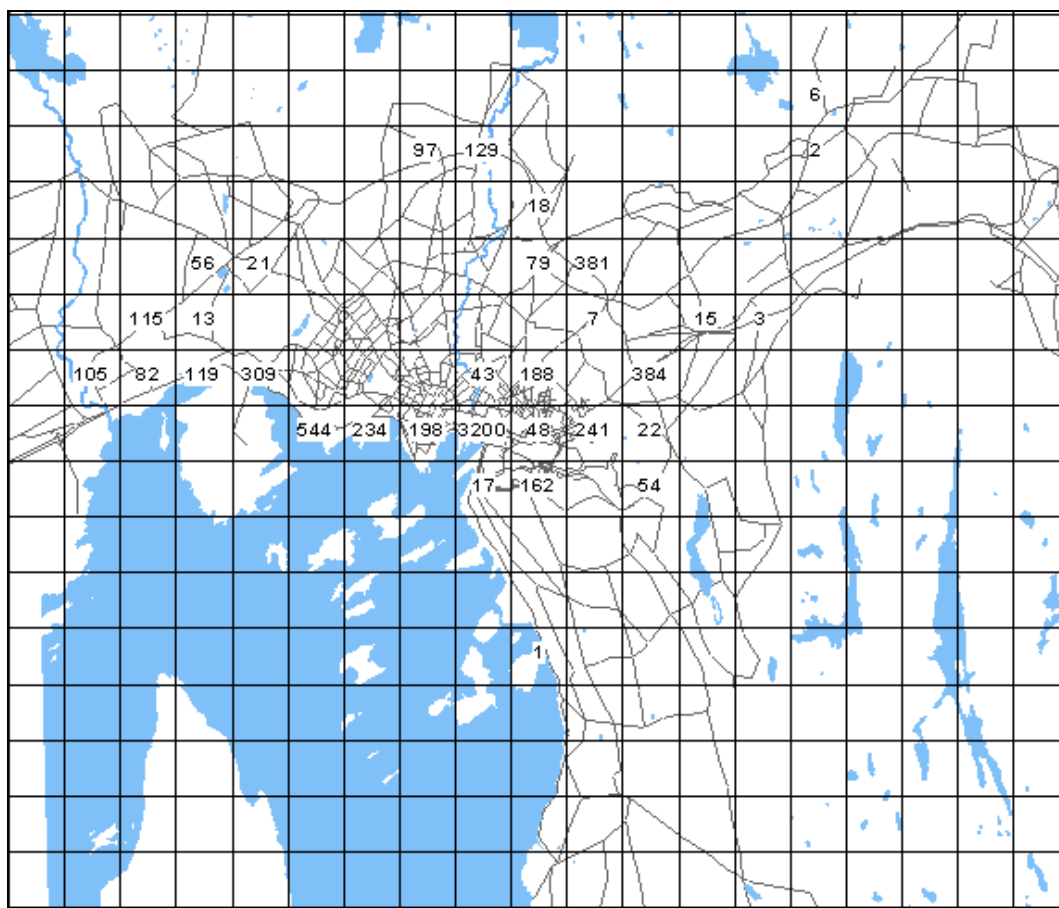
NILU har beregnet konsentrasjoner og antall personer i bygninger og ruter utsatt for overskridelser av nasjonalt mål. Dette vil si personer utsatt for mer enn 8 timer med overskridelser av 150 ug/m³ NO₂ pr. år, mer enn 7 døgn med overskridelser av 50 ug/m³ PM₁₀ pr. år, eller mer enn 2 ug/m³ og 5 ug/m³ (EU direktivet) benzen som årsgjennomsnitt. Modellberegninger av benzen er kun gjennomført for Oslo og Trondheim. Beregnede konsentrasjonsfelt er vist i Vedlegg B.

I tillegg er det beregnet prosentvis bidrag fra trafikk, vedfyring og bakgrunn for hver rute og hvert bygningspunkt hvor det er beregnet overskridelser av nasjonalt mål. De prosentvise bidragene i bygningspunktene er omgjort til ruteverdier ved å midle de prosentvise bidragene i bygningspunkter som ligger innenfor samme rute.

5.1 Oslo

5.1.1 NO₂

Det er beregnet overskridelser av NO₂ både i bygningspunkter og i ruter. Overskridelsene forekommer i to havneruter og langs hovedvegnettet i Oslo (Figur 33). Modellresultatene viser at 6893 personer (1.4%) er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål av NO₂ (Figur 1). Hovedkilden til overskridelser både i felt og i bygningspunkter er trafikk, som vist i Tabell 13, Tabell 22 og Tabell 23. Imidlertid viser resultatene at de resterende kategoriene (Tabell 1) også bidrar til overskridelse.



Figur 1: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ i Oslo i 2003.

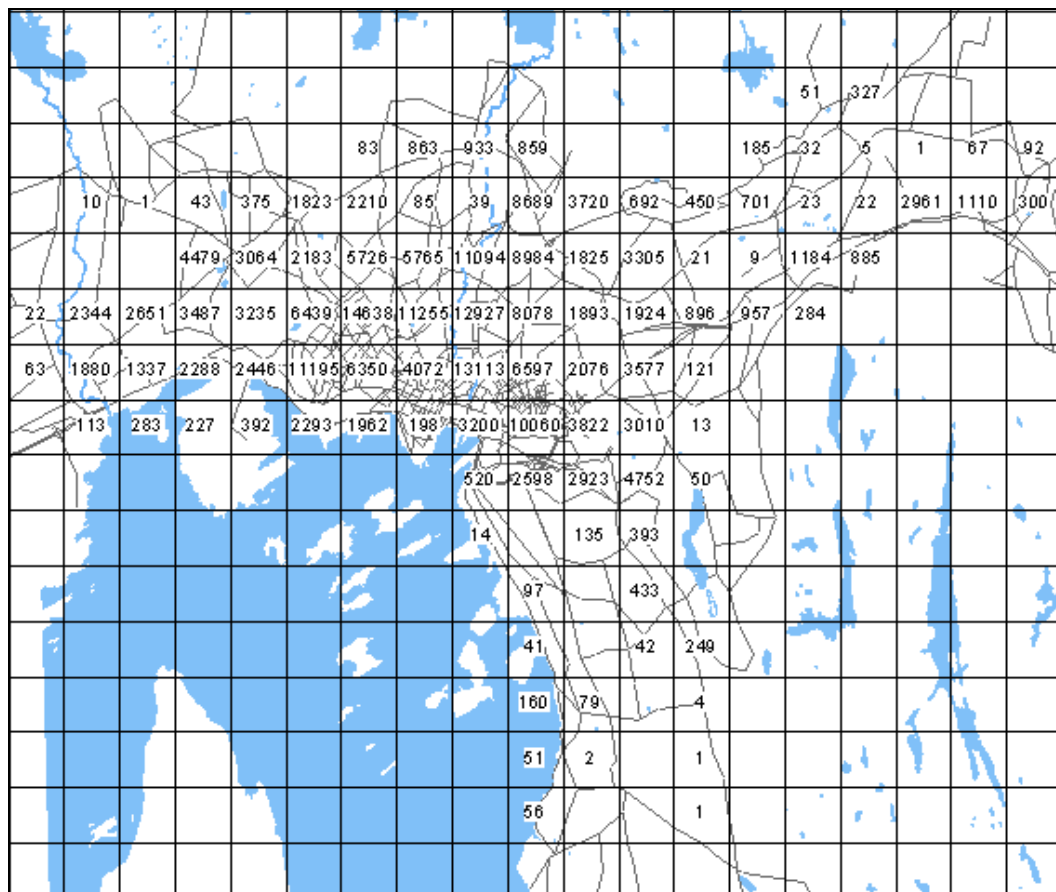
Tabell 13: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ for Oslo i 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	0.05	94.73	0.16	5.07
Felt	0.10	84.90	0.11	14.90

5.1.2 PM₁₀

Konsentrasjonskartet for det 8. høyeste døgnet (Figur 34) viser overskridelser i store deler av Oslo innefor Ring 3 og langs E6 nordover og E18 vestover.

Modellresultatene viser overskridelser av grenseverdiene for PM₁₀ både i bygningspunkter og i ruter (Figur 2). Resultatene viser at 239595 (47.4%) er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål av PM₁₀ i 2003. Hovedkildene til overskridelser er vedfyring og trafikk, som vist i Tabell 14, Tabell 24 og Tabell 25. Trafikk er den dominerende kilden, men i enkelte områder bidrar vedfyring med inntil 50 % overskridelsene.



Figur 2: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i Oslo i 2003.

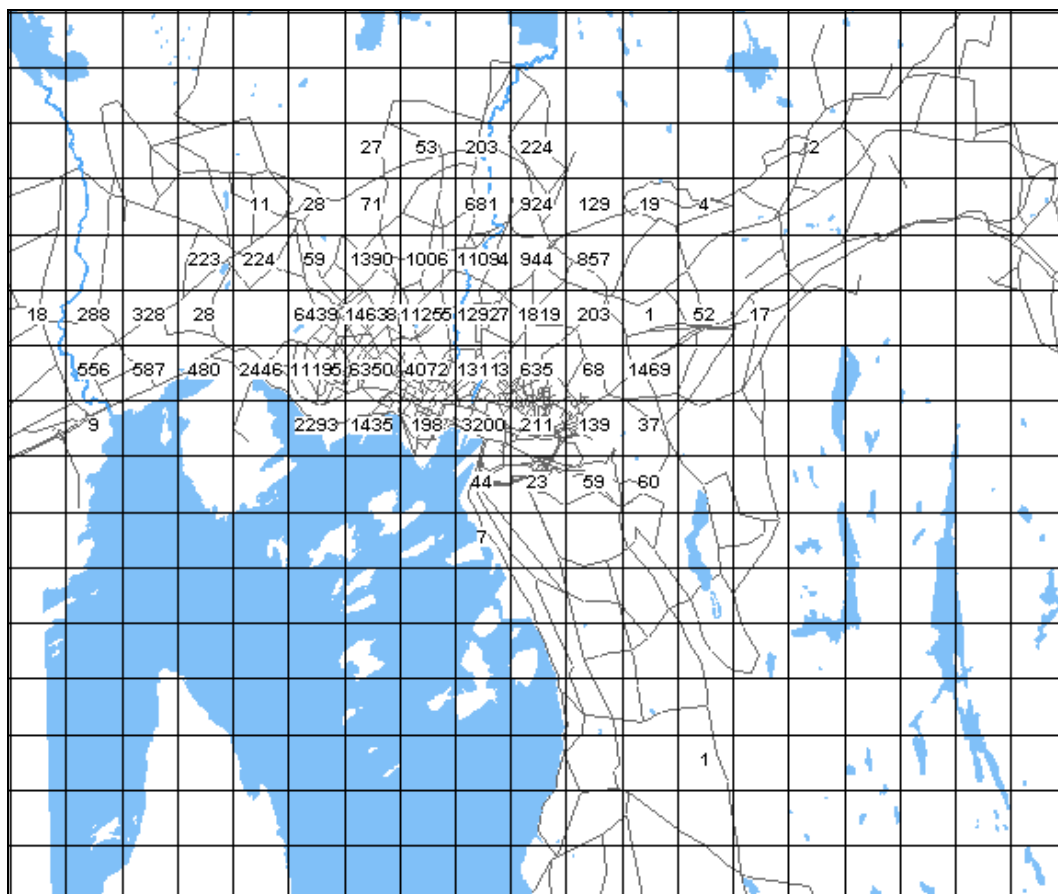
Tabell 14: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM_{10} i Oslo i 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	14.5	70.7	13.1	1.7
Felt	23.4	62.1	11.5	3.0

5.1.3 Benzen

I beregningene er det brukt nasjonalt mål for bybakgrunn ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) for både bygningspunkter og ruter, det vil si også veinært. Beregningene viser at 114873 personer (22.7%) er utsatt for overskridelse av nasjonalt mål for benzen i Oslo. Hovedkildene til overskridelser er primært trafikk (Tabell 15, Tabell 26 og Tabell 27).

Modellberegningen viser også overskridelser av EU-direktivet ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i noen bygningspunkter. Totalt er 64 personer utsatt for overskridelser av EU direktivet.



Figur 3: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for benzen i Oslo i 2003.

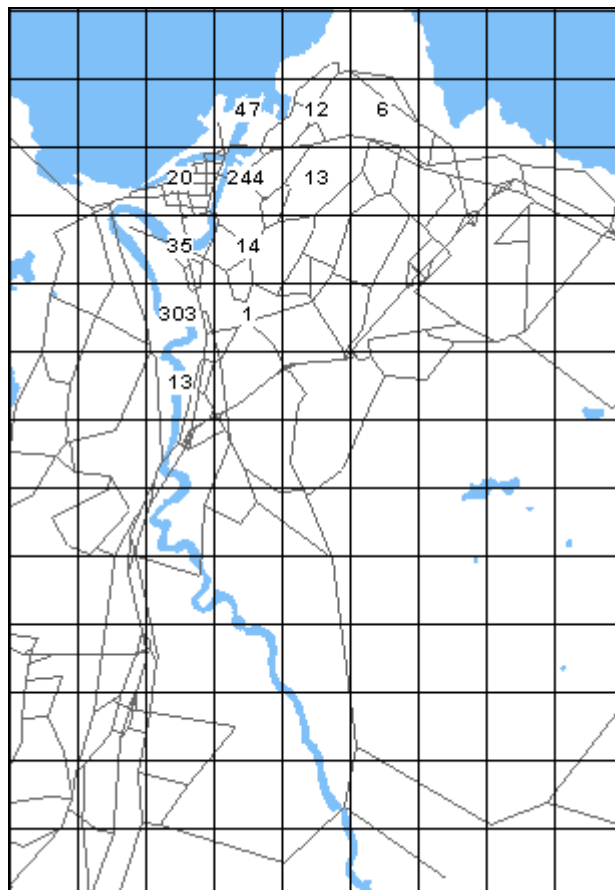
Tabell 15: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for benzen i Oslo i 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	9.3	82.3	0.0	8.3
Felt	14.2	70.9	0.0	14.9

5.2 Trondheim

5.2.1 NO₂

Det er beregnet overskridelser av NO₂ i bygningspunkter. Overskridelsene forekommer langs deler hovedvegnettet i Trondheim (Figur 36). Modellresultatene viser at 708 personer (0.5%) er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål av NO₂ (Figur 4).



Figur 4: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ i Trondheim i 2003.

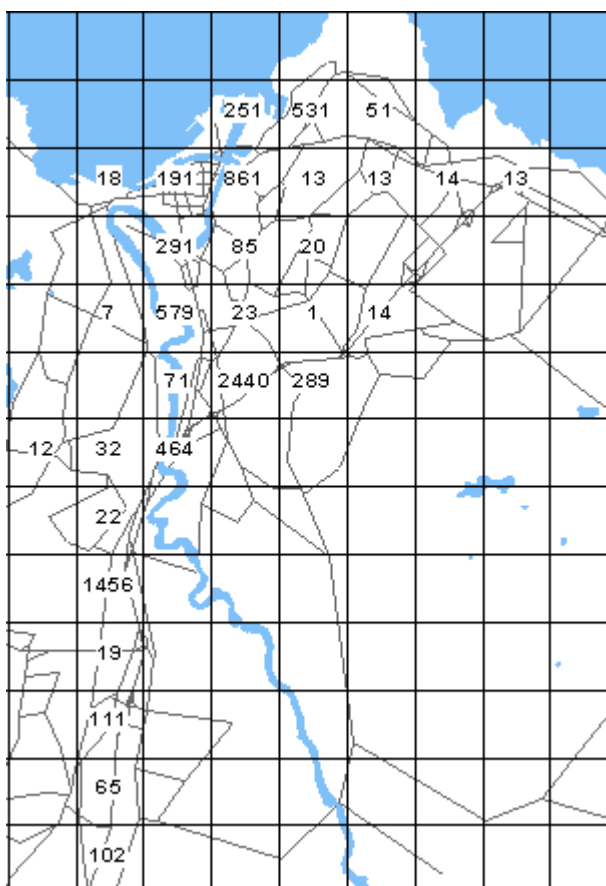
Hovedkilden til overskridelsene er trafikk, som vist i Tabell 16 og Tabell 28.

Tabell 16: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for NO_2 i Trondheim 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	0.04	96.40	0.23	3.33

5.2.2 PM_{10}

Modellresultatene viser overskridelser av grenseverdiene for PM_{10} både i bygningspunkter og i ruter (Figur 37). Resultatene viser at 8065 personer (5.6%) er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål av PM_{10} i 2003 (Figur 5). Det kan imidlertid bemerkes at konsentrasjonen for det 8. høyeste døgnet i en av de mest tett befolkede sentrumsrutene (5929 personer) er beregnet til $49,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hovedkildene til overskridelsene er trafikk, som vist Tabell 17, Tabell 29 og Tabell 30.



Figur 5: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM_{10} i Trondheim i 2003.

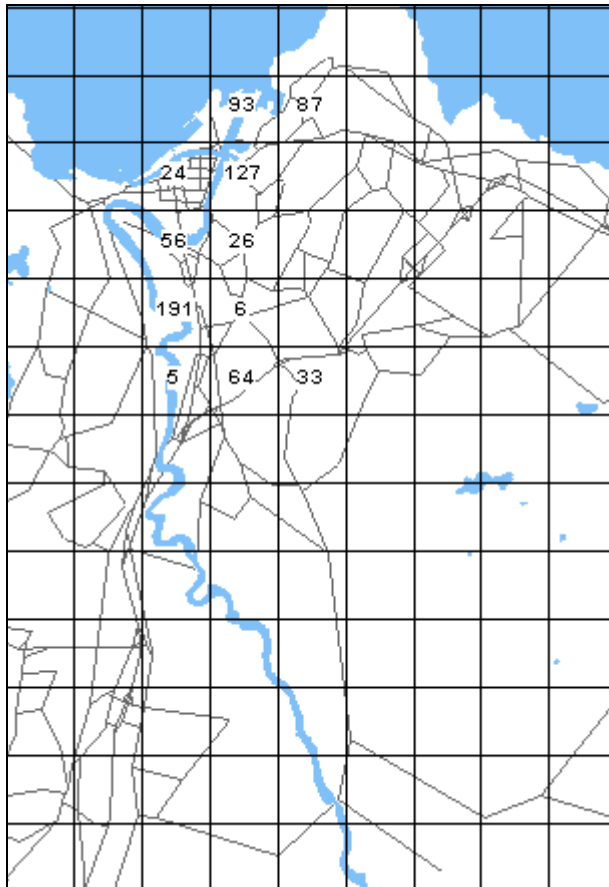
Tabell 17: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM_{10} Trondheim i 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	13.19	74.02	12.79	-
Felt	18.03	70.02	11.71	0.23

5.2.3 Benzen

I beregningene er det brukt nasjonalt mål for bybakgrunn ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) for både bygningspunkter og ruter, det vil si også veinært. Beregningene estimerer 712 (0.2%) personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål. Hovedkildene til overskridelsene er primært trafikk (Tabell 18 og Tabell 31) .

Modellberegningen gir ingen overskridelser av EU-direktivet ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 6: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for benzen i Trondheim i 2003.

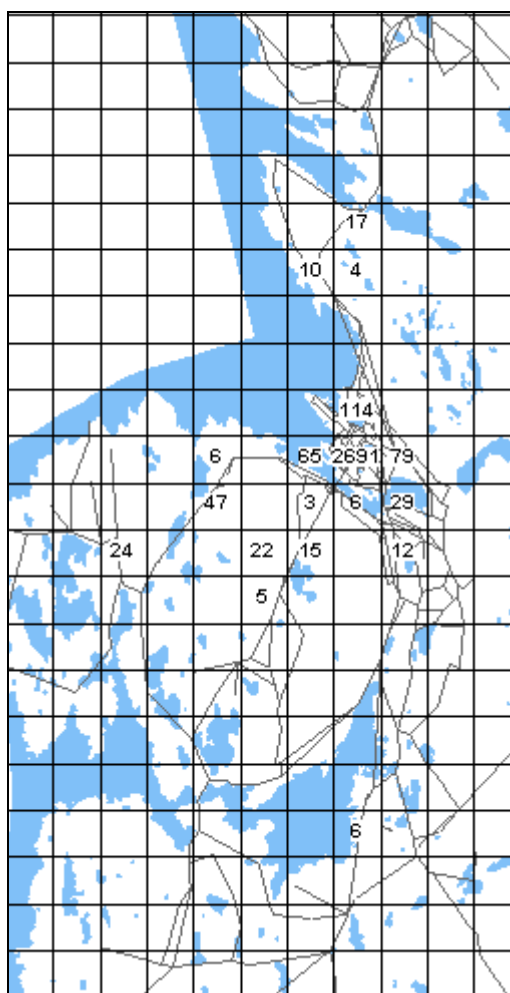
Tabell 18: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for benzen for Trondheim i 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	11.82	85.43	0.0	2.75

5.3 Bergen

5.3.1 NO₂

Det er beregnet overskridelser av NO₂ i bygningspunkter. Overskridelsene forekommer i sentrum og langs deler av hovedvegnettet i Bergen, og i hovedsak i nærheten av tunnelmunninger (Figur 39). Modellresultatene viser at 3155 personer (1.6%) er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål av NO₂ (Figur 7).



Figur 7: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ i Bergen i 2003.

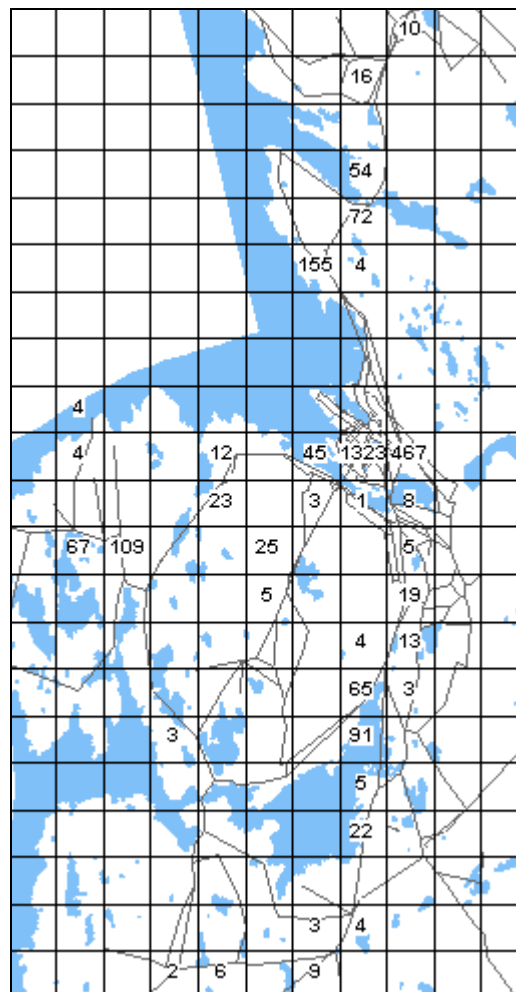
Hovedkilden til overskridelsene i bygningspunkter er trafikk, som vist i Tabell 19 og Tabell 32.

Tabell 19: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for NO_2 i Bergen i 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	0.02	99.02	0.25	0.71

5.3.2 PM_{10}

Modellresultatene viser overskridelser av grenseverdiene for PM_{10} i bygningspunkter (Figur 40). Resultatene viser at 2661 personer (1.3%) er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål av PM_{10} i 2003 (Figur 8). Hovedkildene til overskridelser er trafikk, som vist i (Tabell 20 og Tabell 33).



Figur 8: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM_{10} i Bergen i 2003.

Tabell 20: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i Bergen i 2003.

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter	7.4	80.0	12.6	--

6 Konklusjon

Beregningene viser at flest personer (Tabell 21) er utsatt for overskridelser av nasjonale mål av både NO₂ (1.4%), PM₁₀ (47.4%) og benzen (22.7%) i Oslo. I Bergen er 1.6% av befolkningen utsatt for overskridelser av NO₂ og 1.4% av befolkningen er utsatt for overskridelser av PM₁₀. Relativt sett er det flest personer i Bergen som er utsatt for overskridelser av NO₂. I Trondheim er 0.5% av befolkningen utsatt for overskridelser av NO₂, 5.6% for PM₁₀ og 0.5 % for benzen.

Tabell 21: Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonale mål for PM₁₀, NO₂ og benzen i Oslo, Trondheim og Bergen i 2003.

	Oslo	Trondheim	Bergen
PM ₁₀	239595	8065	2661
NO ₂	6893	708	3155
Benzen	114873	712	-

6.1 Oslo

Modellresultatene for NO₂ viser rimelig samsvar med målinger. Skyldfordelingsmatrisen viser, som forventet, at trafikk er hovedårsaken til overskridelsene. Fra 2001 til 2003 er det reduksjon i antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ (ca 50 %). En av årsakene til dette er at NO₂ utslippet er redusert i dette tidsrommet.

Av totalt 6893 personene som er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for NO₂, er 4463 personer eksponert for konsentrasjoner mellom 150-155 µg/m³. Tilsvarende usikkerhet er også knyttet til intervaller under grenseverdien. Dette viser at små endringer i beregnet konsentrasjon kan gi store forskjeller i antall eksponerte.

Modellresultatene for PM₁₀ viser rimelig samsvar med målinger. Skyldfordelingsmatrisen viser, som forventet, at hovedkildene til overskridelse av nasjonalt mål for PM₁₀ er vedfyring og trafikk. Trafikk er den dominerende kilden.

Fra 2001 til 2003 er det en økning i antall personer utsatt for overskridelser av PM₁₀ (ca 8%). I tillegg viser skyldfordelingen at trafikk er den dominerende kilden i motsetning til resultatene for 2001, der vedfyring var hovedkilden. En av årsakene til dette er økning i piggdekkandelen med ca 10 % fra 2001 til 2003. I tillegg gjenspeiler modellen støvepisoder knyttet til resuspensjon og oppvirvling av veistøv i perioder med spesielt tørre forhold bedre nå enn tidligere.

59122 av de totalt 239595 personene, som er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀, er eksponert for konsentrasjoner mellom 50 og 60 µg/m³.

Modellresultatene av benzen viser rimelig samsvar med målinger. Skyldfordelingsmatrisen viser, som forventet, at hovedkilden til overskridelsene er trafikk.

6.2 Trondheim

Modellresultatene viser rimelig samsvar med målinger, men analysene indikerer at NO₂-konsentrasjonene underestimeres noe nær sterkt trafikkerte veier. Årsakene til dette kan være både spredningsforholdene og utslippsestimatene.

Fra 2001 til 2003 er det en liten økning i antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ (20%).

230 av de totalt 708 personene som er utsatt for overskridelser, er eksponert for konsentrasjoner mellom 150-155 µg/m³. Tilsvarende usikkerhet er også knyttet til intervaller under grenseverdien.

Modellresultatene av PM₁₀ viser rimelig samsvar med målinger, men analysene indikerer at konsentrasjonene underestimeres noe nær sterkt trafikkerte veier. Årsakene til dette kan være både spredningsforholdene og utslippsestimatene.

Skyldfordelingsmatrisen viser at hovedkildene til overskridelse av PM₁₀ er vedfyring og trafikk, der trafikk er den dominerende kilden.

Fra 2001 til 2003 er det en reduksjon på ca 47% i antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i Trondheim. En av årsakene til dette er at piggedekkkandelen er redusert med ca 20 % fra 2001 til 2003.

5627 av de totalt 8071 personene, som er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀, er eksponert for konsentrasjoner mellom 50 og 60 µg/m³. Det må bemerkes at konsentrasjonen for det 8. høyeste døgnet i den tettest befolkede sentrumsruten (5929 personer) er 49.9 µg/m³.

Analyser viser at 20884 personer er eksponert for konsentrasjoner mellom 40 og 50 µg/m³ for det 8. høyeste døgnet.

Modellresultatene av benzen viser at 712 personer er utsatt for overskridelser. Imidlertid indikerer evalueringen at modellresultatene sannsynligvis underestimeres noe. Skyldfordelingsmatrisen viser at hovedkilden til overskridelsene er trafikk.

6.3 Bergen

Også i Bergen er det rimelig samsvar mellom modellert og observert NO₂. Bergen har flest personer utsatt for overskridelser av NO₂, relativt sett. En av årsakene til dette er de mange tunnelmunningene som gir store utslipp lokalt. Mange av overskridelsene forekommer i bygninger i nærheten av munningene. Dette viser også konsentrasjonsnivåene som de eksponerte er utsatt for. Kun 329 personer (ca

10%) av de totalt 3155 personene, som er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for NO₂, er eksponert for konsentrasjoner mellom 150-155 µg/m³.

Modellresultatene av PM₁₀ viser rimelig samsvar med målinger, men analysene indikerer at konsentrasjonene underestimeres noe nær sterkt trafikkerte veier. Årsakene til dette kan være både spredningsforholdene og utslippsestimatene.

Konsentrasjonsnivåene som de eksponerte er utsatt for, viser at 1426 av de totalt 2661 personene som er utsatt for overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀, er eksponert for konsentrasjoner mellom 50 og 60 µg/m³.

7 Referanser

AirQUIS (2004) AirQUIS 2003. URL: www.airquis.com

Bang, J., Flugsrud, K., Holtskog, S., Haakonsen, G., Larssen, S., Maldum, K.O., Rypdal, K. og Skedsmo, A. (1999) Utslipp fra veitrafikk i Norge – Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. Oppdatering av SFT-rapport 93:12. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport 99:04).

Finstad, A, Flugsrud, K, Haakonsen, G. og Aasestad, K. (2004) Vedforbruk, fyringsvaner og svevestøv. Resultater fra Folke- og bolig tellingen 2001. Levekårsundersøkelsen 2002 og undersøkelse om vedforbruk og fyringsvaner i Oslo 2002. Oslo-Kongsvinger (SSB-rapport 2004/5).

Finstad, A, Flugsrud, K, Haakonsen, G. og Aasestad, K. (2004) Vedforbruk, fyringsvaner og svevestøv. Undersøkelser om vedforbruk og fyringsvaner i Trondheim og Bergen 2003. Oslo-Kongsvinger (SSB-rapport 2004/27).

Foster, F., Walker, H., Duckworth, G., Taylor, A. and Sugiyama, G. (1995) User's guide to the CG-MATHEW/Adpic models, Version 3.0. Lawrence Livermore National Laboratory (Report UCRL-MA-103581 Rev. 3).

Kouridis, C., Ntziachristos, L. and Samaras, Z. (2000) COPERT III- Computer programme to calculate emissions from road transport. User manual (Version 2.1). Copenhagen, European Environment Agency (EEA Technical report No 50).

Kukkonen, J., Pohjola, M., Sokhi, R.S., Luhana, L., Kitwiroon, N., Rantamäki, M., Berge, E., Ødegaard, V., Slørdal, L.H., Denby, B. and Finardi, S., (2004). Analysis and evaluation of local-scale PM₁₀ air pollution episodes in four European cities: Oslo, Helsinki, London and Milan. Accepted for publication to Atmospheric Environment.

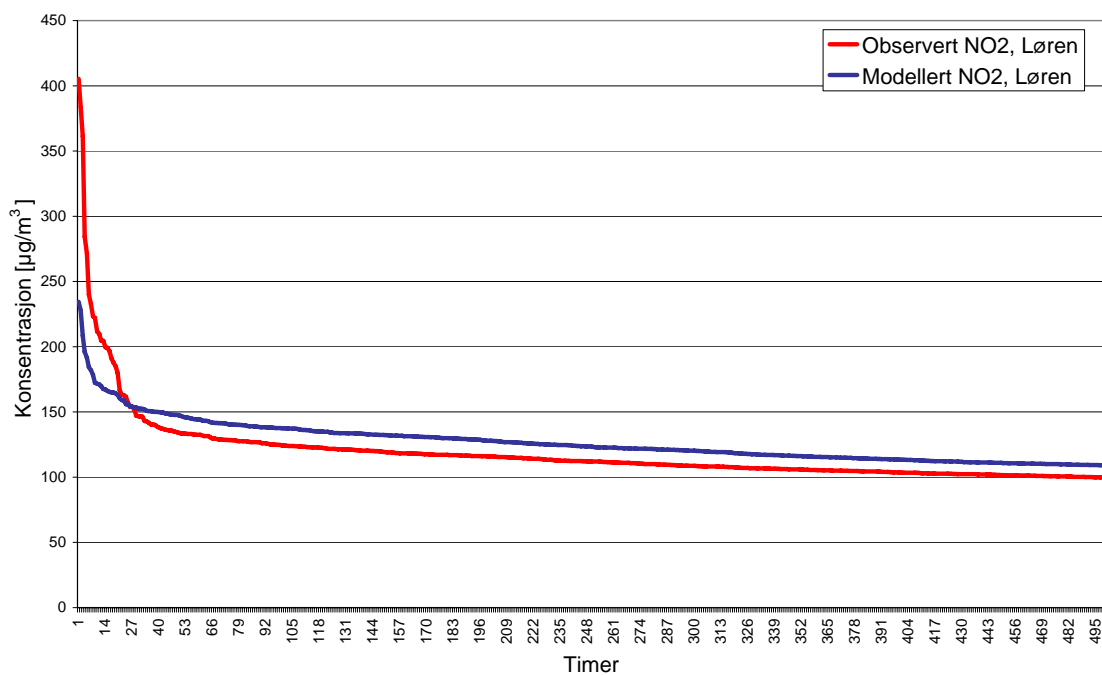
Laupsa, H. (2002) Rikets Miljøtilstand 2001. Kjeller (Notat. HEL/BKa/O-102022/B. 2. august 2002).

Laupsa, H, Slørdal, L.H. og Tønnesen, D.A. (2004) Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler. Kjeller (NILU OR 6/2005).

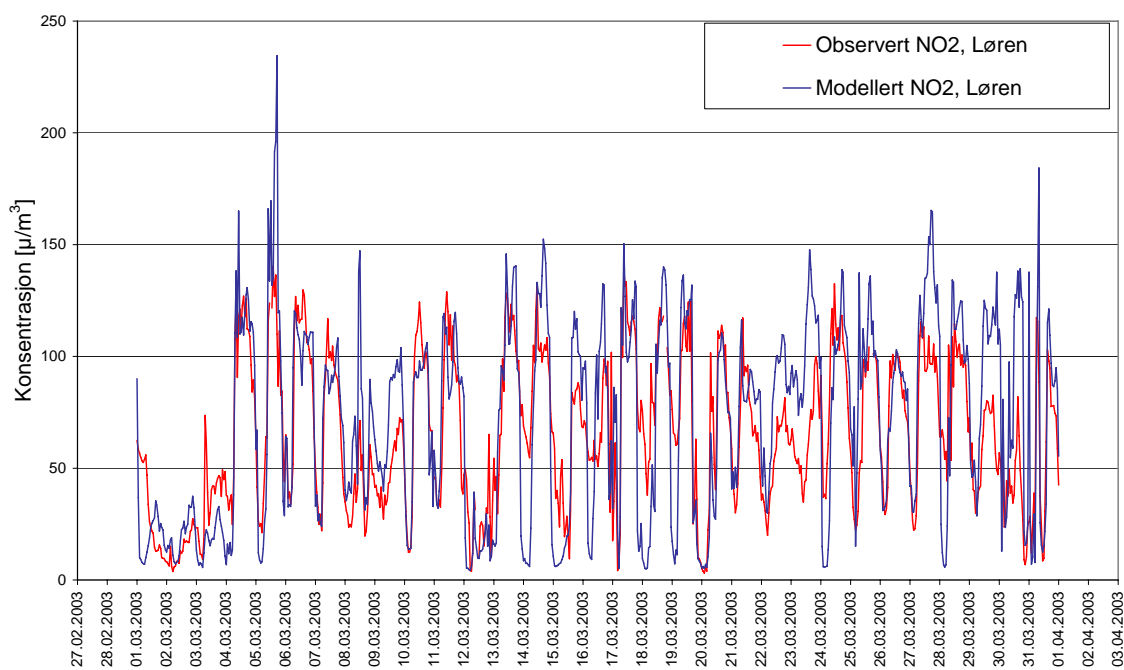
- Ntziachristos, L. and Samaras, Z. (2000) COPERT III- Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (Version 2.1). Copenhagen, European Environment Agency (EEA Technical report No 49).
- Sherman, C.A. (1978) A mass consistent model for wind fields over complex terrain. *J. Appl. Meteorol.*, 17, 312-319.
- Sloerdal, L.H., Finardi, S., Batchvarova, E., Sokhi, R.S., Fragkou, E. and D'Allura, A. (2004) Limitations of air pollution episodes forecast due to boundary-layer parametrisations implemented in mesoscale meteorological models. 27th ITM Conference, 25-29 October 2004, Banff, Canada. Under publication in Air Pollution Modelling and its application Series, KA/PP 2005.
- Slørdal, L.H., Walker, S.E. and Solberg, S. (2003) The urban air dispersion model EPISODE applied in AirQUIS₂₀₀₃. Technical description. Kjeller (NILU TR 12/2003).
- Slørdal, L.H. og Larssen, S. (2001) Vedfyring og svevestøv. Beregninger i Oslo vinteren 1998/1999. Kjeller (NILU OR 37/2001).
- Statens vegvesen Vegdirektoratet (2002) Avgassregelverk (m/drivstoffer). Oslo (Forskrift av 11. oktober 2002).

Vedlegg A

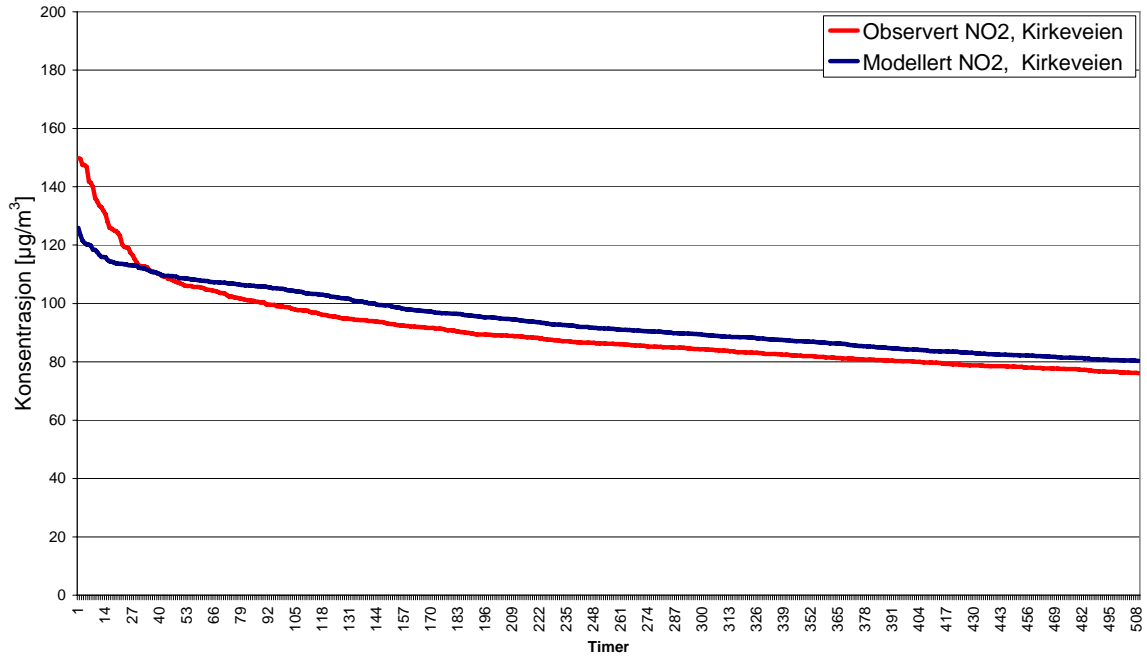
Figurer benyttet i evalueringen av beregningene



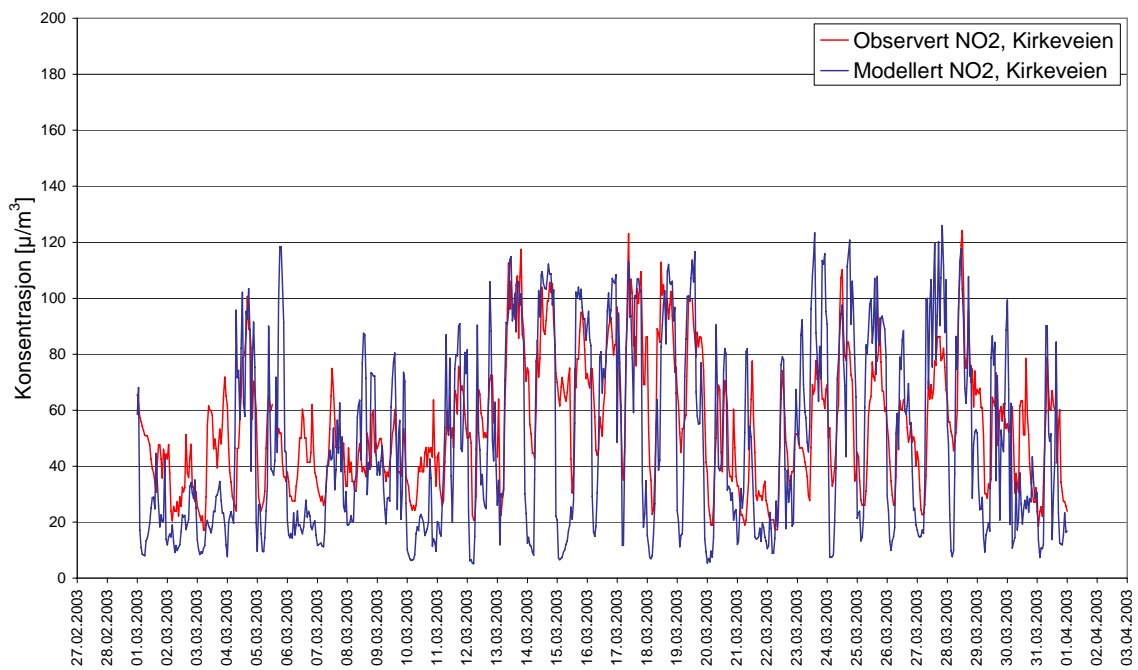
Figur 9: Timeverdier av NO_2 på Løren i 2003 sortert etter konsentrasjon (januar til og med april, oktober til og med desember, de 500 høyeste timene).



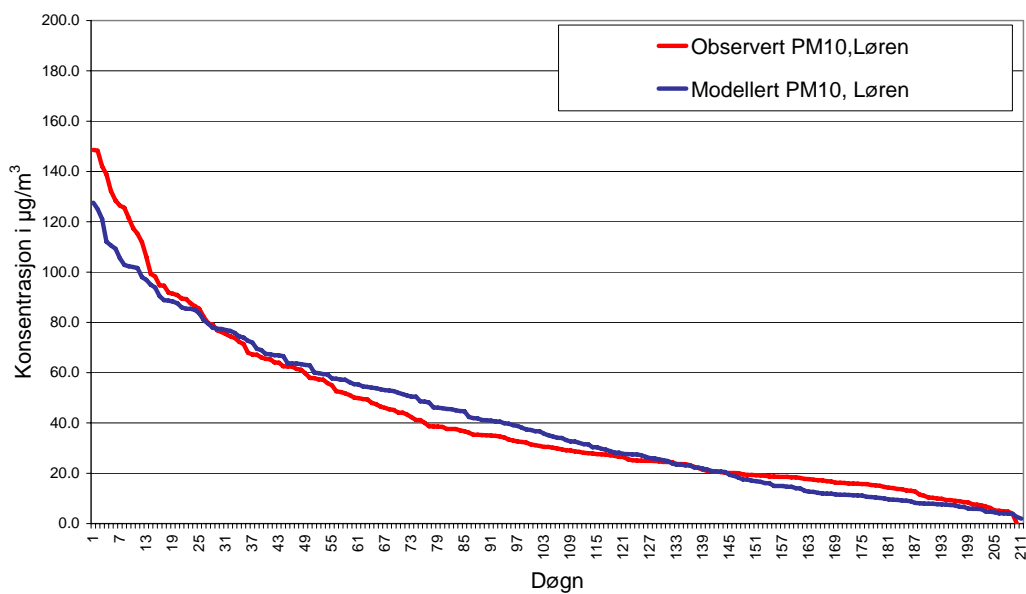
Figur 10: Timeverdier av NO_2 på Løren mars 2003



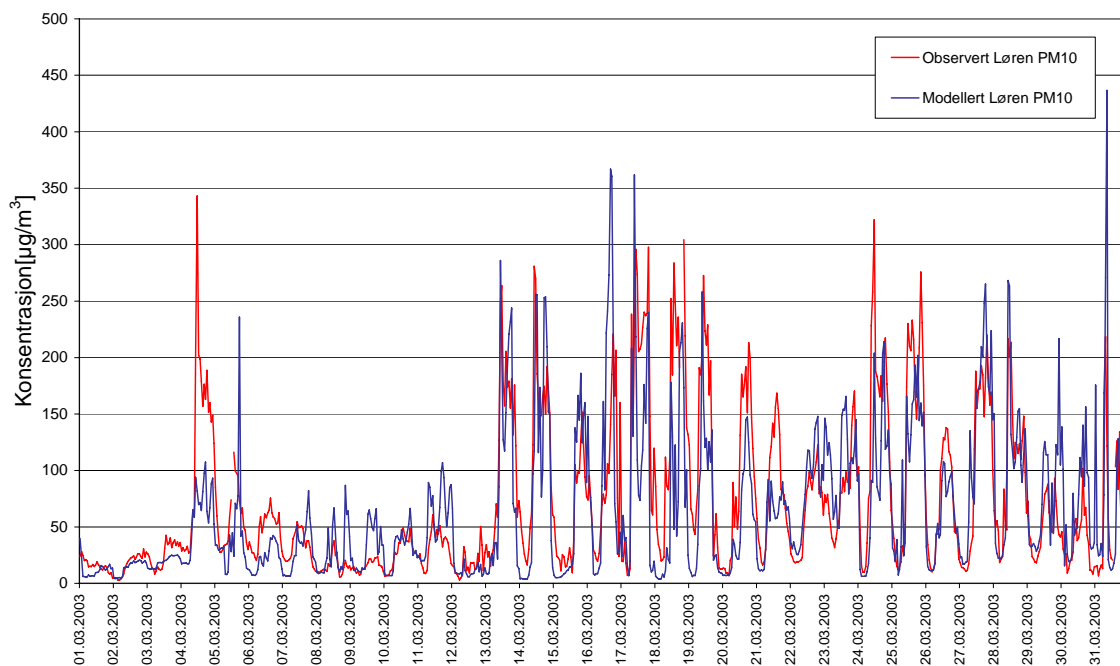
Figur 11: Timeverdier av NO_2 på Kirkeveien i 2003 sortert etter konsentrasjon (januar til og med april, oktober til og med desember, de 500 høyeste timene).



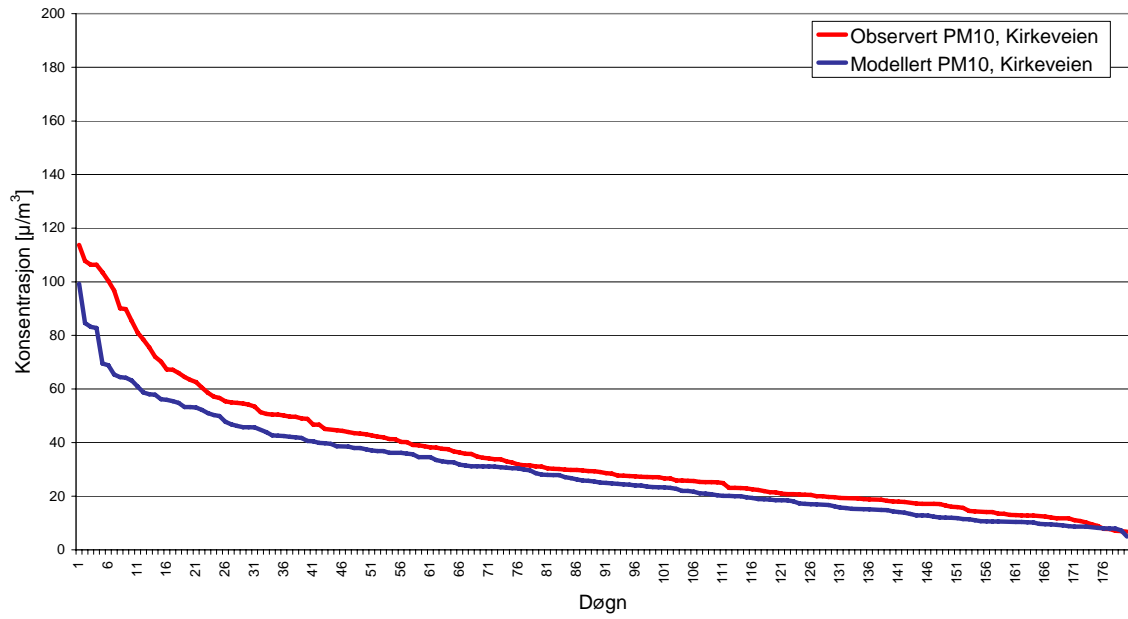
Figur 12: Timeverdier av NO_2 på Kirkeveien mars 2003



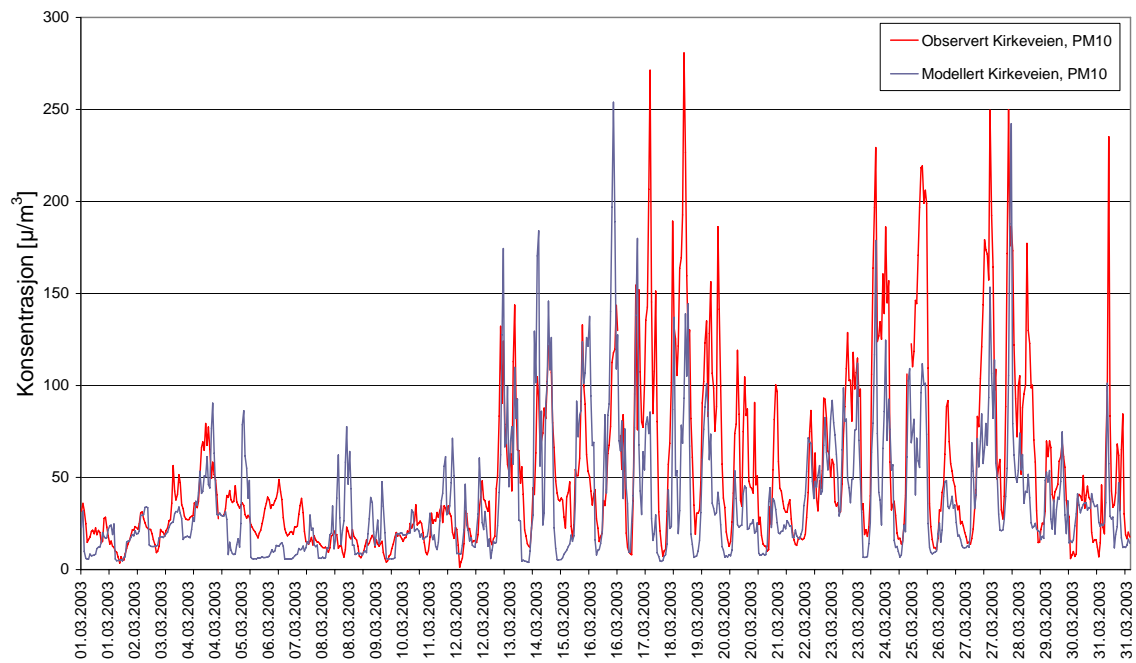
Figur 13: Døgnmiddelverdier av PM_{10} på Løren i 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember) sortert etter konsentrasjon.



Figur 14: Timeverdier av PM_{10} på Løren mars 2003

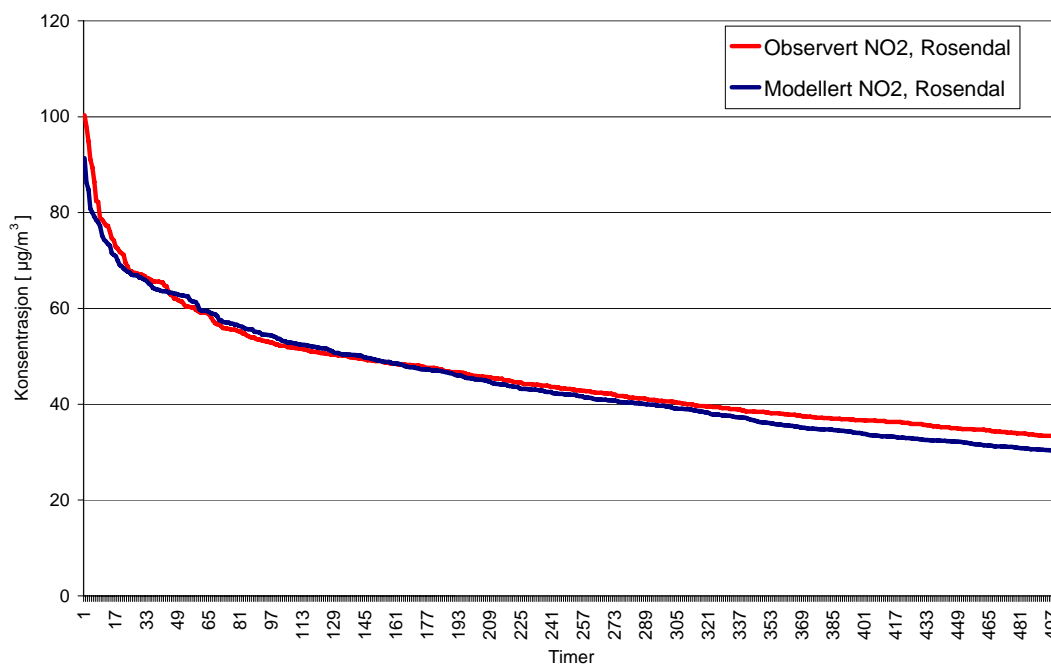


Figur 15: Døgnmiddelverdier av PM_{10} på Kirkeveien i 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember) sortert etter konsentrasjon.

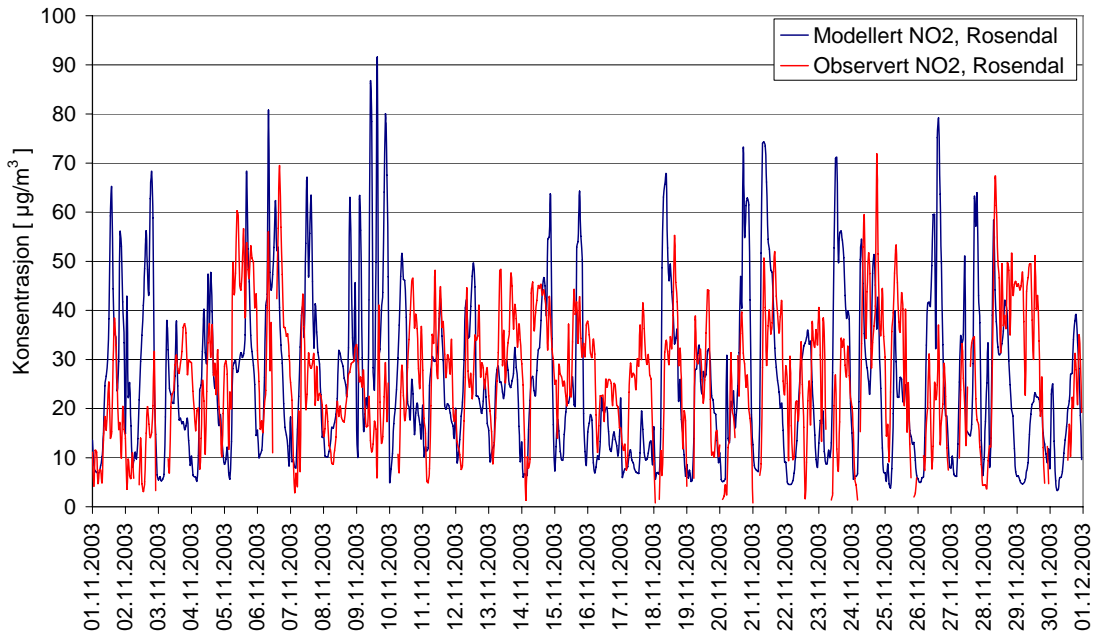


Figur 16: Timeverdier av PM_{10} på Kirkeveien mars 2003

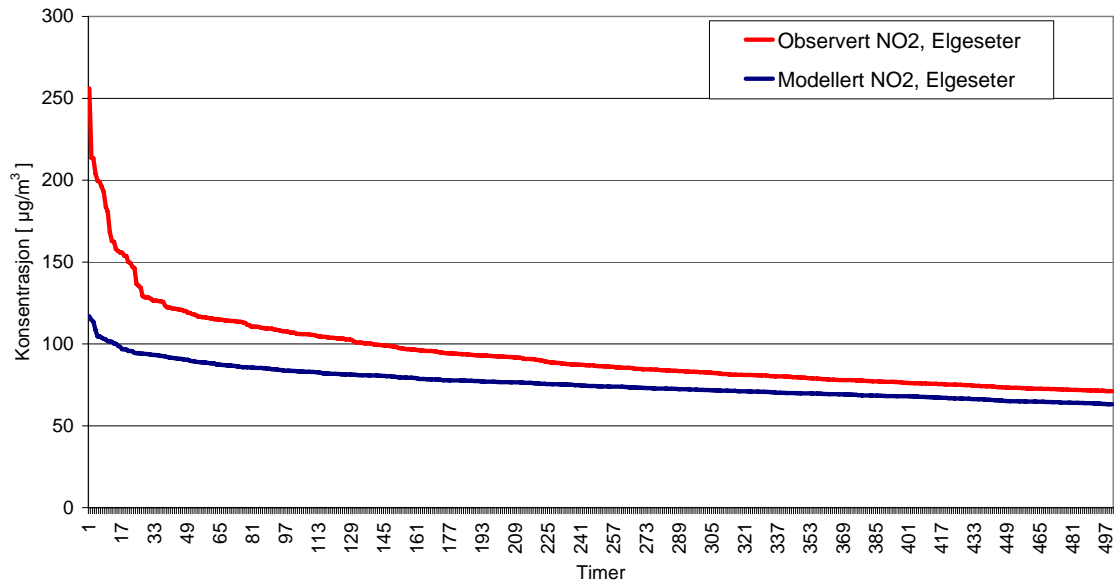
Trondheim



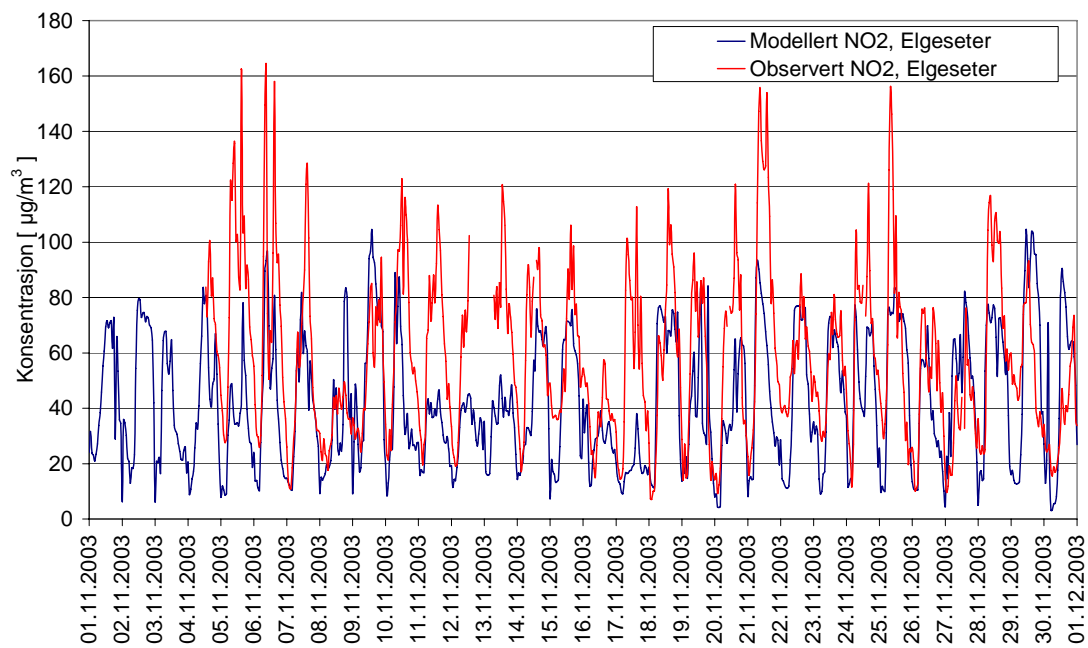
Figur 17: Timeverdier av NO_2 på Rosendal i 2003 sortert etter konsentrasjon (oktober til og med desember, de 500 høyeste timene).



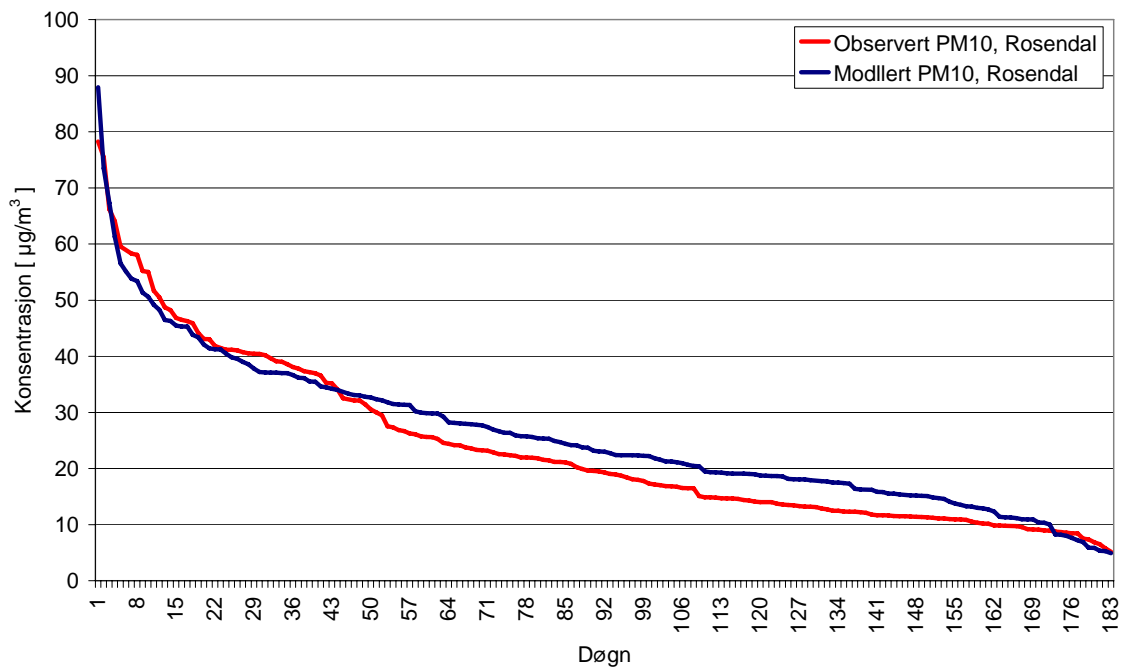
Figur 18: Timeverdier av NO_2 på Rosendal november 2003



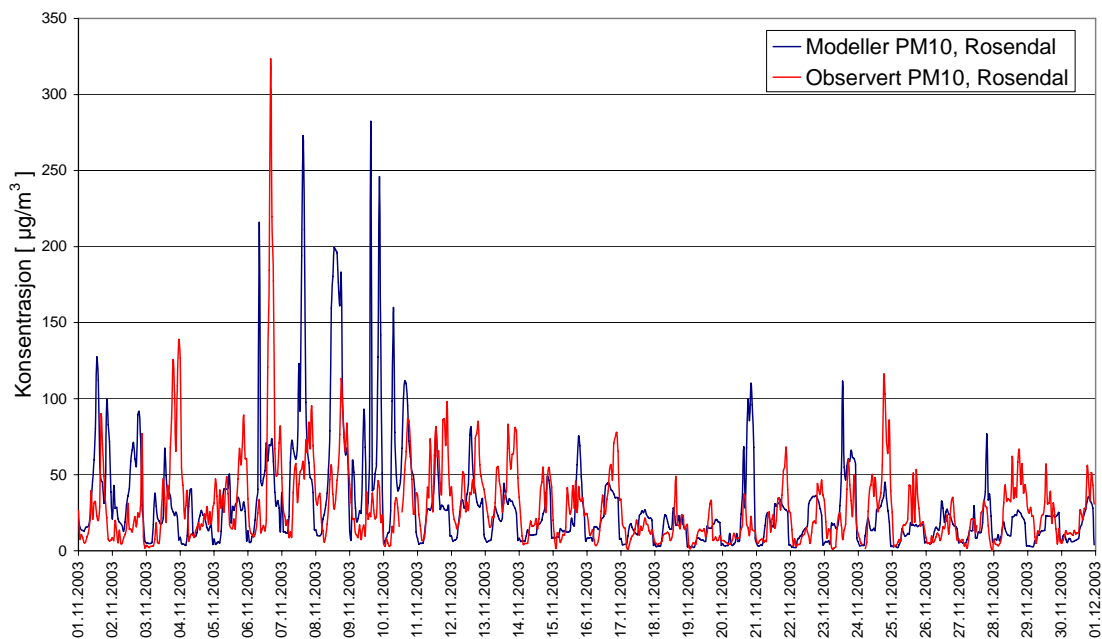
Figur 19: Timeverdier av NO_2 på Elgesetergate i 2003 sortert etter konsentrasjon (oktober til og med desember, de 500 høyeste timene).



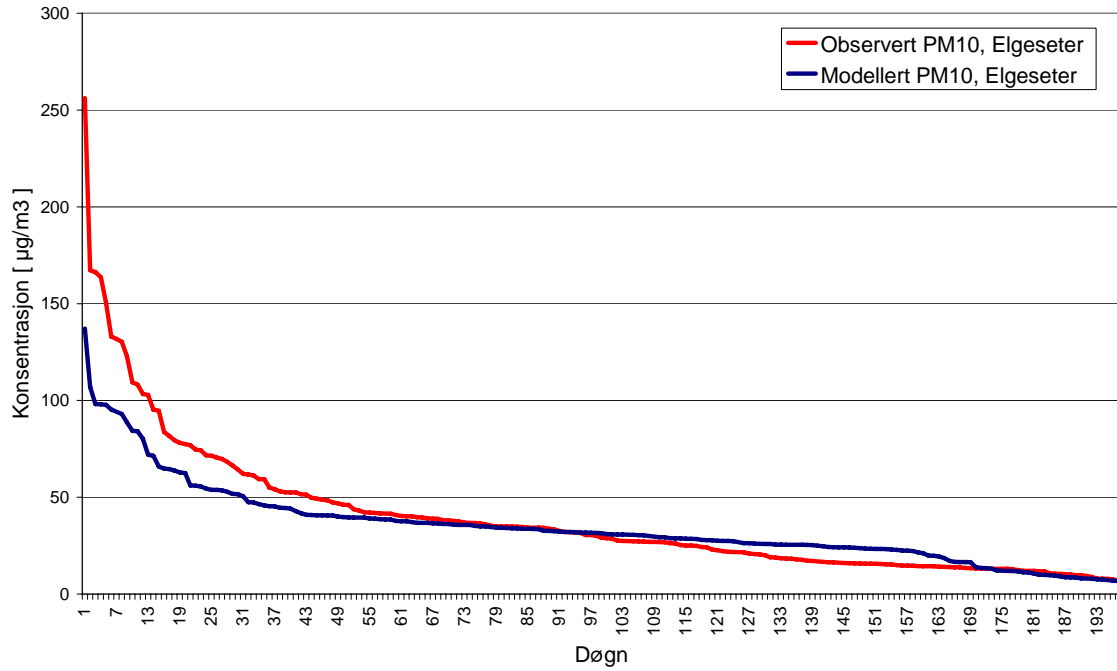
Figur 20: Timeverdier av NO_2 på Elgesetergate november 2003



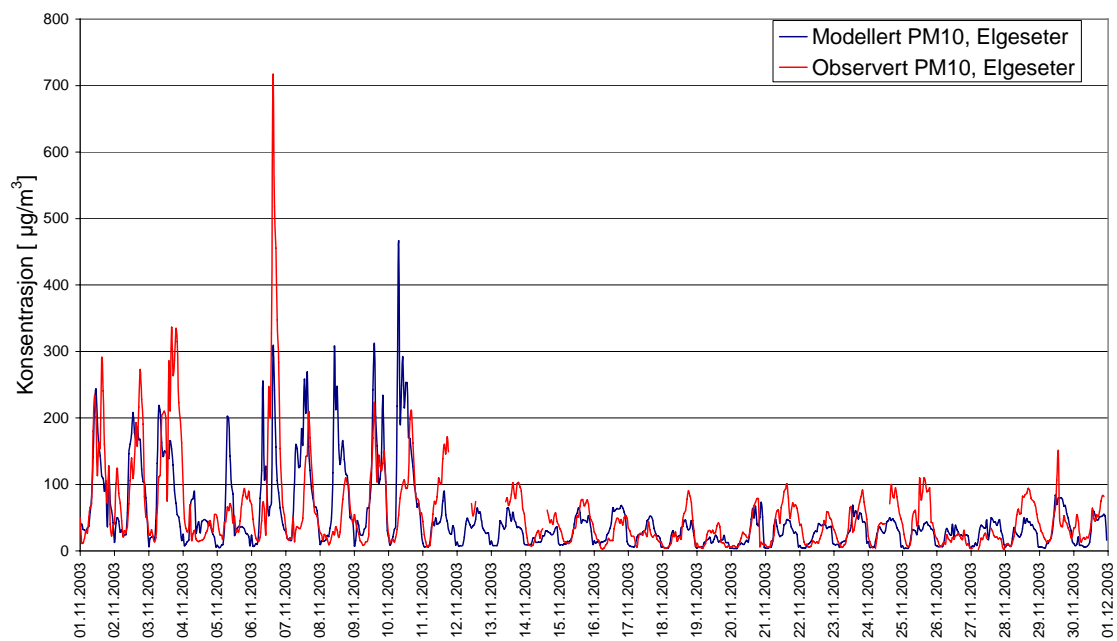
Figur 21: Døgnmiddelverdier av PM_{10} på Rosendal i 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember) sortert etter konsentrasjon.



Figur 22: Timeverdier av PM_{10} på Rosendal november 2003

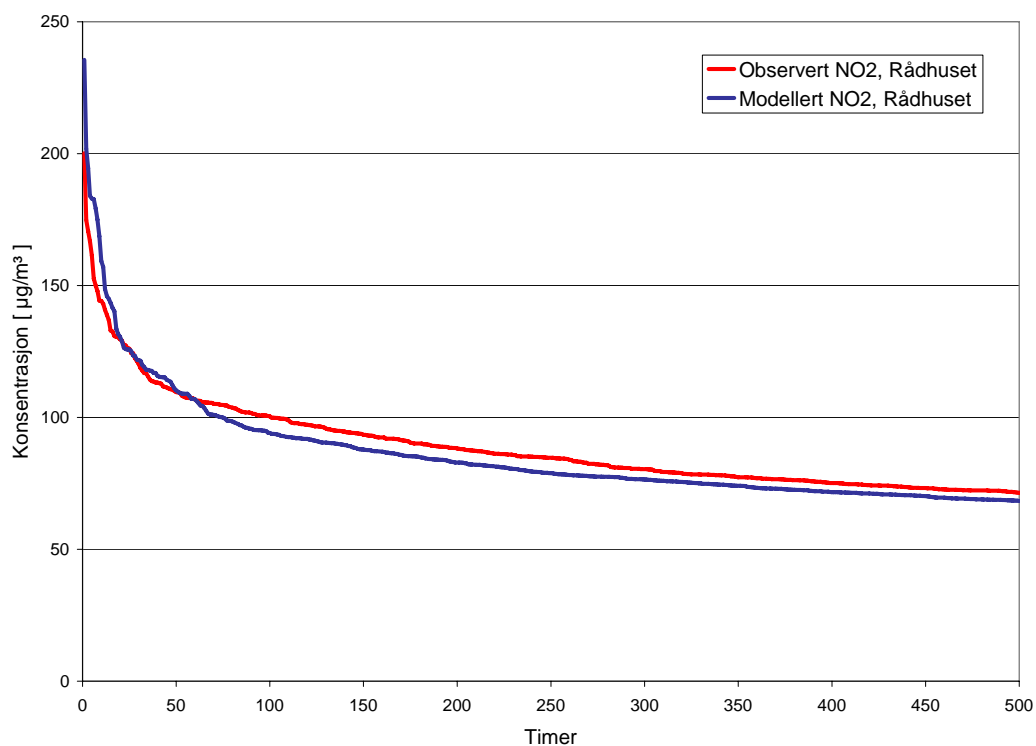


Figur 23: Døgnmiddelverdier av PM_{10} på Elgeseter i 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember) sortert etter konsentrasjon.

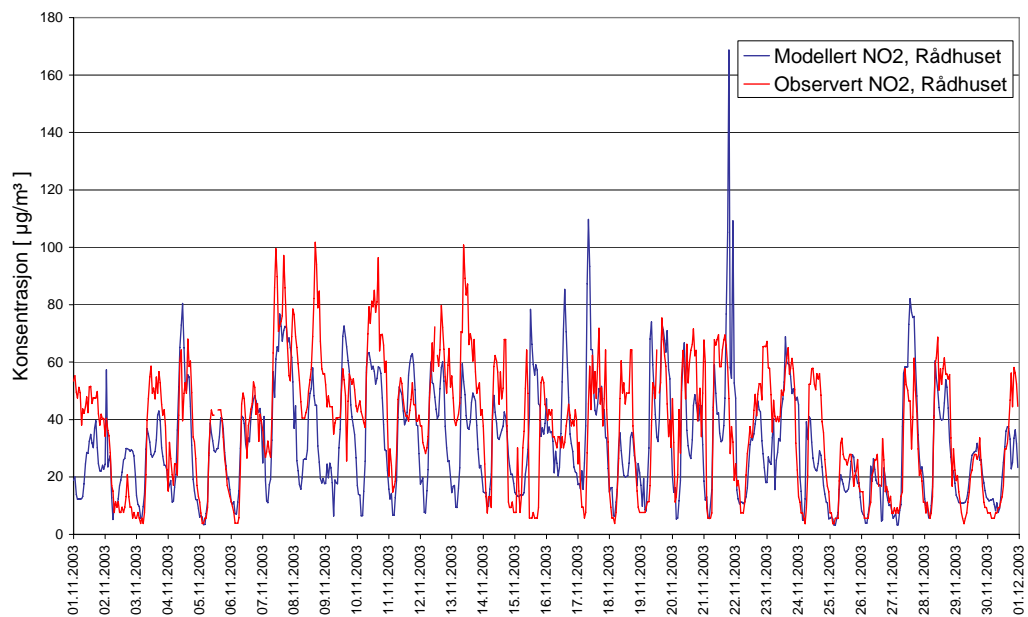


Figur 24: Timeverdier av PM_{10} på Elgeseter november 2003

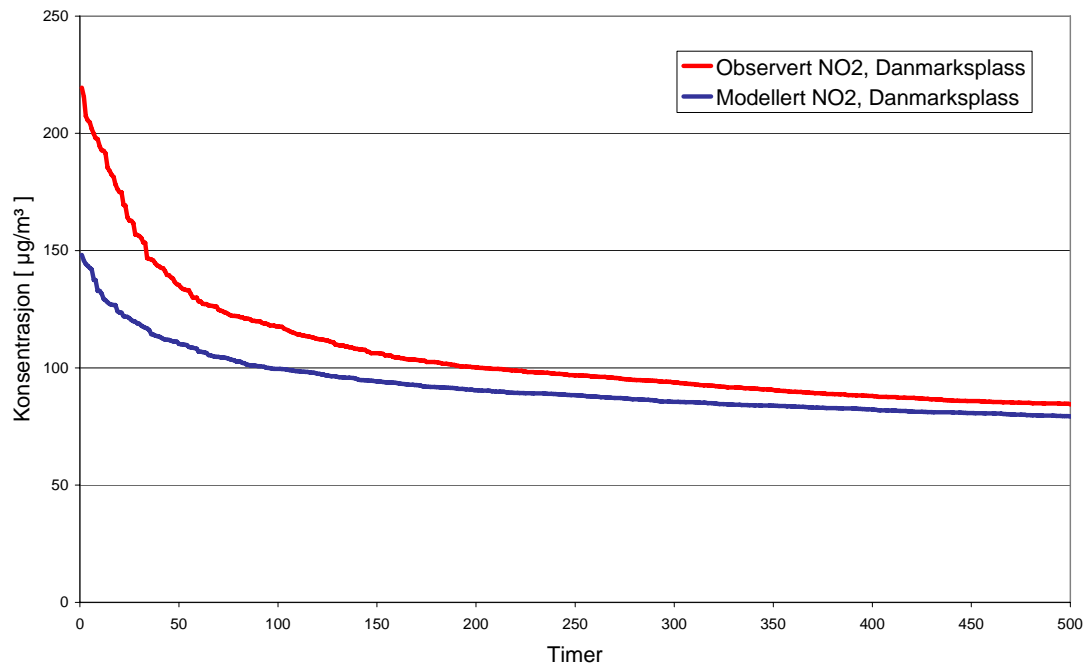
Bergen



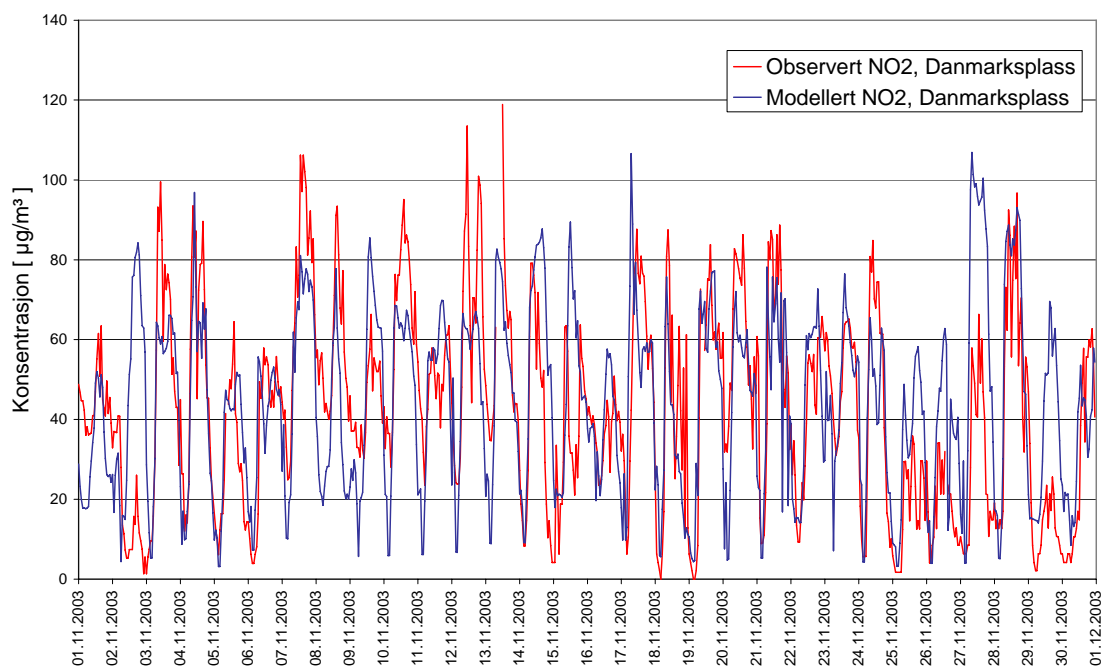
Figur 25: Timeverdier av NO_2 på Rådhuset i 2003 sortert etter konsentrasjon (januar til og med april, oktober til og med desember, de 500 høyeste timene).



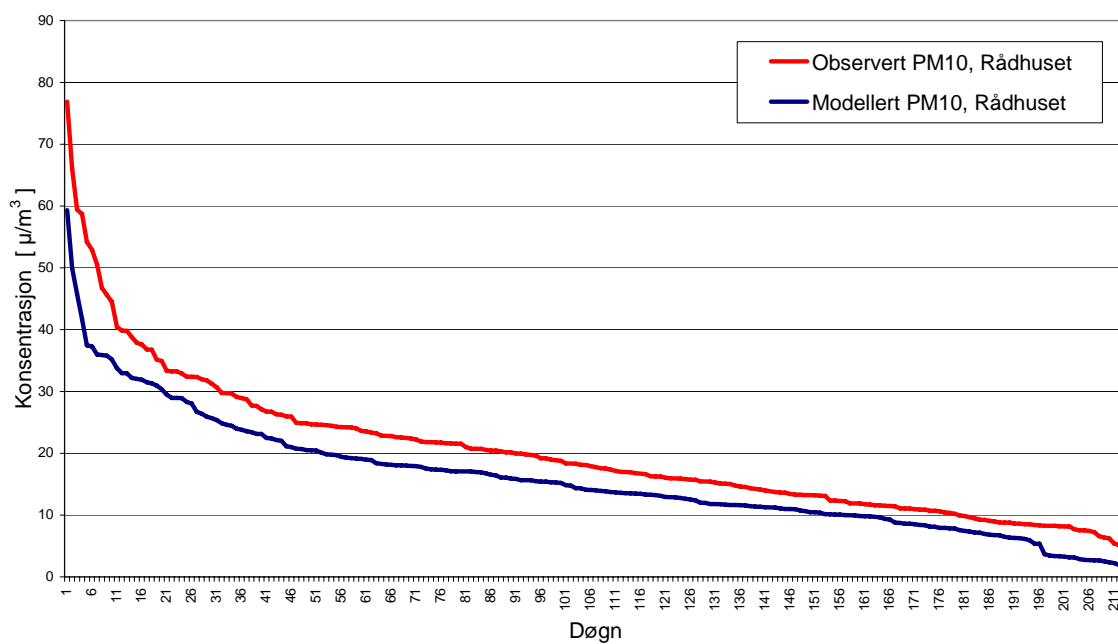
Figur 26: Timeverdier av NO_2 på Rådhuset november 2003



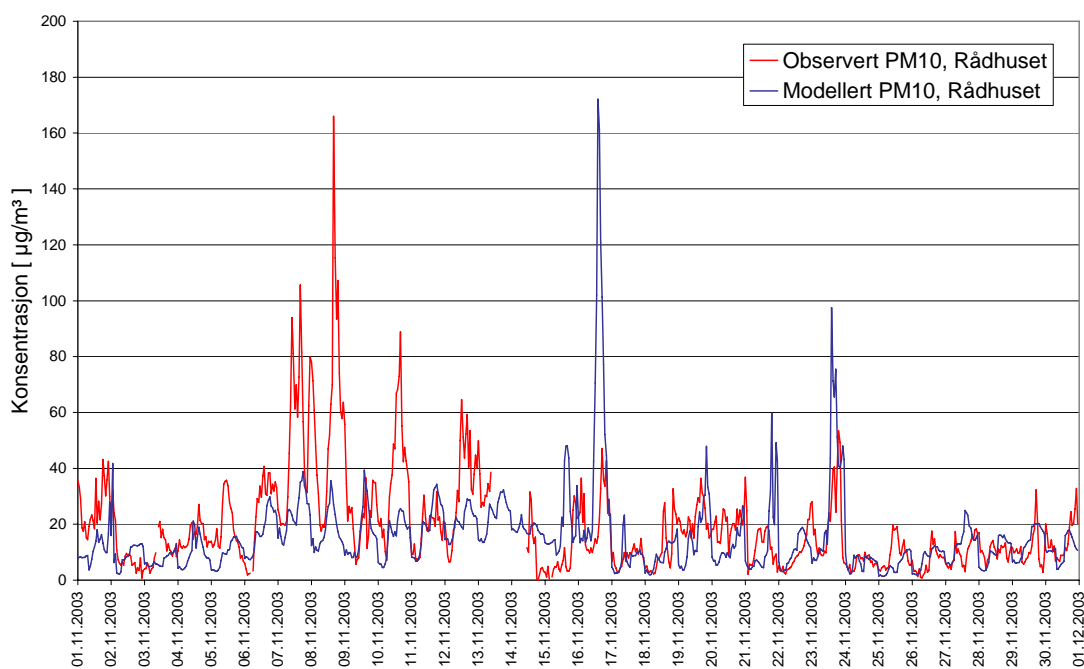
Figur 27: Timeverdier av NO₂ på Danmarks plass i 2003 sortert etter konsentrasjon (oktober til og med desember, de 500 høyeste timene).



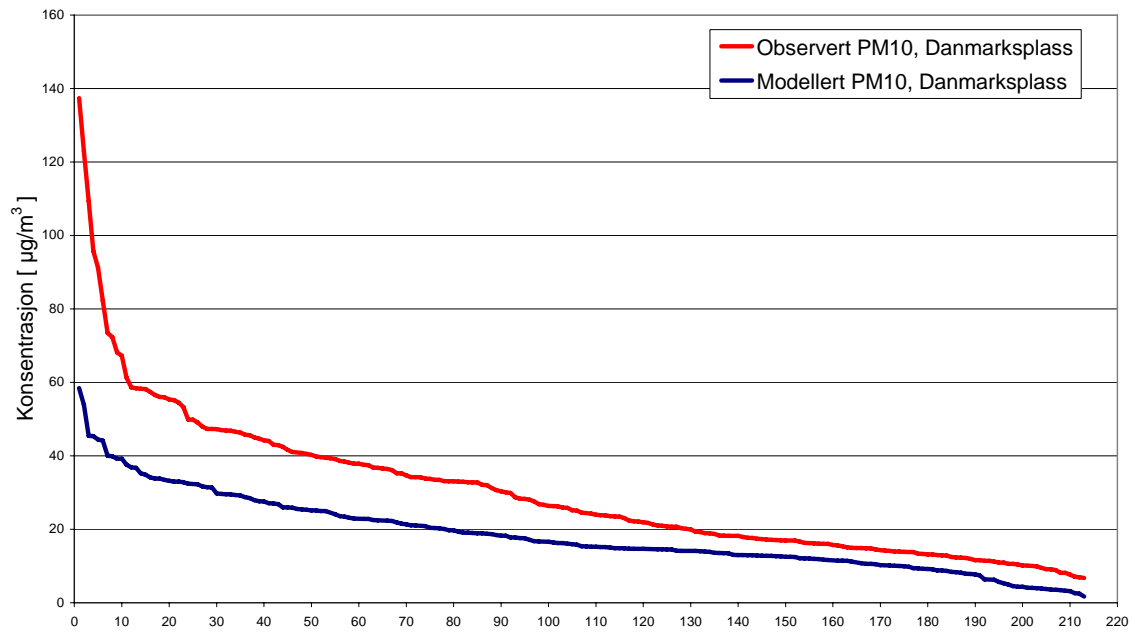
Figur 28: Timeverdier av NO₂ på Danmarks plass november 2003



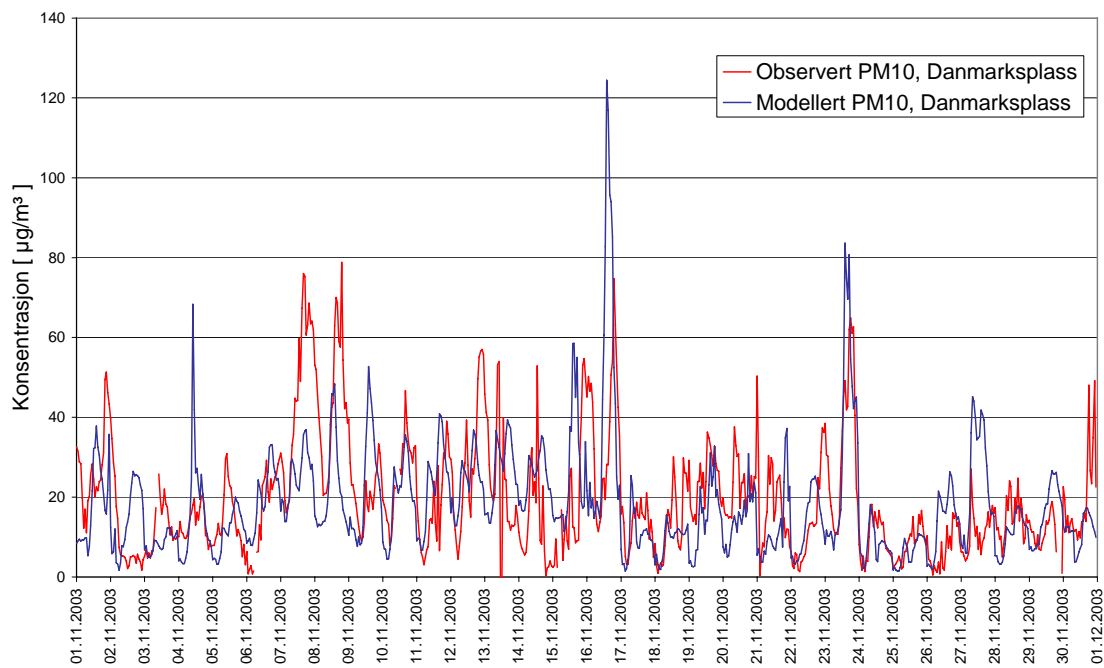
Figur 29: Døgnmiddelverdier av PM_{10} på Rådhuset i 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember) sortert etter konsentrasjon.



Figur 30: Timeverdier av PM_{10} på Rådhuset november 2003



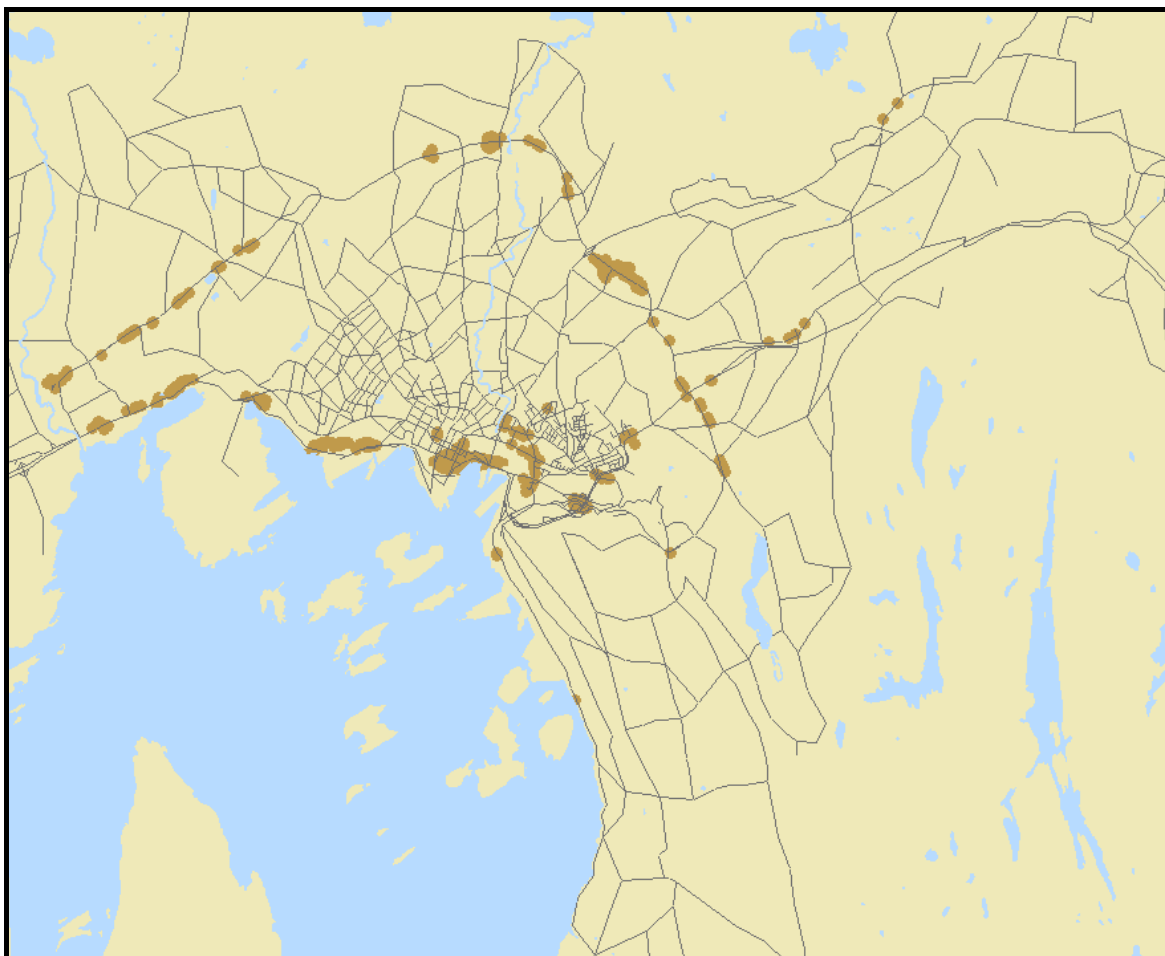
Figur 31: Døgnmiddelverdier av PM_{10} på Danmarks plass i 2003 (januar til og med april, oktober til og med desember) sortert etter konsentrasjon.



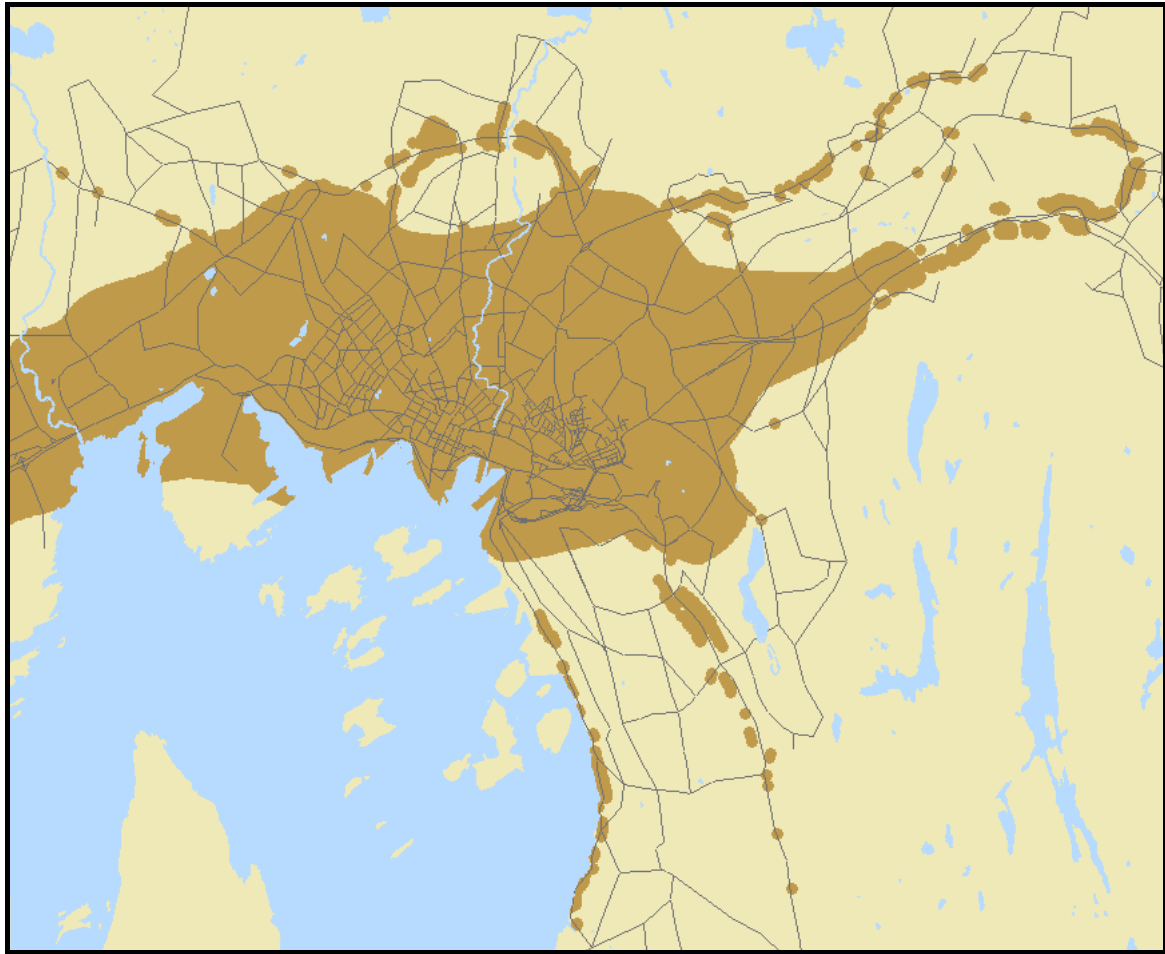
Figur 32: Timeverdier av PM_{10} på Danmarks plass november 2003

Vedlegg B

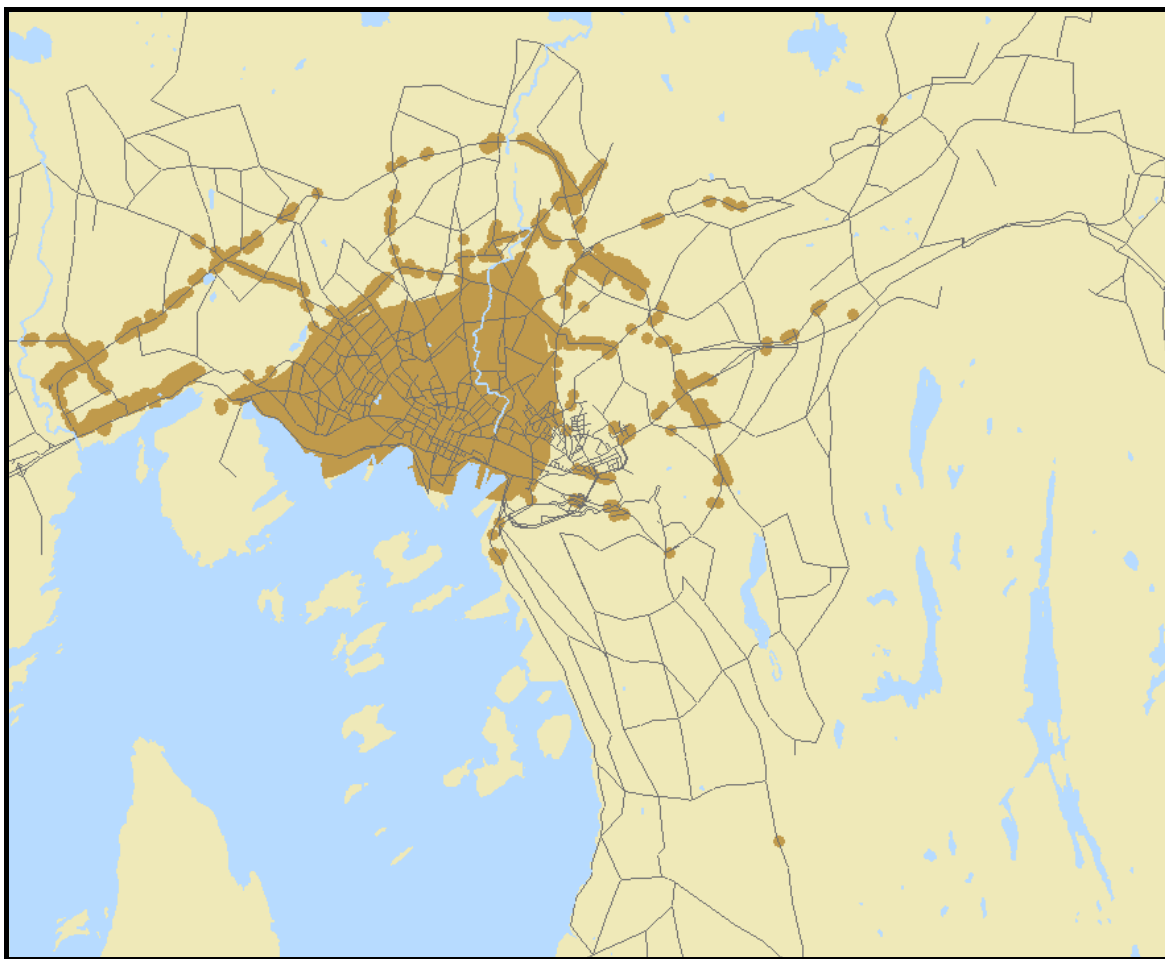
Beregnete konsentrasjoner etter nasjonal mål



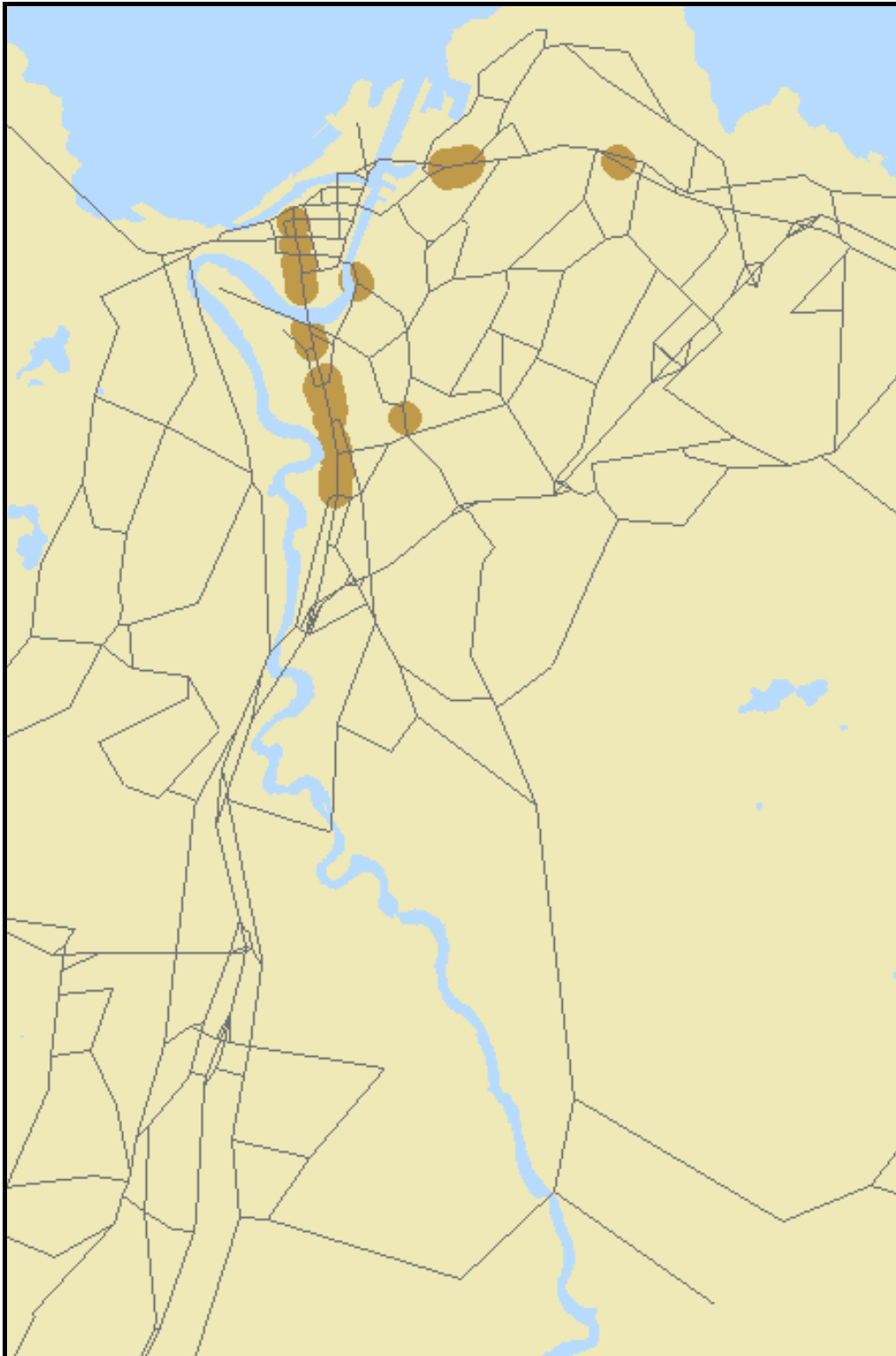
Figur 33: 9. høyeste timeverdi for NO₂ i Oslo 2003.



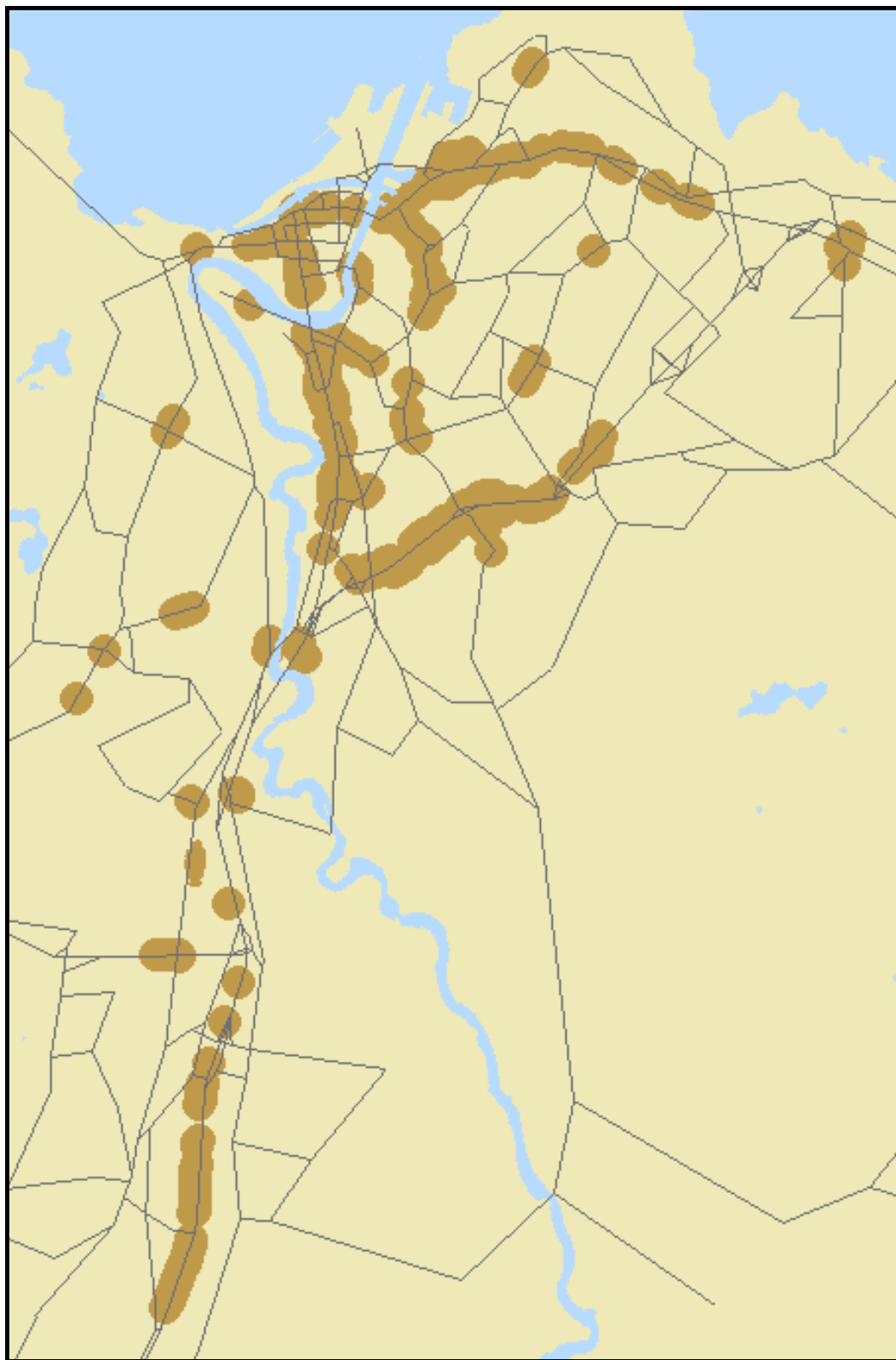
Figur 34: 8. høyeste døgnerverdier for PM₁₀ i Oslo 2003.



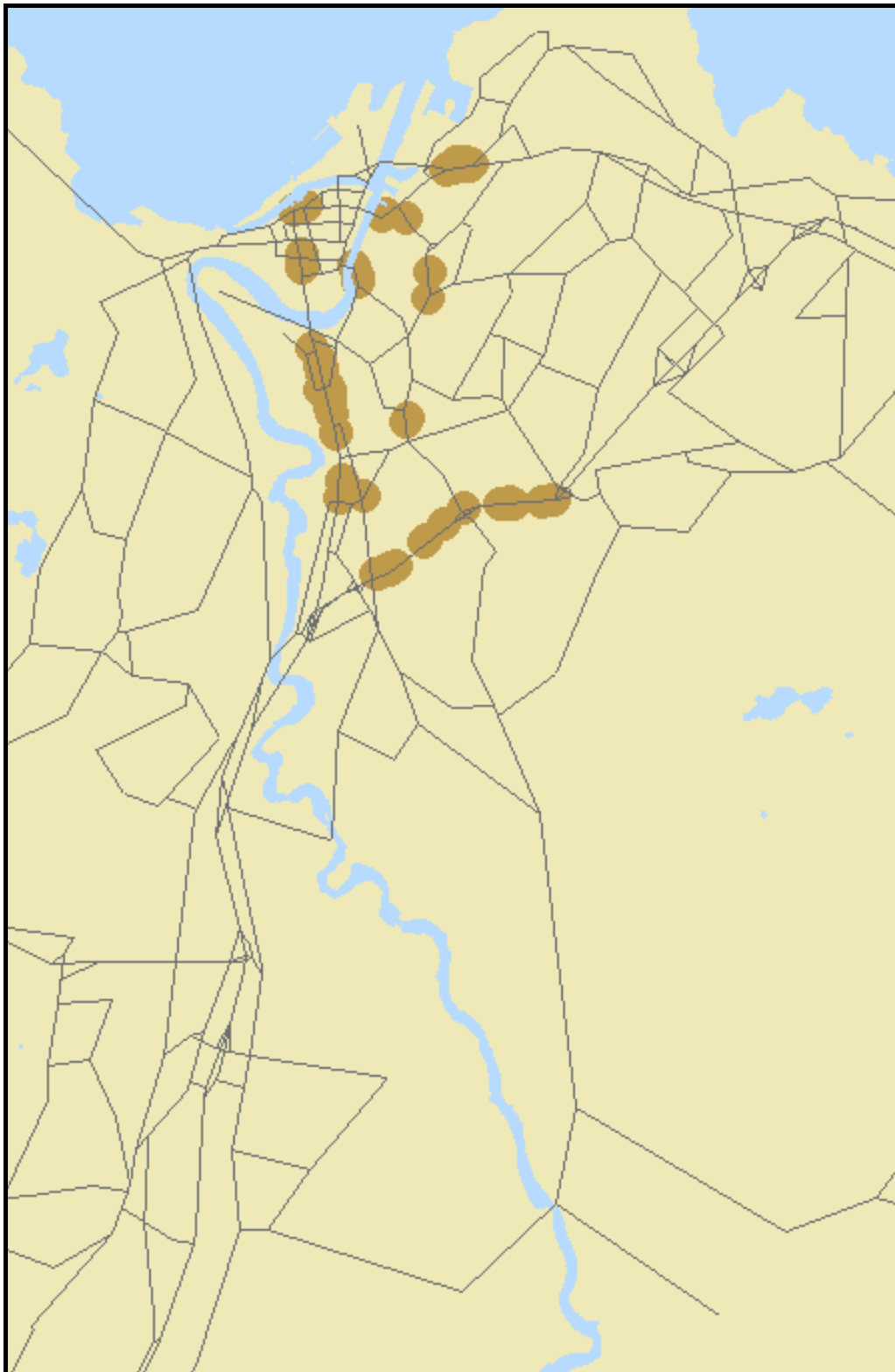
Figur 35: Årsmiddelverdi for benzen i Oslo 2003.



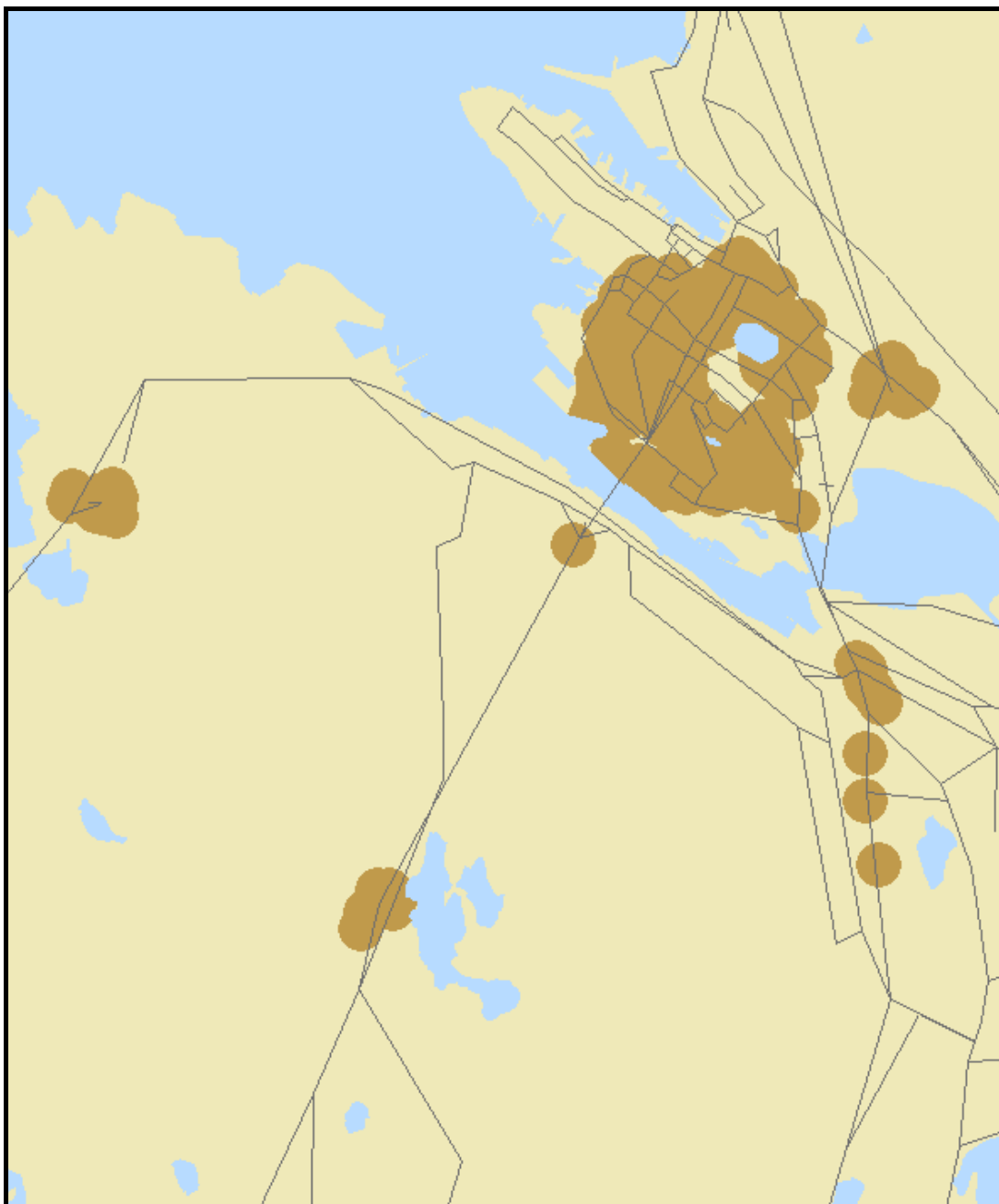
Figur 36: 9. høyeste timeverdi for NO₂ i Trondheim 2003.



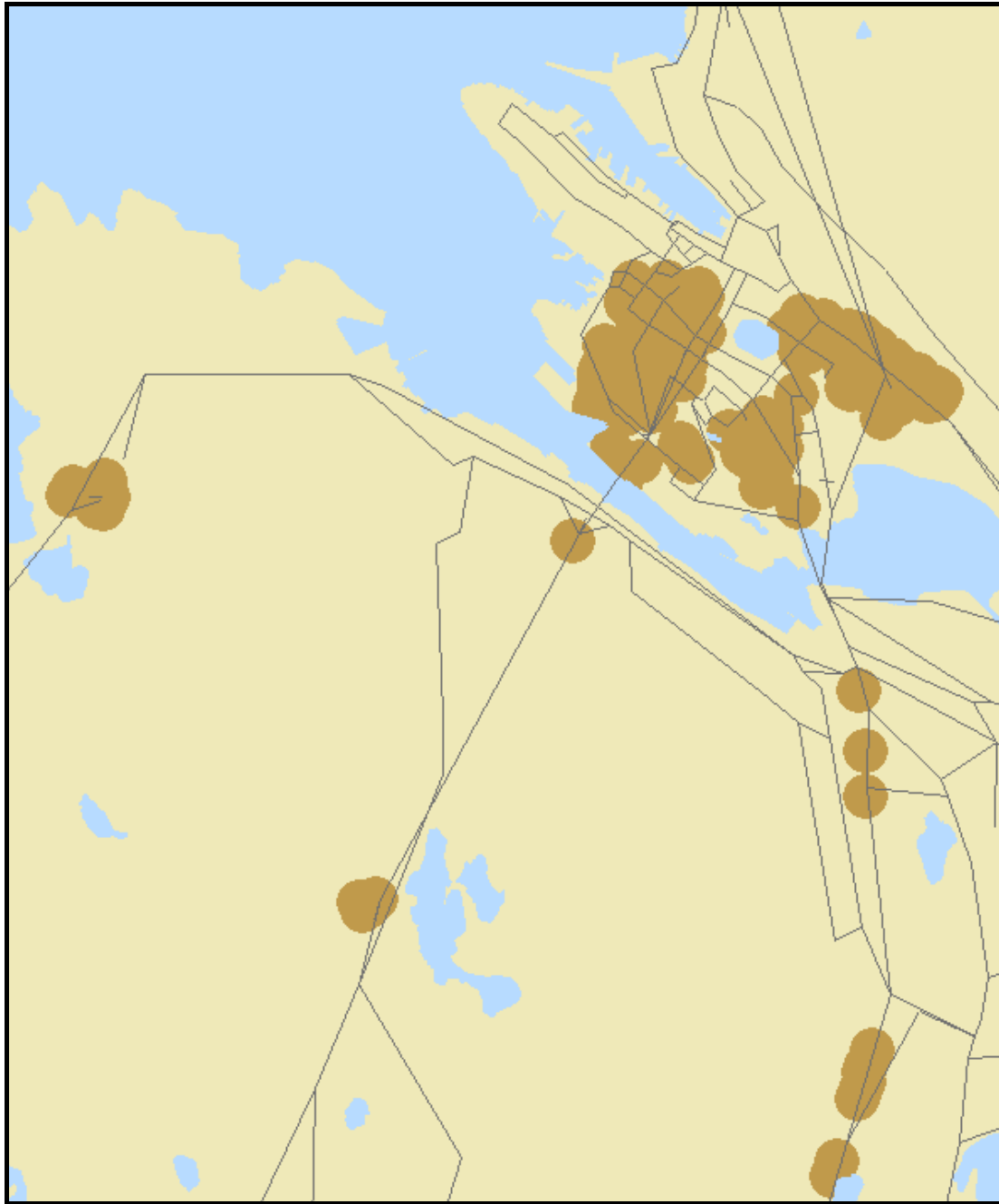
Figur 37: 8. høyeste døgnverdier for PM₁₀ i Trondheim 2003.



Figur 38: Årsmiddelverdi for benzen i Trondheim 2003.



Figur 39: 9. høyeste timeverdi for NO₂ i Bergen 2003.



Figur 40: 8. høyeste døgnverdier for PM₁₀ i Bergen 2003.

Vedlegg C

Skyldfordelingsmatriser

Negative bakgrunnsverdier kan noen ganger forekomme. Dette skyldes at totalberegningene er kjørt med bakgrunnskonsentrasjonene som randbetingelser (som transporteres inn fra kanten av modell-området), mens postprosesseringen av skyldfordelingen regner bakgrunnen som et konstant felt i hele modell-området. Da det alltid vil ta noe tid i modellberegningene før bakgrunnen dekker området, vil dette noen ganger fremkomme som svakt negative verdier i skyldfordelingen når det gjelder andre kilder.

Tabell 22: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ i felt for Oslo.

Oslo NO ₂ , grid					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
11	10	0.10	83.09	0.11	16.70
12	10	0.09	86.71	0.11	13.09

Tabell 23: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ i bygningspunkter for Oslo.

Oslo NO ₂ , grid fra reseptor					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
12	9	0.06	94.72	0.19	5.03
13	9	0.03	98.24	0.14	1.59
15	9	0.02	98.27	0.12	1.59
9	10	0.06	85.76	0.12	14.06
10	10	0.01	89.93	0.20	9.86
11	10	0.06	88.66	0.15	11.13
12	10	0.08	87.55	0.12	12.25
13	10	0.03	96.51	0.16	3.30
14	10	0.03	96.56	0.13	3.28
15	10	0.05	96.00	0.14	3.81
5	11	0.04	98.05	0.17	1.74
6	11	0.09	93.72	0.13	6.06
7	11	0.09	90.86	0.11	8.94
8	11	0.04	96.94	0.17	2.85
12	11	0.03	83.45	0.14	16.38
13	11	0.03	86.81	0.13	13.03
15	11	0.04	95.28	0.14	4.54
6	12	0.03	98.44	0.26	1.27
7	12	0.05	96.26	0.13	3.56
14	12	0.06	95.52	0.17	4.25
16	12	0.03	96.36	0.13	3.48
17	12	0.02	97.85	0.20	1.93
7	13	0.05	98.07	0.19	1.69
8	13	0.04	98.32	0.17	1.47
13	13	0.08	96.67	0.18	3.07
14	13	0.05	94.73	0.15	5.07

Oslo NO ₂ , grid fra reseptor					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
13	14	0.10	93.40	0.13	6.37
11	15	0.03	98.76	0.16	1.05
12	15	0.04	98.49	0.15	1.32
18	15	0.01	98.62	0.19	1.18
18	16	0.02	97.70	0.34	1.94

Tabell 24: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i felt for Oslo.

Oslo PM ₁₀ grid					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
1	9	24.26	60.92	9	5.82
2	9	14.93	71.33	9.14	4.6
3	9	13.17	74.89	8.8	3.14
4	9	21.32	62.9	12.34	3.44
12	9	12.11	76.09	10.68	1.12
13	9	14.02	71.1	13.26	1.62
14	9	14.53	68.06	15.84	1.57
15	9	10.6	76.73	11.54	1.13
3	10	31.96	55.59	9.69	2.76
4	10	16.2	71.17	10.22	2.41
5	10	12.8	75.89	9.29	2.02
6	10	21.07	66.69	9.81	2.43
7	10	24.28	62.67	10.16	2.89
8	10	26.82	60.69	9.98	2.51
9	10	13.03	75.18	8.82	2.97
10	10	20.45	63.41	11.73	4.41
11	10	14.32	72.51	10.04	3.13
12	10	14.05	72.96	10.72	2.27
13	10	14.76	70.75	12.43	2.06
14	10	18.06	65.44	14.19	2.31
15	10	9.5	73.07	16.08	1.35
4	11	42.75	44.59	9.3	3.36
5	11	23.6	64.68	9.03	2.69
6	11	16.28	72.06	9.55	2.11
7	11	18.61	69.62	9.31	2.46
8	11	19.83	69.15	8.83	2.19
9	11	25.13	62.62	8.86	3.39
10	11	29.8	55.38	10.05	4.77
11	11	26.18	58.23	10.38	5.21
12	11	23.39	61.38	10.8	4.43
13	11	19.79	65.15	11.65	3.41
14	11	15.64	70.55	11.32	2.49
15	11	12.13	75.81	10.28	1.78
5	12	41.42	43.48	11.98	3.12
6	12	18.43	69.12	10.37	2.08

Oslo PM ₁₀ grid					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
7	12	20.73	66.35	10.35	2.57
8	12	27.67	57.29	11.54	3.5
9	12	33.59	51.79	10.59	4.03
10	12	42.99	42.46	9.5	5.05
11	12	43.84	41.32	9.64	5.2
12	12	39.82	44.14	10.31	5.73
13	12	31.28	52.72	11.25	4.75
14	12	18.72	67.88	10.51	2.89
15	12	10.47	76.1	11.22	2.21
16	12	8.24	80.9	9.24	1.62
17	12	5.46	81.73	11.68	1.13
7	13	26.13	59.27	12.2	2.4
8	13	29.43	54.75	13.29	2.53
9	13	39.23	41.22	16.64	2.91
10	13	49.63	33.41	12.81	4.15
11	13	44.36	38.54	12.56	4.54
12	13	47.32	35.78	12.32	4.58
13	13	30.13	54.36	11.34	4.17
14	13	23.22	56.99	16.1	3.69
15	13	27.09	54.8	14.38	3.73
18	13	5.7	78.28	15.38	0.64
9	14	19.53	63.28	15.16	2.03
10	14	37.82	44.78	14.78	2.62
13	14	37.36	44.57	14.99	3.08
14	14	24.46	57.51	14.99	3.04
20	14	5.28	78.48	14.71	1.53

Tabell 25: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i bygningspunkter for Oslo.

Oslo PM ₁₀ grid fra reseptor					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
13	3	1.48	79.59	19.41	-0.48
16	3	2.39	79.15	18.38	0.08
13	4	2.03	80.85	17.94	-0.82
14	4	3.05	74.74	23.68	-1.47
16	4	2.59	84.52	13.16	-0.27
13	5	2.64	82.2	15.46	-0.3
14	5	3.7	80.06	16.71	-0.47
16	5	4.42	82.62	13.43	-0.47
13	6	4.63	78.76	16.38	0.23
15	6	4.79	77.1	17.44	0.67
16	6	3.74	78.8	16.45	1.01
13	7	5.89	78.9	15.26	-0.05
15	7	5.56	82.31	11.91	0.22
12	8	5.71	79.6	14.12	0.57
14	8	5	79.99	14.31	0.7

Oslo PM ₁₀ grid fra reseptor					
Rute- indeks I	Rute- indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
15	8	5.31	82.83	11.5	0.36
12	9	9.5	79.33	10.28	0.89
13	9	10.43	76.85	11.45	1.27
14	9	13.14	70.43	14.82	1.61
15	9	8.78	79.43	10.92	0.87
16	9	9.87	74.06	16.62	-0.55
5	10	6.66	83.73	8.61	1
6	10	10.54	79.76	8.69	1.01
9	10	10.09	78.63	8.78	2.5
10	10	14.61	70.8	11.07	3.52
11	10	10.1	78.52	9.15	2.23
12	10	12.35	75.27	10.47	1.91
13	10	14.22	72.17	11.68	1.93
14	10	12.04	73.9	12.32	1.74
15	10	7.78	79.76	11.46	1
16	10	6.59	80.72	12.61	0.08
4	11	39.56	47.97	9.1	3.37
5	11	16.84	71.19	9.98	1.99
6	11	13.43	74.98	9.95	1.64
7	11	14.89	73.3	9.78	2.03
8	11	15.4	73.97	8.89	1.74
9	11	22.34	65.66	8.92	3.08
10	11	28.34	57.45	9.68	4.53
11	11	25.07	59.96	10.02	4.95
12	11	19.97	65.78	10.18	4.07
13	11	17.18	68.84	10.83	3.15
14	11	13.53	72.82	11.44	2.21
15	11	8.91	79.96	9.88	1.25
16	11	9.51	75.76	13.26	1.47
4	12	37.26	45.76	14.37	2.61
5	12	31.43	53.84	12.19	2.54
6	12	14.87	73.05	10.45	1.63
7	12	14.06	75.06	9.16	1.72
9	12	30.99	55.34	9.98	3.69
10	12	41	44.55	9.66	4.79
11	12	40.26	44.93	9.78	5.03
12	12	35.96	48.56	10.02	5.46
13	12	24.94	59.86	10.87	4.33
14	12	12.6	75.21	10.08	2.11
15	12	10.62	77.35	10.17	1.86
16	12	5.46	84.08	9.61	0.85
17	12	5.12	82.08	11.84	0.96
18	12	4.59	82.37	12.79	0.25
7	13	16.61	70.83	10.87	1.69
8	13	22.81	62.89	12.09	2.21
9	13	29.6	53.1	14.57	2.73
10	13	40.66	42.47	12.94	3.93
11	13	36.82	46.4	12.56	4.22

Oslo PM ₁₀ grid fra reseptor					
Rute- indeks I	Rute- indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
12	13	39.74	44.27	11.74	4.25
13	13	20.03	66.4	10.59	2.98
14	13	11.92	75.55	10.63	1.9
15	13	20.76	63.65	12.64	2.95
16	13	12.86	71.93	12.97	2.24
17	13	6.9	77.53	14.13	1.44
18	13	4.61	81.46	13.29	0.64
19	13	3.81	82.02	13.55	0.62
5	14	42.58	37.74	17.45	2.23
6	14	35.02	45.48	17.34	2.16
7	14	25.01	55.59	17.85	1.55
8	14	13.83	73.17	11.63	1.37
9	14	11.21	75.65	11.79	1.35
10	14	28	54.54	15.16	2.3
11	14	37.21	44.39	15.2	3.2
12	14	43.75	35.87	16.37	4.01
13	14	21.78	63.2	12.85	2.17
14	14	14.94	70.7	12.51	1.85
15	14	17.17	66.44	14.21	2.18
16	14	12.18	72.21	13.58	2.03
17	14	7.22	78.34	13.41	1.03
18	14	5.98	79.48	13.73	0.81
19	14	4.09	82.38	12.53	1
20	14	3.99	82.13	12.67	1.21
21	14	3.3	79.17	15.91	1.62
22	14	1.37	80.53	16.14	1.96
10	15	14.89	65.02	19.55	0.54
11	15	18.83	66.27	13.55	1.35
12	15	14.17	72.39	12.26	1.18
13	15	15.38	68.17	15.52	0.93
17	15	5.46	78.53	15.7	0.31
18	15	5.52	78.26	15.38	0.84
19	15	4.46	76.47	18.46	0.61
20	15	4.12	77.97	17.41	0.5
21	15	3.15	78.48	17	1.37
22	15	2.04	81.69	14.26	2.01
18	16	3.63	81.22	14.46	0.69
19	16	3.11	79.91	16.42	0.56

Tabell 26: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for benzen i felt for Oslo.

Oslo Benzen grid					
Rute- indeks I	Rute- indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
9	10	9.13	78.66	0	12.21
11	10	6.2	82.04	0	11.76
12	10	6.19	84.52	0	9.29
8	11	13.99	75.73	0	10.28
9	11	16.44	70.64	0	12.92
10	11	15.46	69.08	0	15.46
11	11	12.08	72	0	15.92
12	11	10.4	73.72	0	15.88
9	12	18.06	68.74	0	13.2
10	12	21.23	63.03	0	15.74
11	12	19.56	62.93	0	17.51
12	12	17.11	63.53	0	19.36
12	13	18.85	57.25	0	23.9

Tabell 27: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for benzen i bygningspunkter for Oslo.

Oslo Benzen grid fra reseptor					
Rute- indeks I	Rute- indeks I	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
16	4	2.86	96.19	0	0.95
13	6	5.04	92.78	0	2.18
12	8	5.44	89.28	0	5.28
12	9	5.14	90.04	0	4.82
13	9	5.01	91.51	0	3.48
14	9	6.47	89.86	0	3.67
15	9	5.94	91.35	0	2.71
5	10	11.94	82.85	0	5.21
9	10	7.71	81.96	0	10.33
10	10	7.72	79.72	0	12.56
11	10	4.25	87.68	0	8.07
12	10	5.51	86.22	0	8.27
13	10	7.35	84.9	0	7.75
14	10	6.35	87.97	0	5.68
15	10	6.4	88.83	0	4.77
5	11	12.25	82.51	0	5.24
6	11	12.1	81.1	0	6.8
7	11	10.25	81.85	0	7.9
8	11	11.07	80.81	0	8.12
9	11	13.29	76.26	0	10.45
10	11	13.11	73.77	0	13.12
11	11	10.13	76.5	0	13.37
12	11	8.43	78.72	0	12.85
13	11	7.84	82.07	0	10.09

Oslo Benzen grid fra reseptor					
Rute- indeks I	Rute- indeks I	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
14	11	8.36	80.6	0	11.04
15	11	6.78	86.53	0	6.69
4	12	13.37	83.54	0	3.09
5	12	12.15	83.77	0	4.08
6	12	11.45	83.22	0	5.33
7	12	11.97	79.39	0	8.64
9	12	14.14	75.54	0	10.32
10	12	17.72	69.15	0	13.13
11	12	15.61	70.42	0	13.97
12	12	13.72	70.74	0	15.54
13	12	10.67	76.9	0	12.43
14	12	7.48	83.12	0	9.4
15	12	6.15	84.47	0	9.38
16	12	4.65	88.18	0	7.17
17	12	4.54	90.81	0	4.65
7	13	10.59	83.92	0	5.49
8	13	10.15	83.81	0	6.04
9	13	11.47	80.27	0	8.26
10	13	14.74	73.32	0	11.94
11	13	14.01	72.06	0	13.93
12	13	14.63	66.83	0	18.54
13	13	11.25	76.57	0	12.18
14	13	7.01	84.49	0	8.5
7	14	10.75	85.3	0	3.95
8	14	8.79	87.38	0	3.83
9	14	8.8	85.99	0	5.21
10	14	11.84	80.3	0	7.86
12	14	14.08	61.8	0	24.12
13	14	11.67	73.45	0	14.88
14	14	10.44	78.99	0	10.57
15	14	8.11	84.03	0	7.86
16	14	5.77	87.73	0	6.5
10	15	7.41	88.38	0	4.21
11	15	6.03	90.77	0	3.2
12	15	7.82	84.04	0	8.14
13	15	8.97	81.06	0	9.97
18	15	4.47	90.87	0	4.66

Tabell 28: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ i bygningspunkter for Trondheim .

Trondheim NO ₂ grid fra reseptor					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
6	10	0.01	98.07	0.24	1.68
6	11	0.02	97.64	0.24	2.1
7	11	0.02	98.65	0.23	1.1
6	12	0.02	95.76	0.24	3.98
7	12	0.03	94.76	0.32	4.89
6	13	0.02	92.87	0.29	6.82
7	13	0.11	96.3	0.18	3.41
8	13	0.03	97.51	0.26	2.2
7	14	0.12	93.03	0.13	6.72
8	14	0.07	97.59	0.08	2.26
9	14	0.01	98.15	0.35	1.49

Tabell 29: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i felt for Trondheim.

Trondheim PM ₁₀ grid					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
5	7	5.61	80.6	12.03	1.76
6	9	13.1	74.05	12.15	0.7
7	10	35.39	55.41	10.96	-1.76

Tabell 30: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i bygningspunkter for Trondheim .

Trondheim PM ₁₀ grid fra reseptor					
Rute-indeks I	Rute-indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
2	1	0.16	83.28	14.59	1.97
5	3	4.04	83.66	12.58	-0.28
5	4	6.78	80.68	13.3	-0.76
5	5	4.02	82.48	13.96	-0.46
5	6	5.53	84.02	10.83	-0.38
5	7	5.62	77.14	16.97	0.27
5	8	8.77	78.93	11.44	0.86
4	9	10.72	77	13.41	-1.13
5	9	21.21	65.44	14.25	-0.9
6	9	10.32	77.43	11.97	0.28
6	10	8.6	75.67	15.61	0.12
7	10	19.35	70.94	10.82	-1.11

Trondheim PM ₁₀ grid fra reseptor					
Rute- indeks I	Rute- indeksJ	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
8	10	9.99	79.77	11.1	-0.86
5	11	15.22	73.89	11.8	-0.91
6	11	11.13	74.31	14.84	-0.28
7	11	31.42	59.66	10.42	-1.5
8	11	19.74	66.77	15.15	-1.66
9	11	4.02	83.29	13.48	-0.79
6	12	13.82	71.68	14.72	-0.22
7	12	39.16	52.13	10.35	-1.64
8	12	15.39	75.6	10.31	-1.3
5	13	4.35	81.95	13.31	0.39
6	13	14.02	71.8	14.25	-0.07
7	13	49.74	42.07	10.46	-2.27
8	13	11.26	77.55	11.99	-0.8
9	13	9.19	76.74	15.03	-0.96
10	13	3.34	83.16	13.94	-0.44
11	13	3.59	83.2	13.5	-0.29
7	14	26.99	62.36	10.53	0.12
8	14	25.12	61.55	13.58	-0.25
9	14	8.4	76.37	15.79	-0.56
14	14	1.12	78.2	20.98	-0.3

Tabell 31: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for benzen i bygningspunkter for Trondheim.

Trondheim Benzen grid fra reseptor					
Rute- indeks I	Rute- indeks J	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
6	10	10.45	87.13	0	2.42
7	10	12.2	85.26	0	2.54
8	10	8.93	89.85	0	1.22
6	11	10.13	88.03	0	1.84
7	11	9.04	87.82	0	3.14
6	12	11.14	86.61	0	2.25
7	12	15.05	80.97	0	3.98
6	13	10.48	87.16	0	2.36
7	13	18.03	78.74	0	3.23
7	14	13	83.17	0	3.83
8	14	11.59	85.02	0	3.39

Tabell 32: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for NO₂ i bygningspunkter for Bergen.

Bergen NO ₂ grid fra reseptor					
Rute-indeks I	Rute-indeksJ	Vedfyring	Trafikk	Bakgrunn	Andre kilder
8	5	0.01	99.55	0.33	0.11
6	10	0.02	99.79	0.27	-0.08
3	11	0.01	99.66	0.15	0.18
6	11	0.02	99.67	0.2	0.11
7	11	0.01	99.3	0.19	0.5
9	11	0.02	99.16	0.38	0.44
5	12	0.01	99.88	0.13	-0.02
7	12	0.02	99.44	0.09	0.45
8	12	0.02	97.68	0.36	1.94
9	12	0.01	97.47	0.38	2.14
5	13	0.01	99.43	0.17	0.39
7	13	0.06	98.81	0.29	0.84
8	13	0.04	99.45	0.24	0.27
9	13	0.03	99.39	0.27	0.31
8	14	0.07	95.78	0.26	3.89
7	17	0.03	99.34	0.28	0.35
8	17	0.01	98.92	0.24	0.83
8	18	0.01	99.62	0.31	0.06

Tabell 33: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av nasjonalt mål for PM₁₀ i bygningspunkter for Bergen.

Bergen PM ₁₀ grid fra reseptor						
Rute-indeks I	Rute-indeksJ	Vedfyring	Trafikk	Totalt	Bakgrunn	Andre kilder
4	2	0.79	76.62	100	22.63	-0.04
5	2	2.32	79.59	100	18.22	-0.13
7	2	2.08	77.73	100	20.5	-0.31
7	3	4.6	78.96	100	16.72	-0.28
8	3	5.5	83.28	100	11.87	-0.65
8	5	3.92	83.13	100	13.03	-0.08
8	6	4.59	85.32	100	11.52	-1.43
4	7	20.11	63.38	100	17.13	-0.62
8	7	4.72	83.01	100	13.22	-0.95
8	8	5.85	83.57	100	11.91	-1.33
9	8	5.5	80.11	100	14.59	-0.2
8	9	6.65	72.47	100	21.87	-0.99
9	9	18.84	65.36	100	15.52	0.28
6	10	5.5	86.31	100	10.42	-2.23
9	10	33.77	53.17	100	13.88	-0.82
2	11	5.28	84.06	100	13.08	-2.42
3	11	4.61	84.96	100	11.82	-1.39
6	11	2.8	89.49	100	8.95	-1.24
9	11	23.92	61.18	100	15.98	-1.08
5	12	1.95	92.77	100	6.45	-1.17

Bergen PM ₁₀ grid fra reseptor						
Rute- indeks I	Rute- indeksJ	Vedfyring	Trafikk	Totalt	Bakgrunn	Andre kilder
7	12	11.8	81.24	100	8.32	-1.36
8	12	5.87	86.1	100	9.22	-1.19
9	12	20.21	67.67	100	12.57	-0.45
2	13	5.12	84.42	100	11.43	-0.97
5	13	5.25	81.71	100	13.66	-0.62
7	13	15.82	72.51	100	12.97	-1.3
8	13	15.21	74.82	100	13.73	-3.76
9	13	5.5	85.96	100	10.45	-1.91
2	14	3.83	75.28	100	20.64	0.25
11	16	0.25	92.63	100	7.44	-0.32
7	17	5.11	86.33	100	10.16	-1.6
8	17	0.8	93.13	100	6.35	-0.28
8	18	1.52	90.55	100	8.99	-1.06
8	19	4.54	84.28	100	13.31	-2.13
11	19	0.53	84.26	100	14.93	0.28
11	20	0.79	86.5	100	12.93	-0.22
8	21	9.97	81.51	100	11.88	-3.36
11	21	7.47	73.54	100	19.11	-0.12
9	22	8.81	75.49	100	18.19	-2.49
7	23	3.42	78.41	100	18.68	-0.51

Vedlegg D

Prosedyre for beregning av bakgrunnsverdier

Generelt

Manglende verdier kompletteres ikke ved innlegging i basen. Middelerdien for beregningsperioden beregnes og legges inn i kjøreoppsettet for bruk ved manglende verdi.

Negative verdier betyr at konsentrasjonen er under deteksjonsgrensen. Verdien som skal brukes er da absoluttverdien av den oppgitte konsentrasjonen delt på 2.

Ozon

- For Oslo brukes timevise verdier fra stasjonene Prestebakke og Hurdal. For hver time brukes den høyeste verdien på de to stasjonene.
- For Trondheim brukes timevise verdier fra Kårvatn.
- For Bergen brukes timevise verdier fra Sandve.

NO₂

- For Oslo brukes døgnverdier av NO₂ fra Birkenes
- For Trondheim brukes døgnverdier av NO₂ fra Kårvatn.
- For Bergen brukes døgnverdier av NO₂ fra Birkenes

Note: Siden verdiene som hentes ut fra NILUdb er gitt som NO₂_N, er verdiene regnet om fra N til NO₂ ved hjelp av følgende sammenheng: $NO_2 = NO_2-N * (46/14)$.

Døgnverdiene gjøres om til timeverdier ved at måleverdien brukes for alle timene den er gyldig for, dvs fra og med kl 07 samme dag til kl 07 neste dag.

PM₁₀:

- For Oslo brukes direkte målinger av PM₁₀ for Birkenes stasjon
- For Trondheim brukes data for SO₄A, SumNO₃ og SumNH₄ fra Kårvatn stasjon.
- For Bergen brukes direkte målinger av PM₁₀ fra Birkenes stasjon.

Note: Siden verdiene som hentes ut fra NILUdb er gitt som SO₄A, SumNO₃ og SumNH₄, er verdiene regnet ved hjelp av følgende sammenheng:
 $PM_{10} = ((SO_4A * 3) + (SumNO_3 * 4.43) + (SumNH_4 * 1.29)) * 2.5$

Siden verdiene som hentes ut fra NILUdb er gitt som SO₄A-S, er verdiene regnet om fra S til SO₄ ved hjelp av følgende sammenheng: $SO_4A = SO_4A-S * (96,0616/32,064)$.

Døgnverdiene gjøres om til timeverdier ved at måleverdien brukes for alle timene den er gyldig for, dvs fra og med kl 07 samme dag til kl 07 neste dag.

NO:

NO bakgrunn settes lik 0.

Benzen:

Benzen bakgrunn settes lik 0.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 10/2005	ISBN 82-425-1647-2 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 69	PRIS NOK 150,-
TITTEL Rikets Miljøtilstand 2003		PROSJEKTLEDER Herdis Laupsa	
		NILU PROSJEKT NR. O-104090	
FORFATTER(E) Herdis Laupsa, Dag Tønnesen, Terje Krognnes, Markus Bruno, Sam Erik Walker		TILGJENGELIGHET * B	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Roar Gammelsæter	
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet	Spredningsberegninger	Rikets miljøtilstand	
REFERAT Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomført spredning- og eksponeringsberegninger for PM ₁₀ , NO ₂ og benzen for Oslo, Trondheim og Bergen for 2003. Antall personer utsatt for overskridelser av nasjonalt mål av PM ₁₀ , NO ₂ og benzen ble beregnet i bygningspunkter og i ruter.			
TITLE Dispersion and exposure calculation of PM ₁₀ , NO ₂ and benzene for Oslo, Trondheim and Bergen for 2003			
ABSTRACT The Norwegian Institute for Air research (NILU) has preformed dispersion and exposure calculation of PM ₁₀ , NO ₂ and benzene for Oslo, Trondheim and Bergen for 2003. Population exposure estimates has been related to national guidelines.			

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