

NILU: OR 6/2005  
REFERANSE: O-104079  
DATO: FEBRUAR 2005  
ISBN: 82-425-1641-3

# **Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler**

**Herdis Laupsa, Leiv Håvard Slørdal og Dag Tønnesen**



# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Inngangsdata.....</b>	<b>5</b>
2.1 Meteorologidata .....	5
2.2 Forbruk av ulike brenseltyper .....	5
2.3 Trafikkdata .....	6
2.4 Befolkningsdata.....	6
2.5 Bakgrunnskonsentrasjoner .....	7
<b>3 Evaluering av spredningsberegninger mot målinger.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Usikkerheter i beregningene .....</b>	<b>14</b>
4.1 Usikkerheter knyttet til utslippsestimatene fra forbruk av brensel .....	15
4.2 Usikkerheter knyttet til utslippsestimatene for veitrafikken .....	15
4.3 Usikkerheter i øvrige tilførsler/kilder.....	16
4.4 Usikkerheter knyttet til meteorologiske spredningsforhold og vindfeltberegningen.....	16
4.5 Usikkerheter knyttet til spredningsberegningene.....	16
<b>5 Resultater av spredning- og eksponeringsberegningene .....</b>	<b>17</b>
5.1 Beregningsåret 2003.....	17
5.2 Beregningsåret 2010.....	18
5.3 Beregningsåret 2015.....	20
<b>6 Konklusjon.....</b>	<b>22</b>
<b>7 Referanser .....</b>	<b>24</b>
<b>Vedlegg A Beregnede konsentrasjoner.....</b>	<b>27</b>
<b>Vedlegg B Prosedyre for beregning av bakgrunnsverdier .....</b>	<b>41</b>



## Sammendrag

*Norsk Institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomført spredning- og eksponeringsberegninger for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> for 2003, 2010 og for to scenarier for 2015. Beregningsresultatene inngår som grunnlag knyttet til revisjon av grenseverdiene for partikler i 1. datterdirektiv.*

NILU har, ved bruk av modellsystemet AirQUIS 2003 (AirQUIS, 2004, Slørdal et al., 2003), beregnet totalbelastning av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> for vintersesongen 2010 og 2015, samt gjennomført referanseberegninger for 2003. Antall personer utsatt for overskridelser av grenseverdier av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> ble beregnet både i bygningpunkter og i ruter. Konsentrasjonsnivåene og antall personer utsatt for overskridelser er vurdert for 8. og 36. høyeste døgn over 50 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10</sub> og over 25 og 35 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>2.5</sub>. For årsmiddelverdier er overskridelser over 20 og 40 µg/m<sup>3</sup> vurdert for PM<sub>10</sub> og over 12 og 20 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>2.5</sub>.

Inngangsdataene for beregningene består av trafikkdata, forbruk av ulike brenseltyper fra punktkilder og arealkilder, samt meteorologiske data og bakgrunnsverdier av luftforurensningskomponentene for beregningsperiodene. I tillegg benyttes befolkningsfordeling i ruter og i bygningpunkt til å beregne eksponering.

Fra 2003 til 2010 og 2015 er det en betydelig reduksjon i antall personer utsatt for overskridelser av PM<sub>10</sub> (tabell A). Hovedgrunnene til at konsentrasjonsnivået for PM<sub>10</sub> er redusert fra 2003 til 2010 og 2015 er redusert piggdekkandel, redusert hastighet på deler av veinettet og forbedret teknologi. Effekten av disse faktorene dominerer over økningen i utslipp som følge av økt trafikkmengde i denne perioden.

*Tabell A: Antall personer utsatt for overskridelser av PM<sub>10</sub> i 2003, 2010 og for to scenarier i 2015 (SC. 1 har 10 % piggdekkandel og SC. 2 har 25 % piggdekkandel )*

	Grenseverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall personer over grenseverdien for PM <sub>10</sub> i bygning og i felt			
		2003	2010	2015 SC.1	2015 SC.2
8. høyeste døgn	50	239595	122011	74474	156796
36. høyeste døgn	50	39611	2560	861	5847
Årsmiddelverdi	20	76410	26102	3129	57453
Årsmiddelverdi	40	736	257	140	613

For PM<sub>2.5</sub> er det relativt små forskjeller i antall eksponerte for de ulike beregningsårene (tabell B). Årsaken til dette er at reduksjonen i utslippet på grunn av forbedret i kjøretøyteknologi omtrent oppveies av økningen i utslipp på grunn av økt trafikkmengde. Den andre grunnen er at vedfyring, som er den andre hovedkilden til PM<sub>2.5</sub>, er beholdt konstant fra 2003 til 2010 og 2015.

*Tabell B: Antall personer utsatt for overskridelser av PM<sub>2.5</sub> i 2003, 2010 og for to scenarier i 2015 (SC. 1 har 10 % piggdekkandel og SC. 2 har 25 % piggdekkandel ).*

	Grenseverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall personer over grenseverdien for PM <sub>2.5</sub> i bygning og i felt			
		2003	2010	2015 SC.1	2015 SC.2
8. høyeste døgn	25	275435	252293	251922	251922
36. høyeste døgn	25	50023	49914	40097	40144
8. høyeste døgn	35	121165	105302	98783	98847
36. høyeste døgn	35	0	0	0	0
Årsmiddelverdi	12	28109	74129	67758	67809
Årsmiddelverdi	20	0	0	0	0

Beregningene viser at overskridelser av PM<sub>10</sub> er følsom for hvilke grenseverdi man velger og hvilke krav en setter til utslipp fra trafikk (hastighet, piggdekkandel, trafikkmengde). For PM<sub>2.5</sub> er effekten mindre fordi krav til utslipp av eksospartikler fra kjøretøy kun balanserer effekten av økt trafikkvolum, samt at andre kilder, i første rekke vedfyring, har relativ stor betydning.

# Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler

Error! No text of specified style in document.

## 1 Innledning

NILU har på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomført spredning- og eksponeringsberegninger for  $PM_{10}$  og  $PM_{2.5}$  for 2010 og for to scenarier for 2015. Beregningene er utført med modellsystemet AirQUIS 2003 (AirQUIS, 2004, Slørdal et al., 2003).

NILU har beregnet totalbelastning av  $PM_{10}$  og  $PM_{2.5}$  for vintersesongen, det vil si fra og med oktober til og med april måned for 2010 og 2015. Antall personer utsatt for overskridelser av grenseverdier av  $PM_{10}$  og  $PM_{2.5}$  ble beregnet både i bygningspunkter og i ruter. I tillegg er det gjennomført referanseberegninger for 2003.

## 2 Inngangsdata

Inngangsdataene for beregningene består av trafikkdata, forbruk av ulike brenseltyper fra punktkilder og arealkilder, samt meteorologiske data og bakgrunnsverdier av  $PM_{10}$  og  $PM_{2.5}$  for beregningsperioden. I tillegg benyttes befolkningsfordeling i ruter og i bygningspunkt til å beregne eksponering.

### 2.1 Meteorologidata

I beregningene 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.

### 2.2 Forbruk av ulike brenseltyper

Forbruk - og utslippsdata fra forskjellige brenseltyper er levert av Statistisk Sentralbyrå. Alle data bortsett fra vedfyring er gyldige for 1998. 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.

Forbruk av fossilt brensel er beholdt konstant for alle tre beregningsårene. Vurderinger av endring i vedforbruk er utført i prosjektet "Tiltaksutredning i Osloregionene etter forskrift om lokal luftkvalitet" (Oslo kommune/Statens vegvesen, Region Øst, 2004). Konklusjonen var at økningen i forbruk på 1% per år blir kompensert på grunn av teknologisk forbedring ved utskifting av gamle ovner. Utslipet blir derfor beholdt på samme nivå som i referanseåret.

## 2.3 Trafikkdata

### Vei og trafikkdata

#### 2003

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

#### 2010 / 2015

Utslipp fra veitrafikk for 2010 og 2015 er basert på fremskrivingsberegninger fra trafikkmodellen som ble benyttet i forbindelse med prosjektet ”Tiltaksutredning i Osloregionene etter forskrift om lokal luftkvalitet” (Oslo kommune/Statens vegvesen, Region Øst ,2004).

#### Tidsvariasjon for trafikk

I beregningen brukes tidsvariasjon for trafikk til å fordele årlig døgn-trafikk (ÅDT) til timefordelt trafikkutslipp. Tidsvariasjonen over døgnet er basert på tellinger på E18 i Drammen siden dette er den siste oppdaterte tidsvariasjonen NILU har tilgjengelig og at denne også antas å være representativ for Oslo. Data er levert av Buskerud vegkontor.

#### Utslippsfaktorer for trafikk.

Utslippsfaktorene fra veitrafikk er fra hentet fra Utslipp fra veitrafikk 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 beregningsårene 2003, 2010 og 2015. I 2015 er det innført noen utslippsfrie biler, d.v.s. 10% av personbilene er definert som ”hydrogen hybrid” uten utslipp av partikler, men med bidrag til veistøvoppvirvling.

#### Piggdekkandelen.

I beregningene er piggdekkseasonen satt fra 15. oktober til 1.mai.

Tabell 1: Piggdekkandel for Oslo for årene 2003, 2010 og 2015.

	Piggdekkandel (%)
2003	30.0
2010	20.0
2015	25.0 og 10.0

## 2.4 Befolkningsdata

Data for antall personer bosatt i Oslo er basert på offentlige tellinger og er fra 2000. Utendørskonsentrasjonen beregnes individuelt for alle bygninger som ligger nær hovedveinettet, og konsentrasjonsverdiene tilegnes personene som bor i disse bygningene i eksponeringsberegningene. Personene bosatt i bygninger utenfor nærsone av hovedveinettet tilegnes rutemiddel-konsentrasjonen i ruten som inneholder bygningene.



## 2.5 Bakgrunnskonsentrasjoner

I beregningene benyttes målte bakgrunnsdata av  $PM_{10}$  og  $PM_{2.5}$  fra Birkenes for 2003. Se for øvrig detaljert beskrivelse i Vedlegg B.

## 3 Evaluering av spredningsberegninger mot målinger

Modellresultater for 2003 både for  $PM_{10}$  og  $PM_{2.5}$  er evaluert mot målinger fra målestasjonene i Oslo. Hovedanalysene er utført på måledata fra stasjonene i Kirkeveien og på Løren. Årsak til dette er at disse to stasjonene har ulik belastning av de to viktigste kildene, vedfyring og trafikk. På Løren er hovedkilden til partikler trafikk, mens i Kirkeveien er også vedfyring en viktig kilde. I tillegg er de meteorologiske spredningsforholdene relativt godt representert på Løren siden denne stasjonen ligger mindre enn 1 km fra Valle Hovin, der de meteorologiske inngangsdataene er målt.

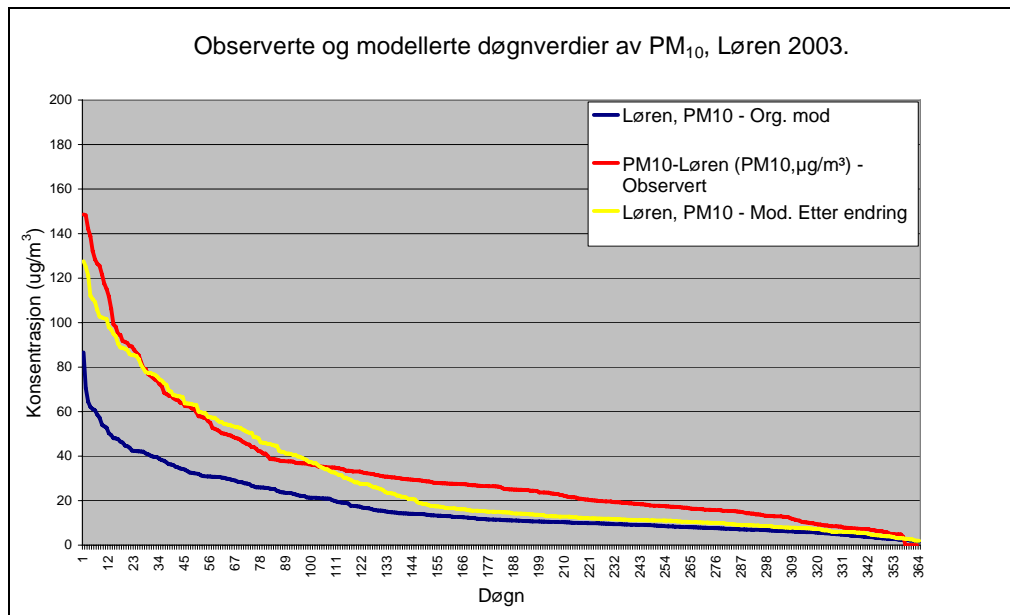
### Luftkvalitetssituasjonen i 2003

Observasjoner i Oslo for 2001, 2002 og 2003 viser at 2003 har dårligst luftkvalitet. Økning i årsmiddelverdi for  $PM_{10}$  er ca 15 % fra 2002 til 2003. Antall døgnmiddelverdier av  $PM_{10}$  over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  økte fra 40 til 60 fra 2002 til 2003 på Løren og fra 16 til 37 på Kirkeveien. For  $PM_{2.5}$  økte årsmiddelverdien med ca 5 - 10 % fra 2002 til 2003. Siden denne økningen ikke kan tilskrives økte utslipp, må årsaken være at de meteorologiske spredningsforholdene gjennomgående var dårligere i 2003 enn i de foregående årene. Ved å benytte meteorologiske inngangsdata for 2003 i fremskrivningsberegningene for 2010 og 2015, vil eksponeringsverdiene til en viss grad kunne aneeses som et "worst case" estimat.

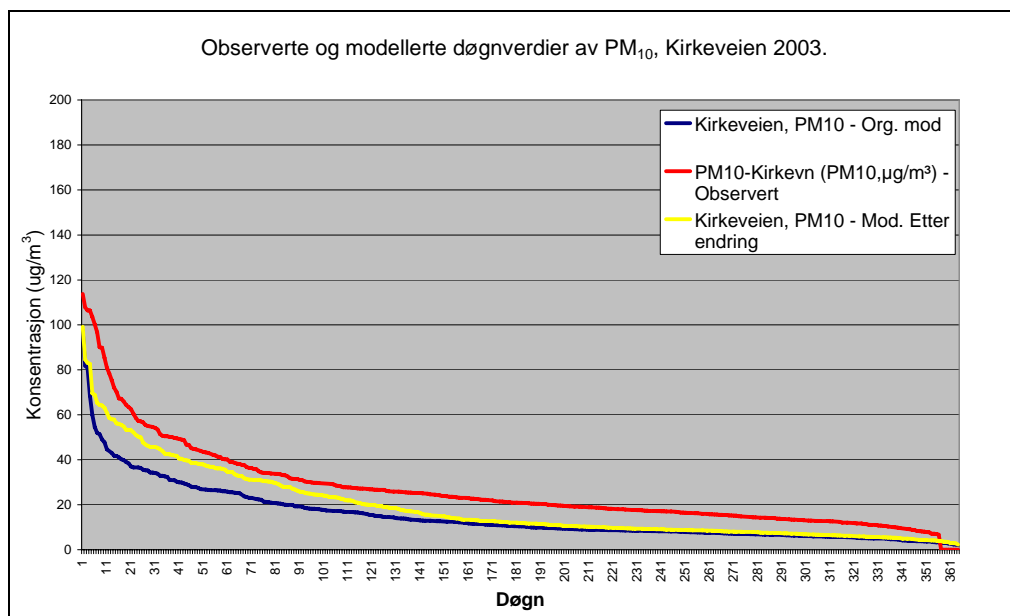
### $PM_{10}$

Sammenligning mellom beregninger og målinger av  $PM_{10}$  for 2003 viste et betydelig underestimat for enkelte støvepisoder om våren og høsten. Også tidligere beregninger har vist at modellen har hatt problemer med å beskrive resuspensjon og oppvirvling av veistøv under perioder med spesielt tørre forhold. Disse episodene forekommer i hovedsak under smelting av snø og is og optørking av veiskuldrene om våren som frigir et støvdepot langs veiene.

Ut fra analyse av modellresultatene og observasjonene har NILU gjort endringer i utslippsmodellen slik at resuspensjon og oppvirvling av veistøv (grovfraksjon) er bedre beskrevet i modellen. I tillegg er det gjort noe forbedringer i spredning av utslipp veinært i spredningsmodellen (linjekildemodellen). Figur 1 og Figur 2 viser observerte og beregnede døgnverdier på Løren og Kirkeveien sortert etter konsentrasjonsnivå.



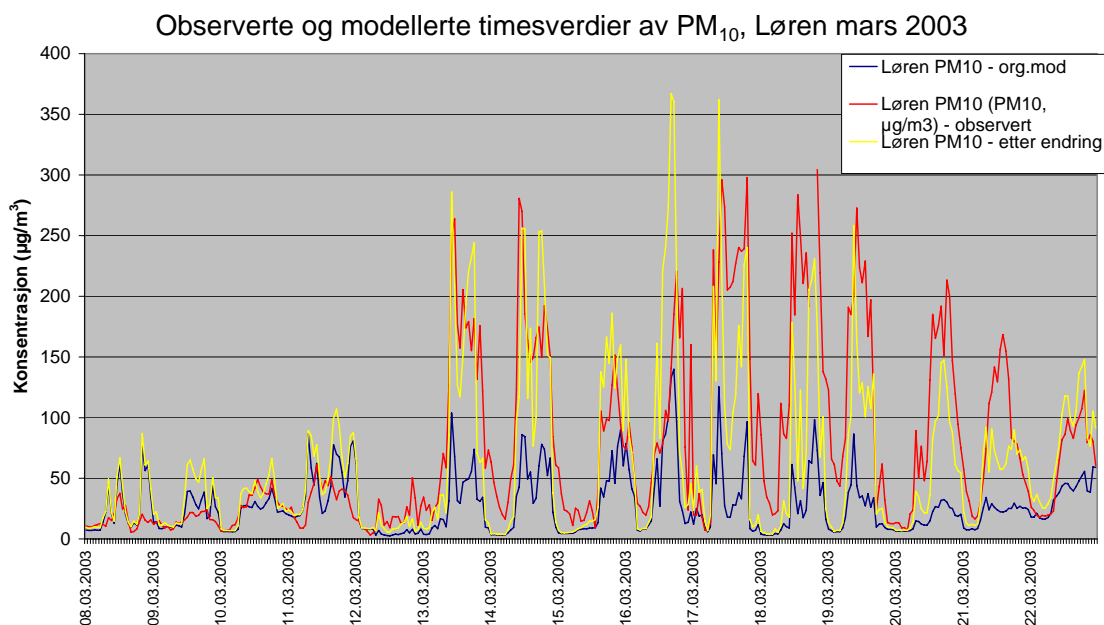
Figur 1: Døgnmiddelverdier av  $PM_{10}$  på Løren i 2003 sortert etter konsentrasjon.



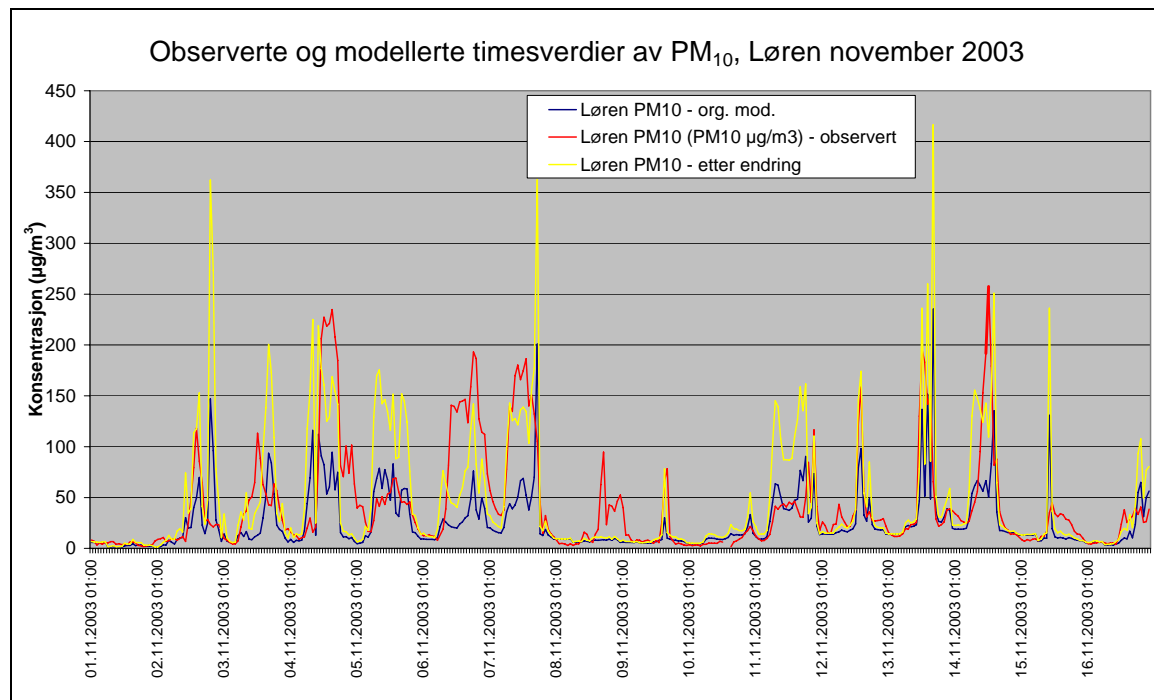
Figur 2: Døgnmiddelverdier av  $PM_{10}$  på Kirkeveien i 2003 sortert etter konsentrasjon.

Fordelingen av døgnverdier viser betydelig bedre samsvar med observasjonene etter at modellen ble endret. På Løren er det svært god overensstemmelse mellom observasjonene og modellen for de døgnene med konsentrasjoner over  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . For Kirkeveien gir modellen litt lavere verdier enn observasjonene for de høyeste døgnene. For begge stasjonene gir modellen et systematisk underestimat for de laveste konsentrasjonene. De laveste konsentrasjonene forekommer hovedsakelig i sommerhalvåret.

Figur 3 og Figur 4 viser observerte og modellerte verdier av  $PM_{10}$  før og etter modellendringen for to perioder i 2003. Modellen klarer i mye større grad å estimere høye støvepisoder etter at utslippsmodellen er blitt endret. Imidlertid blir enkelte timemiddelkonsentrasjoner overestimert, spesielt for timer med kombinasjon av høy utslippsintensitet og dårlige spredningsforhold.



Figur 3: Modellerte og observerte timeverdier av  $PM_{10}$  på Løren for perioden 08.03.2003 til og med 22.03.2003.



Figur 4: Modellerte og observerte timeverdier av  $PM_{10}$  på Løren for perioden 01.11.2003 til og med 16.11.2003.

Analysene viser også at modellen systematisk underestimerer  $PM_{10}$ -konsentrasjonene om sommeren. Årsaken til dette er trolig dårlig beskrevne eller manglende kilder. Dette gir størst utslag om sommeren da viktige lokale kilder har mindre betydning.

Årsmiddelverdiene for 2010 og 2015 er derfor estimert ut fra de beregnede vintermiddelverdiene. Årsmiddelverdien er beregnet ved å skalere vintermiddelverdiene med forholdet mellom observert vintermiddel og årsmiddel på Kirkeveien og Løren i 2003. Årsmiddelverdien er derfor definert som 80.5 % av vintermiddelverdien (oktober til og med april) for  $PM_{10}$ .

Målt og beregnet middelvei, standardavvik og maksimalverdi for  $PM_{10}$  i Kirkeveien og på Løren i 2003 er vist i Tabell 2. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen. De statistiske analysene viser betydelig bedre samsvar med målingene etter at beskrivelsen av resuspensjonen av veistøv ble forbedret i modellen.

Tabell 2: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier av  $PM_{10}$  i Kirkeveien og Løren for 2003.

	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	33.6	28.1	40.1	44.1	391.7	533.1
Kirkeveien	27.2	19.1	27.2	26.1	534.9	367.1
Sammenligning observert - beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Løren	0.57		0.63		6.96	
Kirkeveien	0.49		0.48		6.42	

I forbindelse med Rikets miljøtilstand 2003 er det beregnet prosentvise bidrag fra trafikk, vedfyring og bakgrunn for hver rute og hvert bygningspunkt hvor det er overskridelser av  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for det 8. høyeste døgnverdien av  $PM_{10}$ . De foreløpige resultatene viser at vedfyring og trafikk er hovedkildene til overskridelser, og at trafikk er den største kilden (Tabell 3). Imidlertid viser beregningen at vedfyringen i enkelte områder bidrar med inntil 50% av overskridelsene.

Tabell 3: Prosentvis kildebidrag til overskridelser av  $PM_{10}$  i felt og bygning konvertert til felt (fra Rikets Miljøtilstand 2003, foreløpige resultater).

	Ved	Trafikk	Bakgrunn	Resterende kilder
Bygningspunkter konvertert til felt	14.5	70.4	3.9	11.2
Felt	23.4	62.1	3.6	10.9

### $PM_{2.5}$

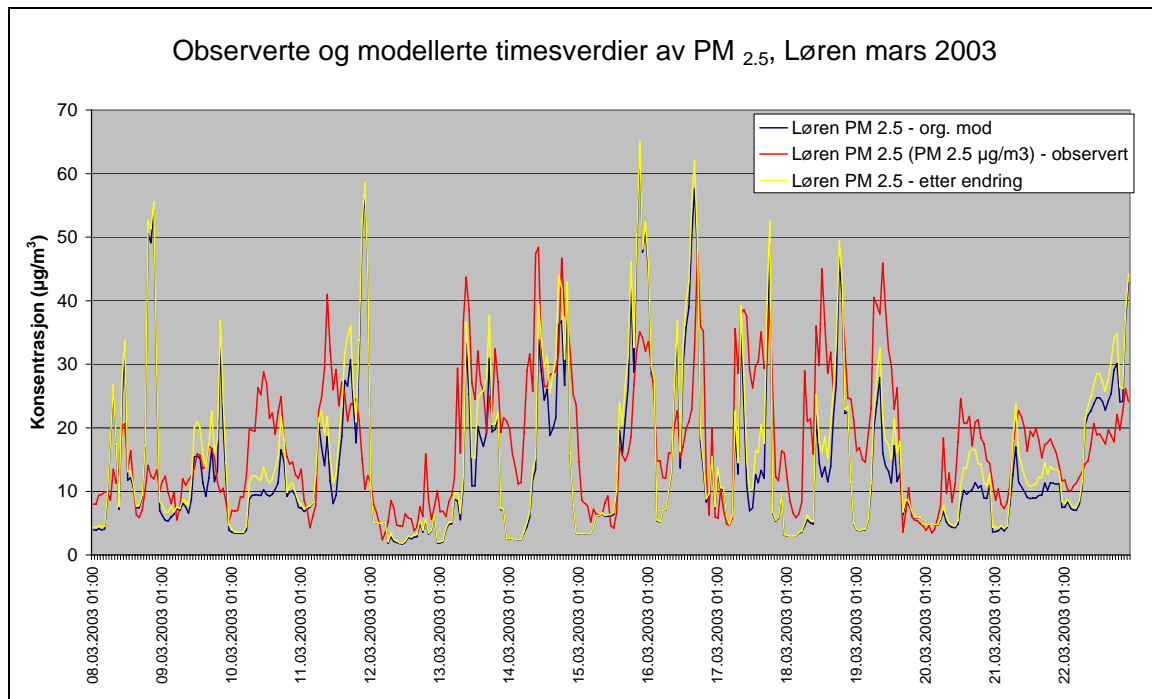
I tillegg til beregninger av  $PM_{2.5}$  for 2003 er det gjennomført beregninger av  $PM_{2.5}$  for våren 2004. En separat beregning med kun vedfyringsutslipp er sammenlignet med målinger av levoglucosan i Oslo våren 2004 (Larsen og Hagen, 2004). Levoglucosan er en organisk forbindelse som kan benyttes som sporstoff for forbrenningspartikler fra vedfyring. Selv om sammenlikningen er basert på et svært begrenset antall Levoglucosanmålinger, synes det som om modellen overestimerer vedbidraget noe på samtlige målestasjoner. Siden det foreløpig hersker noe usikkerhet rundt det eksakte forholdstallet mellom luftkonsentrasjonen av levoglucosan og konsentrasjonen av  $PM_{2.5}$  fra vedfyring, er det imidlertid vanskelig å kvantifisere denne overestimeringen. En bør imidlertid ta høyde for at vedbidraget sannsynligvis er noen prosentpoeng lavere enn antydnet i modellresultatene.

Analyse av resultatene for 2003 viser relativt bra samsvar med målingene og både over- og under-estimering på time- og døgnbasis forekommer (Figur 5 og Figur 6). Figur 7 og Figur 8 viser observerte og beregnede døgnverdier på Løren og Kirkeveien sortert etter konsentrasjonsnivå. Forskjellen mellom modellene viser effekten av endringer gjort i spredningsmodellen og er størst for Løren da dette er

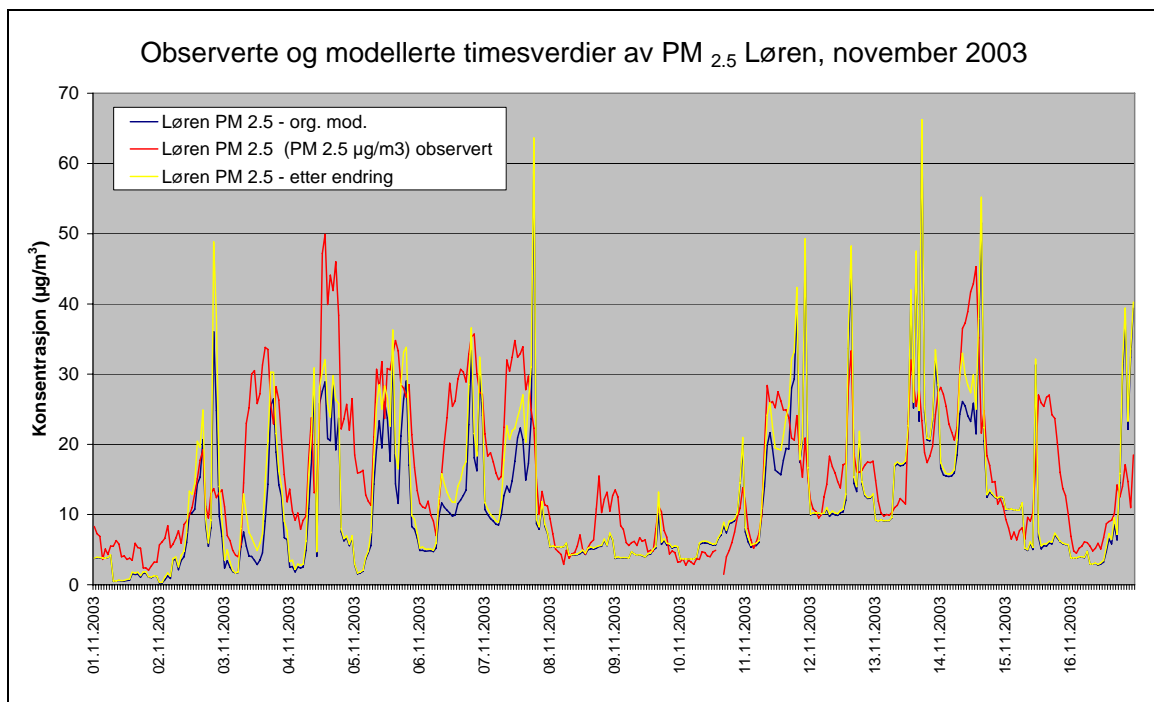
en stasjon med større trafikkbelastning enn Kirkeveien. Endringer i utslippsmodellen har ingen innvirkning på  $PM_{2.5}$ -konsentrasjonene.

Analysene viser også for  $PM_{2.5}$  at modellen systematisk underestimerer konsentrasjonene om sommeren.

Årsmiddelverdiene for 2010 og 2015 er derfor, som for  $PM_{10}$ , estimert ut fra de beregnede vintermiddelverdiene. Årsmiddelverdien er satt til 86% av vintermiddelverdien for  $PM_{2.5}$ .

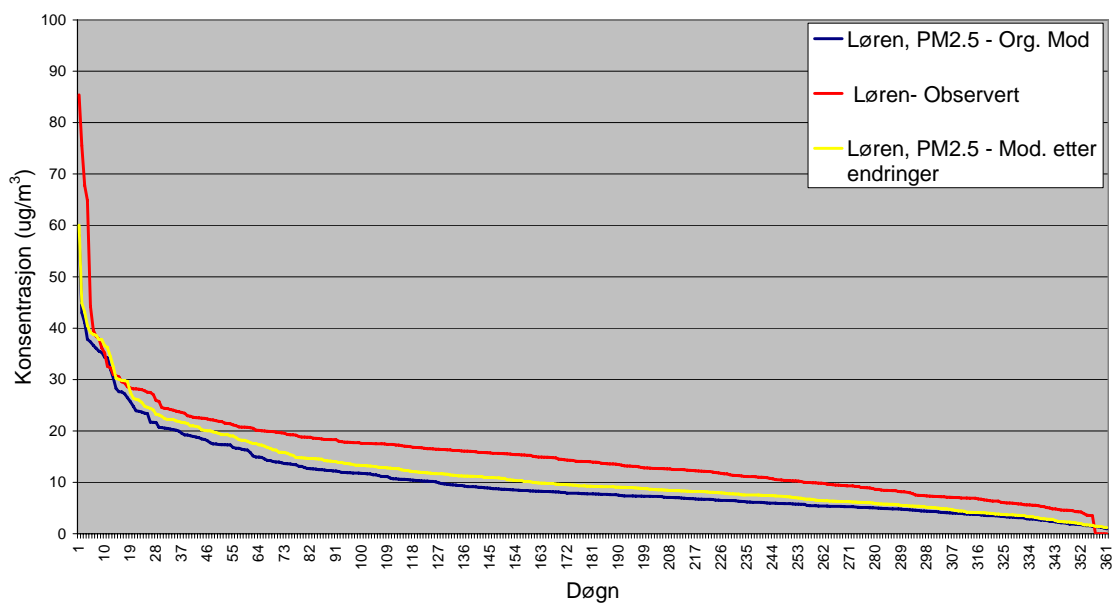


Figur 5: Modellert og observert timeverdier av  $PM_{25}$  på Løren for perioden 08.03.2003 til og med 22.03.2003.

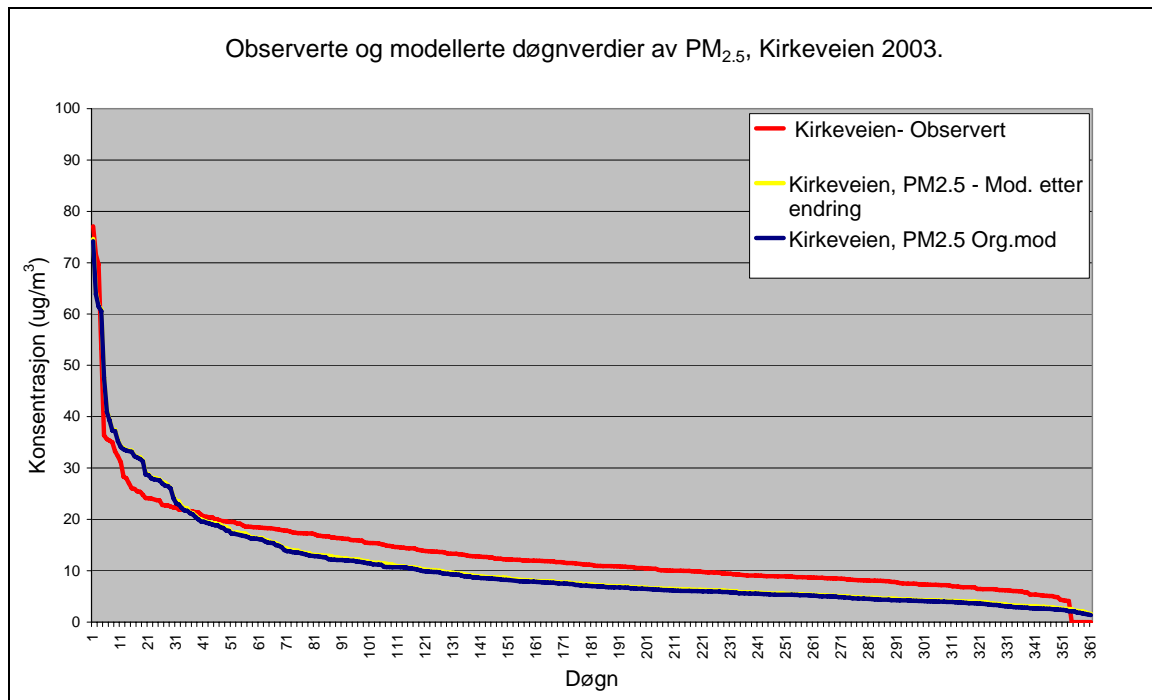


Figur 6: Modellert og observert timeverdier av PM<sub>2.5</sub> på Løren for perioden 01.11.2003 til og med 16.11.2003.

Observerte og modellerte døgnavverdier av PM<sub>2.5</sub>, Løren 2003.



Figur 7: Døgnmiddelverdier av PM<sub>2.5</sub> på Løren i 2003 sortert etter konsentrasjon.



Figur 8: Døgnmiddelverdier av PM<sub>2.5</sub> på Kirkeveien i 2003 sortert etter konsentrasjon.

Målt og beregnet middelvei, standardavvik og maksimalverdi for PM<sub>2.5</sub> i Kirkeveien og på Løren er vist i Tabell 4. En statistisk sammenligning mellom målte og beregnede verdier er også vist i tabellen. Analysene viser noe bedre statistisk samsvar med målingene etter endringene i linjekildemodellen.

Tabell 4: Statistisk sammenligning mellom beregnede og observerte timeverdier av PM<sub>2.5</sub> i Kirkeveien og Løren for 2003.

	Middelvei (µg/m <sup>3</sup> )		Standardavvik (µg/m <sup>3</sup> )		Maksimalverdi (µg/m <sup>3</sup> )	
	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet	Målt	Beregnet
Løren	15.2	11.4	12.2	13.6	243.3	215.1
Kirkeveien	13.4	10.7	11.5	17.0	479.8	334.1
Sammenligning observert - beregnet						
	Korrelasjonskoeffisient		Stigningstall regresjonslinje		Krysningspunkt	
Løren	0.48		0.54		3.21	
Kirkeveien	0.40		0.59		2.87	

#### 4 Usikkerheter i beregningene

Det er usikkerhet omkring delementene 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 spesiell betydning for beregningene av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>.



#### 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, 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. Data for andre kilder enn vedfyring gjelder egentlig for 1998. Nyere data for disse kildene har ikke vært tilgjengelig for NILU. Siden 1998 har SSB/SFTs nasjonale utslippsmodell blitt vesentlig bedret, særlig når det gjelder utslipp av  $PM_{10}/PM_{2.5}$ . 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.

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 databasen for 2003 er ikke småveinettet inkludert i lenkesystemet og utslippene fra disse veiene er derfor ikke tatt med i beregningene. Veinettet for 2010 og 2015 dekker nesten alle veiene i Oslo. Veidata for 2015 og 2010 er fra en trafikkmodell og usikkerheter i datagrunnlaget er også knyttet til usikkerheter i trafikkmodellen.

Det er også noe usikkerhet ved utslippsfaktorene som er benyttet for å beregne utslippet av eksospartikler, både når det gjelder kjøretøysammensetning og utslipp fra hver enkelt kjøretøyklasse. For fremskrivingsberegningene øker begge disse usikkerhetene.

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 på den meteorologiske målestasjonen på Valle Hovin. Disse estimatene forutsetter følgelig homogene nedbørs- og opptørkingsforhold over hele beregningsområdet. 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 veibane og veiskulder er mengden av veistøv som virvles opp avhengig av trafikkmengde, trafikk-sammensetning, piggdekkbruk og kjørehastighet, dvs. parametre som i seg selv inneholder usikkerheter. For beregninger for 2010 og 2015 er det metodemessige svakheter i utslippsmodellen for  $PM_{2.5}$  fra veistøv, siden modellen på en utilsiktet måte reduserer dette utslippsbidraget som følge av forbedret teknologi.

#### **4.3 Usikkerheter i øvrige tilførsler/kilder**

Det regionale bakgrunnsbidraget, dvs. estimatet av svevestøv-konsentrasjonen i luften som transporteres inn over modellområdet render er basert på målte døgnverdier på en regional bakgrunnsstasjon i Sør-Norge (Birkenes). 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 modellområdets umiddelbare nærhet finnes betydelige svevestøv-kilder (hovedveinett, boligområder etc.).

#### **4.4 Usikkerheter knyttet til meteorologiske spredningsforhold og vindfeltberegningen**

Siden det bare finnes informasjon om den vertikale temperaturfordelingen fra én målestasjon (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 en 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. Vindfeltmodellenes resultater vil være best i nærheten av målestasjonen.

#### **4.5 Usikkerheter knyttet til spredningsberegningene**

Rent metodemessig er spredningsberegningene i Oslo vinterstid mest følsomme, og dermed mest usikre, i situasjoner med utvikling av stabile bakkenære temperatur-inversjoner 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 derimot, 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 grenseverdier for referanseåret 2003, for basisframskrivning til 2010 og for to scenarier i 2015. Konsentrasjonsnivåene og antall personer utsatt for overskridelser er vurdert for 8. og 36. høyeste døgn over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og for årsmiddelverdier over 20 og  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{PM}_{10}$ . For  $\text{PM}_{2.5}$  er konsentrasjonsnivåene og antall personer utsatt for overskridelser vurdert for 8. og 36. høyeste døgn over 25 og  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og for årsmiddelverdi over 12 og  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Beregnede konsentrasjonsfelt er vist i vedlegg A.

### 5.1 Beregningsåret 2003

#### $\text{PM}_{10}$

Konsentrasjonsfeltene for det 8. høyeste døgnet (Figur 9) viser overskridelser i store deler av Oslo innefor Ring 3 og langs E6 nordover og E18 vestover. For det 36. høyeste døgnet er det overskridelser i kun enkelte ruter i Oslo vest (Figur 10). Ingen ruteverdier blir beregnet over  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmidler (Figur 11), men enkelte ruter fra sentrum og vestover har årsmiddelverdier over  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Eksponeringsresultatene viser at 239595 personer (47,4%) er utsatt for konsentrasjoner over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for den 8. høyeste døgnverdien og 39611 (7,8%) er utsatt for konsentrasjoner over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for 36. høyeste døgnverdien av  $\text{PM}_{10}$  i 2003 (Tabell 5). For årsmiddelverdiene er 76410 (15,1%) og 736 utsatt for overskridelser av henholdsvis 20 og  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I motsetning til framskrivningsresultatene for 2010 og 2015 er årsmiddelverdiene for 2003 beregnet som middelveidien av timeverdiene for hele året. Evaluering av resultatene for 2003 viser systematisk underestimering om sommeren (se avsnitt 3) og de beregnede årsmiddelverdiene er lave og antall eksponerte i forhold til årsmiddelverdiene er derfor noe lavt. Det er kun befolkning i bygning som er utsatt for overskridelser av årsmiddelverdien på  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabell 5: Antall personer utsatt for overskridelser av  $\text{PM}_{10}$  i 2003.

	Grenseverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	50	239595
36. høyeste døgn	50	39611
Årsmiddelverdi	20	76410
Årsmiddelverdi	40	736

#### $\text{PM}_{2.5}$

Konsentrasjonsfeltet for det 8. høyeste døgnet av  $\text{PM}_{2.5}$  (Figur 12) viser overskridelser av  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i store deler av Oslo og Bærum. Overskridelser av  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for det 8. høyeste døgnet forekommer i hovedsak i Oslo sentrum vest, samt i enkelte sentrale områder øst for Akerselva. For det 36. høyeste døgnet er det overskridelser av  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 4 ruter i Oslo sentrum (Figur 13) og ingen overskridelser av  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i ruter. Ingen ruteverdier blir beregnet over  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmiddel (Figur 14) og kun 2 ruter i Oslo vest har årsmiddelverdier over  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Eksponeringsresultatene viser at 275435 (54,4%) er utsatt for konsentrasjoner over  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og 121165 (24%) er utsatt for konsentrasjoner over  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  for 8. høyeste døgnverdien av  $\text{PM}_{2,5}$  i 2003 (Figur 6). For det 36. høyeste døgnet er 50023 (9,9%) utsatt for konsentrasjoner over  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det er ingen overskridelser av  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  verken i bygning eller i rute for det 36. høyeste døgnet.

28109 personer (5,6%) er utsatt for overskridelser av  $12\mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmiddelverdi, mens ingen utsettes for overskridelser av  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Årsmiddelverdiene er, som for  $\text{PM}_{10}$ , middelverdien av de beregnede timeverdier for hele året. De beregnede årsmiddelverdiene er derfor lave og antall eksponerte i forhold til årsmiddelverdiene av  $\text{PM}_{2,5}$  for 2003 er noe lavt.

Tabell 6: Antall personer utsatt for overskridelser av  $\text{PM}_{25}$  i 2003.

	Grenseverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	25	275435
36. høyeste døgn	25	50023
8. høyeste døgn	35	121165
36. høyeste døgn	35	0
Årsmiddelverdi	12	28109
Årsmiddelverdi	20	0

## 5.2 Beregningsåret 2010

I beregningen for 2010 benyttes meteorologi og bakgrunnsdata for 2003. Trafikkdata er oppdatert med data for 2010 fremskaffet i prosjektet "Tiltaksutredning i Osloregionene etter forskrift om lokal luftkvalitet" (Oslo kommune/Statens vegvesen, Region Øst, 2004). Piggdekkandelen for 2010 er 20 %. Alle andre utslipp er de samme som for beregningen for 2003.

### $\text{PM}_{10}$

Konsentrasjonsfeltene for det 8. høyeste døgnet (Figur 15) viser overskridelser i ruter innefor Ring 2 og i enkelte ruter med stor trafikkbelastning. For det 36. høyeste døgnet er det ingen ruter over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figur 16). Kun en rute har årsmiddelverdi over  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figur 17). Antall ruter med overskridelser er betydelig redusert fra 2003.

Eksponeringsresultatene viser at 122011 (24,1%) er utsatt for konsentrasjoner over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for den 8. høyeste døgnverdien og 2560 (0,5%) er utsatt for konsentrasjoner over  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  for 36. høyeste døgnverdien av  $\text{PM}_{10}$  i 2010 (Tabell 7). For årsmiddelverdiene, som her er basert på skalerte vintermiddelverdier (se kapittel 3), er 26102 (5,2%) og 257 personer utsatt for overskridelser av henholdsvis 20 og  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Årsaken til at konsentrasjonsnivået for  $\text{PM}_{10}$  er redusert fra 2003 til 2010 er at reduksjonseffekten av redusert piggdekkandel, redusert hastighet på deler av veinettet og forbedret teknologi er større enn økningen i utslipp som skyldes økt trafikkmengde i denne perioden.

Tabell 7: Antall personer utsatt for overskridelser av  $PM_{10}$  i 2010.

	Grenseverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	50	122011
36. høyeste døgn	50	2560
Årsmiddelverdi	20	26102
Årsmiddelverdi	40	257

### **PM<sub>2.5</sub>**

Konsentrasjonsfeltet for det 8. høyeste døgnet av  $PM_{2.5}$  i 2010 (Figur 18) viser, som for 2003, overskridelser av  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i store deler av Oslo og Bærum og overskridelser av  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Oslo sentrum vest. For det 36. høyeste døgnet er det, som i 2003, overskridelser av  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 4 ruter i Oslo sentrum og ingen overskridelser av  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i ruter (Figur 19). Ingen ruteverdier er over  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i årsmiddelverdi i 2010 (Figur 20), men 7 sentrumsnære ruter har årsmiddelverdier over  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Årsaken til økning i årsmiddelkonsentrasjonene fra 2003 til 2010 skyldes at årsmiddelverdien i 2010 er beregnet fra et vintermiddel til et årsmiddel ved bruk av skaleringsfaktoren (se kapittel 3). Årsmiddelverdiene i 2010 har derfor ikke samme underestimat som årsmiddelverdiene for 2003.

Eksponeringsresultatene viser at 252293 (49,9%) personer er utsatt for konsentrasjoner over  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og 105302 (20,8%) er utsatt for konsentrasjoner over  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for den 8. høyeste døgnverdien av  $PM_{2.5}$  i 2010 (Tabell 8). For det 36. høyeste døgnet er 49914 (9,9%) utsatt for konsentrasjoner over  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det er ingen overskridelser over  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for det 36. høyeste døgnet.

74129 personer (14,7%) er utsatt for overskridelser av  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmiddelverdi og det er ingen overskridelser av  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hverken i bygning eller i ruter.

Beregningene viser en liten nedgang i antall eksponerte av  $PM_{2.5}$  fra 2003 til 2010 for det 8. høyeste og 36. høyeste døgnet. Dette skyldes at reduksjon i utslipp på grunn av forbedret kjøretøyteknologi (reduisert primærutslipp) og lavere piggdekkandel er større enn økning i utslipp på grunn av økt trafikkmengde. Effekten er relativ liten da vedfyringen, som er den andre viktige hovedkilden til  $PM_{2.5}$ , er beholdt konstant fra 2003 til 2010. I rapporten "Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til forurensing av partikler i luft i Oslo" (Hagen og Larssen, 2004) konkluderes det med at vedfyringsbidraget er en betydelig kilde til  $PM_{2.5}$ . Skyldfordelingen til overskridelser av  $PM_{10}$  viser, som nevnt i kapittel 3, at vedfyringen i enkelte områder bidrar med opp mot 50% av overskridelsene. Siden vedfyringen så og si utelukkende bidrar med partikler med diameter mindre enn  $2.5 \mu\text{m}$ , er denne kilden av større relativ betydning for  $PM_{2.5}$  enn for  $PM_{10}$ .

Tabell 8: Antall personer utsatt for overskridelser av  $PM_{2.5}$  i 2010.

	Grenseverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	25	252293
36. høyeste døgn	25	49914
8. høyeste døgn	35	105302
36. høyeste døgn	35	0
Årsmiddelverdi	12	74129
Årsmiddelverdi	20	0

### 5.3 Beregningsåret 2015

I beregningen for 2015 benyttes, som for 2010, meteorologi og bakgrunnsdata for 2003. Trafikkdata er oppdatert med trafikkdata for 2015 fremskaffet i prosjektet "Tiltaksutredning i Osloregionene etter forskrift om lokal luftkvalitet" (Oslo kommune/Statens vegvesen, Region Øst, 2004). Utslipp fra andre kilder er uendret.

For 2015 er det gjennomført beregninger for to scenarier. Et med piggdekkandel på 10 % (scenarium 1) og et med piggdekkandel på 25 % (scenarium 2).

#### $PM_{10}$

Konsentrasjonsfeltene for det 8. høyeste døgnet for scenarium 1 og scenarium 2 (Figur 21 og Figur 24) viser færre overskridelser i ruter for scenarium 1 enn scenarium 2. For det 36. høyeste døgnet er det ingen ruter over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figur 22 og Figur 25). Konsentrasjonsfeltet for det 36. høyeste døgnet, viser som for det 8. høyeste døgnet, høyere konsentrasjoner for scenarium 2 enn scenarium 1.

I beregningene er det kun scenarium 2 som har årsmiddelverdi over  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i ruter (Figur 23 og Figur 26).

Eksponeringsresultatene viser at 74474 (14,7%) og 156796 (31,0%) personer er utsatt for konsentrasjoner over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for den 8. høyeste døgnverdien av  $PM_{10}$  for henholdsvis scenarium 1 og 2 (Tabell 9 og Tabell 10). 861 (0,2%) og 5847 (1,2%) personer er utsatt for konsentrasjoner over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for 36. høyeste døgnverdien. For overskridelse av årsmiddelverdien på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  er det betydelig forskjeller mellom de to scenariene. 3129 (0,6%) er utsatt for overskridelser i scenarium 1 og 57453 (11,4%) utsatt for overskridelser av i scenarium 2. For  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  er det 140 og 613 personer utsatt for overskridelser. Forskjellene i beregningsresultatene skyldes ulike piggdekkandeler siden alle øvrige utslipp er uforandret.

I forhold til beregningene for 2010 viser scenarium 1 en reduksjon i konsentrasjoner av  $PM_{10}$  fra 2010 til 2015, mens scenarium 2 viser en økning. Dette indikerer, for scenarium 1, at reduksjon i utslippet på grunn av bedring av kjøretøyteknologi sammen med redusert piggdekkandel er større enn økning i utslipp på grunn av trafikkøkning på 10 % fra 2010 til 2015. Beregningene for scenarium 2 viser at økning i piggdekkandel på 5 % sammen med økt trafikkmengde ikke kompenserer for redusert utslipp på grunn av forbedring i kjøretøy teknologi og gir derfor noe økte konsentrasjoner.

Tabell 9: Antall personer utsatt for overskridelser av  $PM_{10}$  for scenarium 1, piggdekkandel er 10 %, i 2015.

	Grenseverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	50	74474
36. høyeste døgn	50	861
Årsmiddelverdi	20	3129
Årsmiddelverdi	40	140

Tabell 10: Antall personer utsatt for overskridelser av  $PM_{10}$  for scenarium 2, piggdekkandel er 25%, i 2015.

	Grenseverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	50	156796
36. høyeste døgn	50	5847
Årsmiddelverdi	20	57453
Årsmiddelverdi	40	613

## PM<sub>2.5</sub>

Konsentrasjonsfeltene for  $PM_{2.5}$  for scenarium 1 og scenarium 2 for 2015 er så og si identiske<sup>1</sup>. Forskjellen mellom de to beregningsscenariene i 2015 er kun piggdekkandelens bidrag til  $PM_{2.5}$  konsentrasjonen.

Konsentrasjonsfeltet for det 8. høyeste døgnet av  $PM_{2.5}$  i 2015 (Figur 27) viser, som for 2003 og 2010, overskridelser av  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i store deler av Oslo og Bærum og overskridelser av  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Oslo sentrum vest. For det 36. høyeste døgnet er det tre ruter med overskridelser av  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figur 28) mot 4 ruter i 2003 og 2010 (Figur 13, Figur 19). Det er i 2015, som i 2003 og 2010, ingen verdier over  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i ruter eller bygninger for det 36. høyeste døgnet.

Årsmiddelverdiene i ruter er under  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2015 (Figur 29), men 6 sentrumsnære ruter har årsmiddelverdier over  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I 2010 var 7 ruter over  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmiddelverdi.

Eksponeringsresultatene viser at 251922 personer (49,8%) er utsatt for konsentrasjoner over  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for den 8. høyeste døgnverdien av  $PM_{2.5}$ . 98783 og 98847 personer (19.5%) er utsatt for konsentrasjoner over  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for de to scenariene i 2015 (Tabell 11 og Tabell 12). For det 36. høyeste døgnet er 40097 og 40144 personer (7.9%) utsatt for konsentrasjoner over  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og det er ingen overskridelser av  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

67758 og 67809 (13,4%) personer er utsatt for overskridelser av  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som årsmiddelverdi, mens det heller ikke i 2015 er noen overskridelser av  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hverken i bygning eller i rute.

<sup>1</sup> Siden konsentrasjonsfeltene er identiske for scenarium 1 og scenarium 2 for  $PM_{2.5}$  i 2015 presenteres kun en figur for begge scenariene i vedlegg A.

Beregningene viser små differanser i antall eksponerte mellom de to scenariene for 2015. Forskjeller i piggdekkandel har kun marginal effekt på PM<sub>2.5</sub> konsentrasjonene.

Antall eksponerte for den 8. høyeste, 36. høyeste døgnverdien og for årsmiddelverdien er noe lavere i 2015 enn i 2010. Dette skyldes at reduksjonen i utslippet på grunn av forbedret i kjøretøyteknologi (reduisert primærutslipp) er større enn økningen i utslipp på grunn av økt trafikkmengde. Fra 2010 til 2015 er det innført 10 % utslippsfrie biler.

Tabell 11: Antall personer utsatt for overskridelser av PM<sub>25</sub> for scenarium 1, piggdekkandel er 10%, i 2015.

	Grenseverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	25	251922
36. høyeste døgn	25	40097
8. høyeste døgn	35	98783
36. høyeste døgn	35	0
Årsmiddelverdi	12	67758
Årsmiddelverdi	20	0

Tabell 12: Antall personer utsatt for overskridelser av PM<sub>25</sub> for scenarium 2, piggdekkandel er 25%, i 2015.

	Grenseverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall personer i bygning og i felt
8. høyeste døgn	25	251922
36. høyeste døgn	25	40144
8. høyeste døgn	35	98847
36. høyeste døgn	35	0
Årsmiddelverdi	12	67809
Årsmiddelverdi	20	0

## 6 Konklusjon

Fra 2003 til 2010 og 2015 er det en betydelig reduksjon i antall personer utsatt for overskridelser av PM<sub>10</sub>. For PM<sub>2.5</sub> er det relativt små forskjeller i antall eksponerte for de ulike beregningsårene.

Det er imidlertid viktig å være klar over at relativt små endringer i konsentrasjonen i en rute kan gi store utslag i antall personer utsatt for overskridelser.

Det er tre hovedgrunner til at konsentrasjonsnivået for PM<sub>10</sub> er redusert fra 2003 til 2010 og 2015. Effekten av redusert piggdekkandel, redusert hastighet på deler av veinettet og forbedret teknologi er større enn økningen i utslipp som skyldes økt trafikkmengde i denne perioden.

Årsaken til at det er relativt liten endring i konsentrasjonsnivå og antall eksponerte mellom de ulike beregningsårene for PM<sub>2.5</sub>, er at reduksjonen i utslippet på grunn av forbedret i kjøretøyteknologi (reduisert primærutslipp) er omtrent like stor som økningen i utslipp på grunn av økt trafikkmengde. PM<sub>2.5</sub> konsentrasjonen er



uavhengig av kjøretøyhastighet og i relativt liten grad avhengig av piggdekkandelen.

Den andre viktige hovedkilden til PM<sub>2,5</sub>, vedfyring, er beholdt konstant fra 2003 til 2010 og 2015. Dette gjør, siden større utslipp på grunn av økt trafikkmengde er omtrent like stor som reduksjonen i primærutslipp fra kjøretøyene, at det er relativt små forskjeller i antall eksponerte mellom de tre beregningsårene.

PM<sub>10</sub>-beregningene viser at overskridelser av 50 ug/m<sup>3</sup> for det 8. høyeste døgnet (den nåværende veiledene verdi for 2010) gir betydelig flere overskridelser enn for den 36. høyeste verdien (grenseverdien for 2010) (Tabell 13). Grenseverdien for det 8. høyeste døgnet er også strengere enn kravet på årsmiddelverdien. For årsmiddelverdien er det få overskridelser av 40 ug/m<sup>3</sup> og overskridelsene forekommer kun i bygningspunkt. For 20 ug/m<sup>3</sup> er antall overskridelser veldig følsom for piggdekkandelen. Beregningene for de to scenariene i 2015 viser at antall personer utsatt for overskridelser av årsmiddelverdien er 0.6% når piggdekkandelen er 10 % og 11.4% når piggdekkandelen er 25%. For den 8 høyeste verdien er det 14.7 % som er utsatt for overskridelser ved 10 % piggdekkandel og 31 % ved 25% piggdekkandel.

I tillegg er de beregnede PM<sub>10</sub> konsentrasjonene veldig følsomme for kjørehastighet. Reduksjon i hastighet på deler av hovedveinettet fra 2003 fram til 2015, fører til en betydelig reduksjon av grovfraksjon, d.v.s. av partiklene med diameter mellom 2.5 og 10 µm.

Tabell 13: Antall personer utsatt for overskridelser av PM<sub>10</sub> i 2003, 2010 og for to scenarier i 2015.

	Grenseverdi (µg/m <sup>3</sup> )	Antall personer i bygning og i felt av PM <sub>10</sub>			
		2003	2010	2015 SC.1	2015 SC.2
8. høyeste døgn	50	239595	122011	74474	156796
36. høyeste døgn	50	39611	2560	861	5847
Årsmiddelverdi	20	76410	26102	3129	57453
Årsmiddelverdi	40	736	257	140	613

PM<sub>2,5</sub>-beregningene viser at overskridelser av 25 ug/m<sup>3</sup> for det 8. høyeste døgnet gir betydelig flere overskridelser enn for det 36. høyeste døgnet (Tabell 14). Grenseverdier for 8. høyeste døgn på 35 ug/m<sup>3</sup> er et strengere krav enn 25 ug/m<sup>3</sup> for det 36. høyeste døgnet. En grenseverdi på 35 ug/m<sup>3</sup> for det 36. høyeste døgnet gir ingen overskridelser av PM<sub>2,5</sub> i noen av beregningsårene. Heller ikke en årsmiddelverdi på 20 ug/m<sup>3</sup> gir overskridelser i noen av beregningsårene. Ut fra beregningene vil en grense på enten 25 ug/m<sup>3</sup> eller 35 ug/m<sup>3</sup> for 8. høyeste døgn utgjøre det strengeste kravet. En grenseverdi på 12 ug/m<sup>3</sup> for årsmiddelverdiene gir flere overskridelser enn kravet om 25 ug/m<sup>3</sup> for det 36. høyeste døgnet.

Tabell 14: Antall personer utsatt for overskridelser av  $PM_{2.5}$  i 2003, 2010 og for to scenarier i 2015

	Grenseverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Antall personer i bygning og i felt av $PM_{2.5}$			
		2003	2010	2015 SC.1	2015 SC.2
8. høyeste døgn	25	275435	252293	251922	251922
36. høyeste døgn	25	50023	49914	40097	40144
8. høyeste døgn	35	121165	105302	98783	98847
36. høyeste døgn	35	0	0	0	0
Årsmiddelverdi	12	28109	74129	67758	67809
Årsmiddelverdi	20	0	0	0	0

Beregningene viser at overskridelser av  $PM_{10}$  er følsom for hvilke grenseverdi man velger og hvilke krav en setter til utslipp fra trafikk (hastighet, piggdekkandel, trafikkmengde). For  $PM_{2.5}$  er effekten mindre fordi krav til utslipp av eksospartikler fra kjøretøy kun balanserer effekten av økt trafikkvolum, samt at andre kilder, i første rekke vedfyring, har relativ stor betydning.

## 7 Referanser

AirQUIS (2004) AirQUIS 2003. URL: [www.airquis.com](http://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, Statistisk sentralbyrå (SSB-rapport 2004/5).

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).

Hagen, L.O. og Larssen, S. (2004) Studie av bidrag fra vedfyring og andre kilder til forurensningen av partikler i luft i Oslo. Delrapport 1: Målinger i luft og utslipp. Kjeller (NILU OR, under arbeid).

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).

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

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).

Oslo kommune/Statens vegvesen, Region Øst (2004) Tiltaksutredning med forslag til handlingspakker for Oslo etter forurensningsforskriftens bestemmelser om lokal luftkvalitet. Oslo.

URL: <http://www.luftkvalitet.info/index.cfm?fa=city.showreports&cityID=2&reportType=2>

Sherman, C.A. (1978) A mass consistent model for wind fields over complex terrain. *J. Appl. Meteorol.*, 17, 312-319.

Slørdal, L.H., Walker, S.E. and Solberg, S., (2003) The urban air dispersion model EPISODE applied in AirQUIS<sub>2003</sub>. Technical description. Kjeller (NILU TR 12/2003).

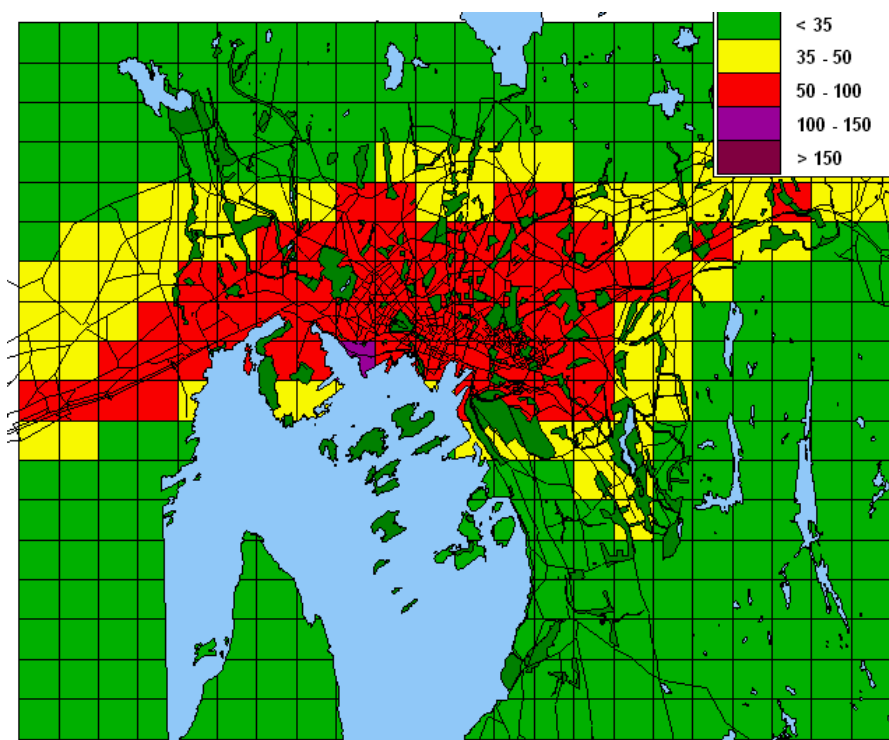
Statens vegvesen Vegdirektoratet (2002) Avgassregelverk (m/drivstoffer). Oslo (Forskrift av 11. oktober 2002).



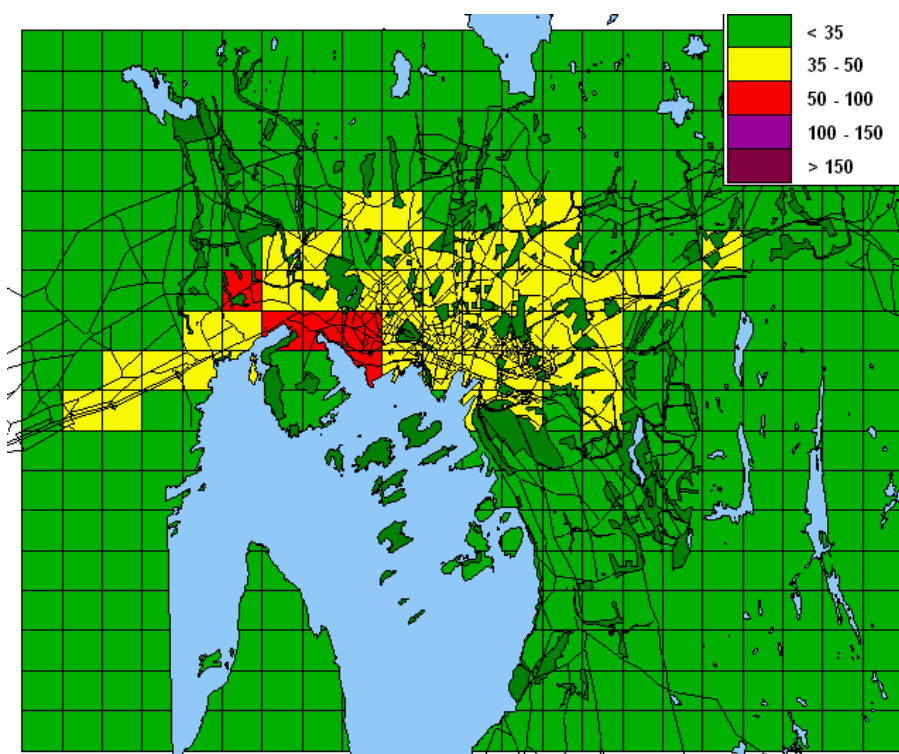
**Vedlegg A**

**Beregnete konsentrasjoner**

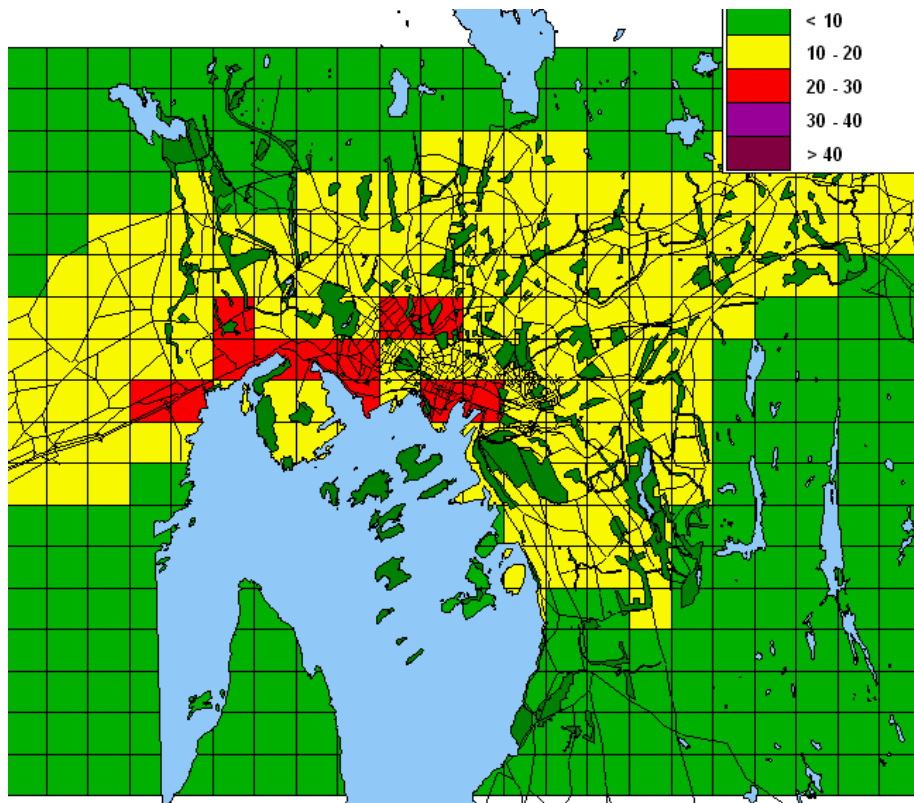




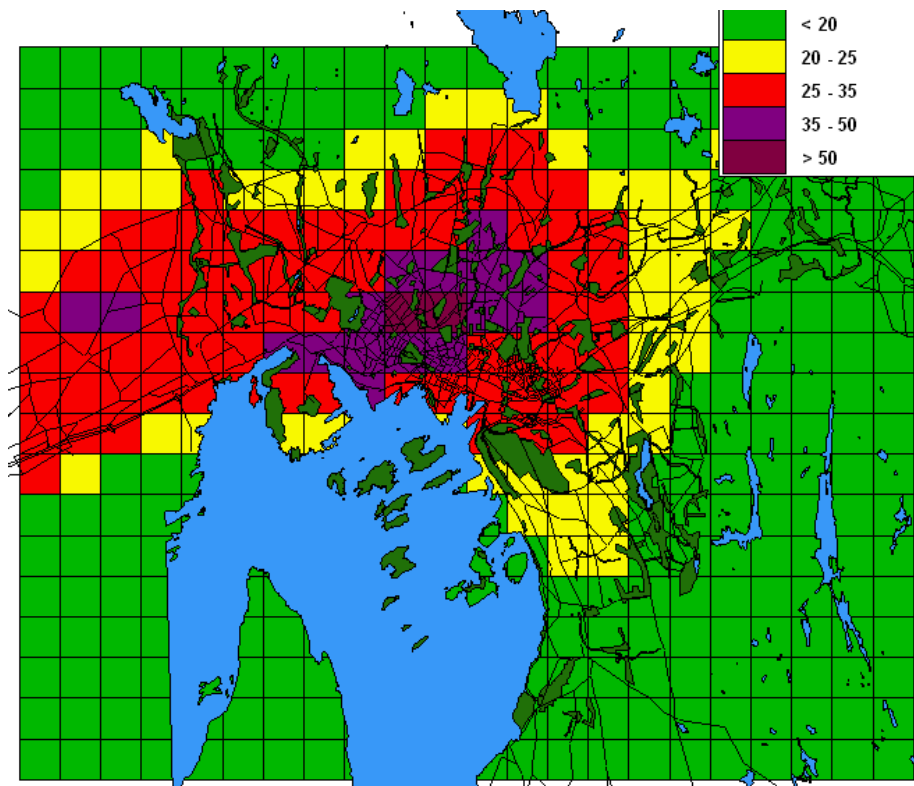
Figur 9: 8. høyeste døgnverdier for PM<sub>10</sub> for 2003.



Figur 10: 36. høyeste døgnverdier for PM<sub>10</sub> for 2003.

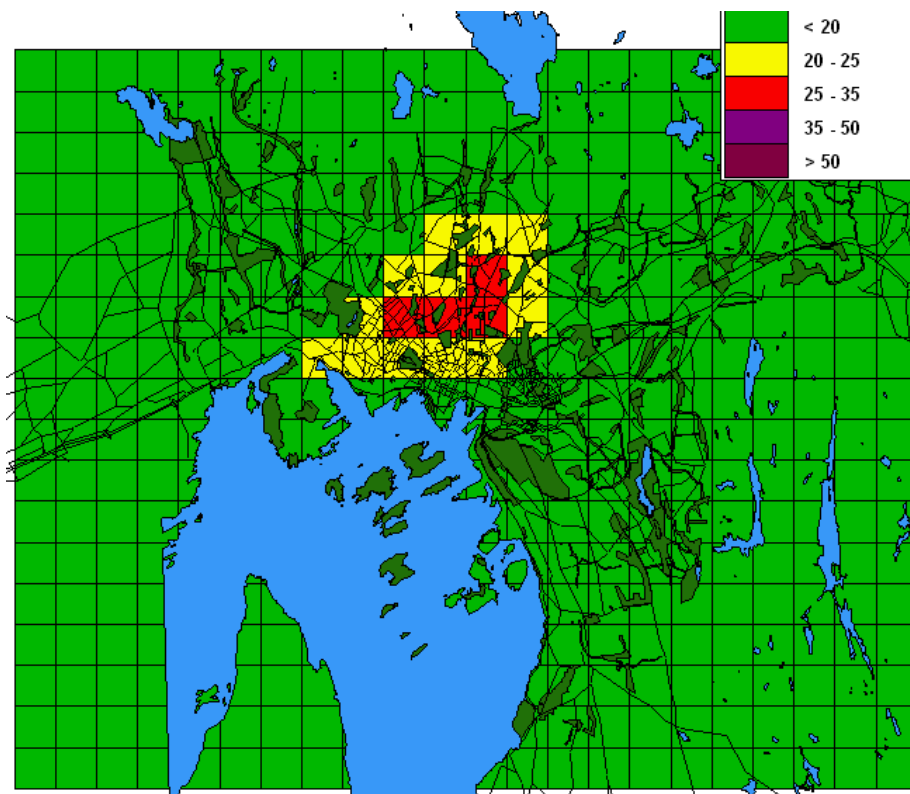


Figur 11: Årsmiddelverdier for  $PM_{10}$  for 2003.

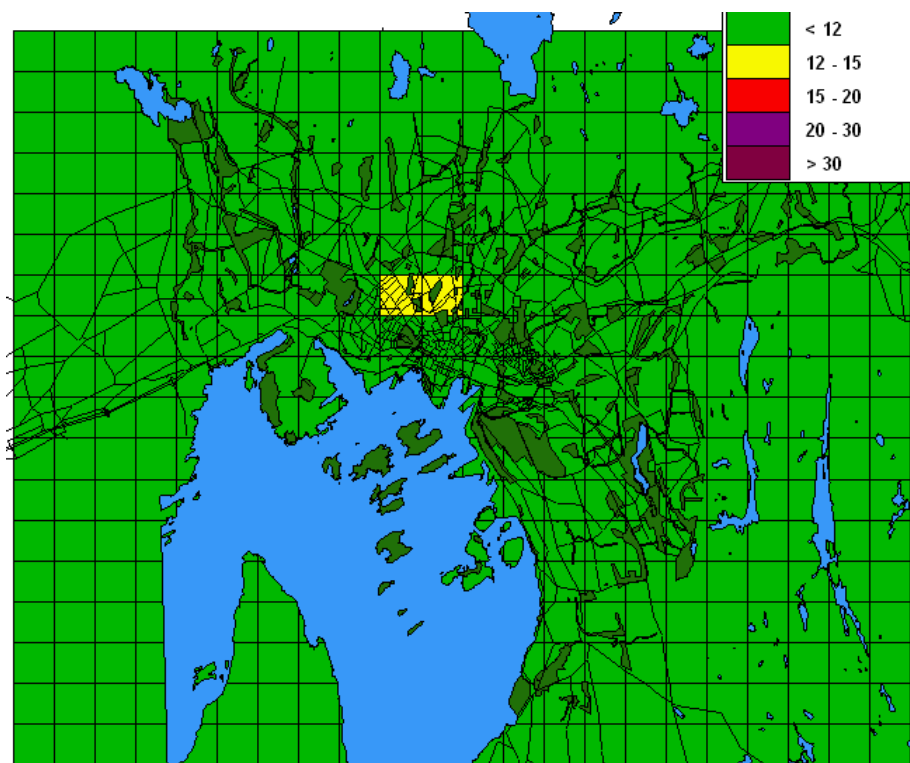


Figur 12: 8. høyeste døgnverdier for  $PM_{25}$  for 2003.

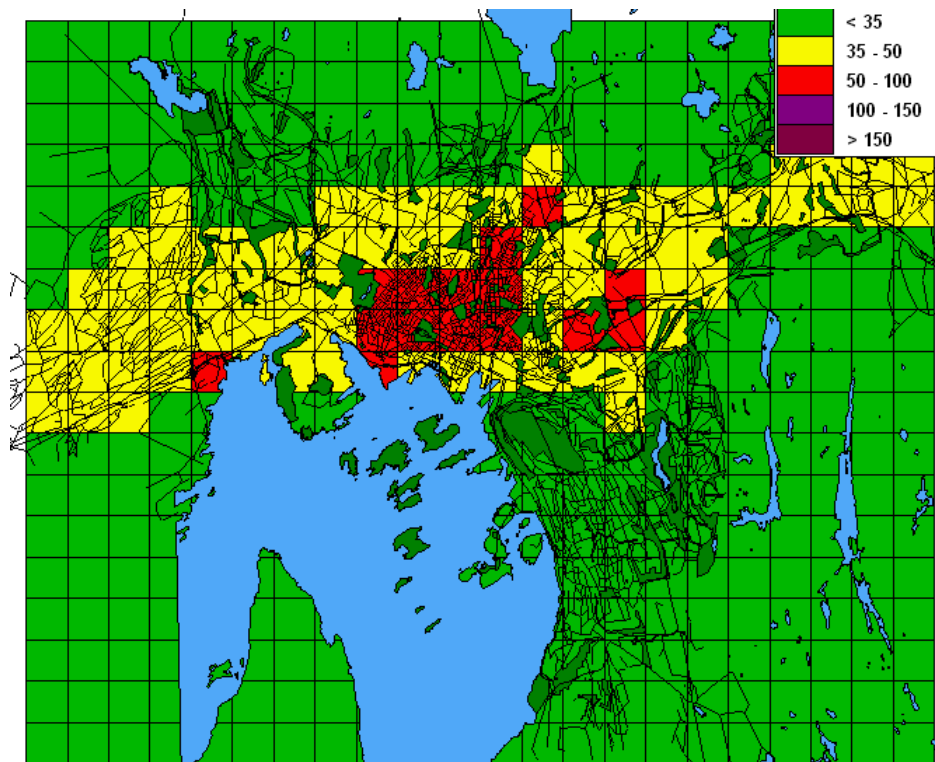




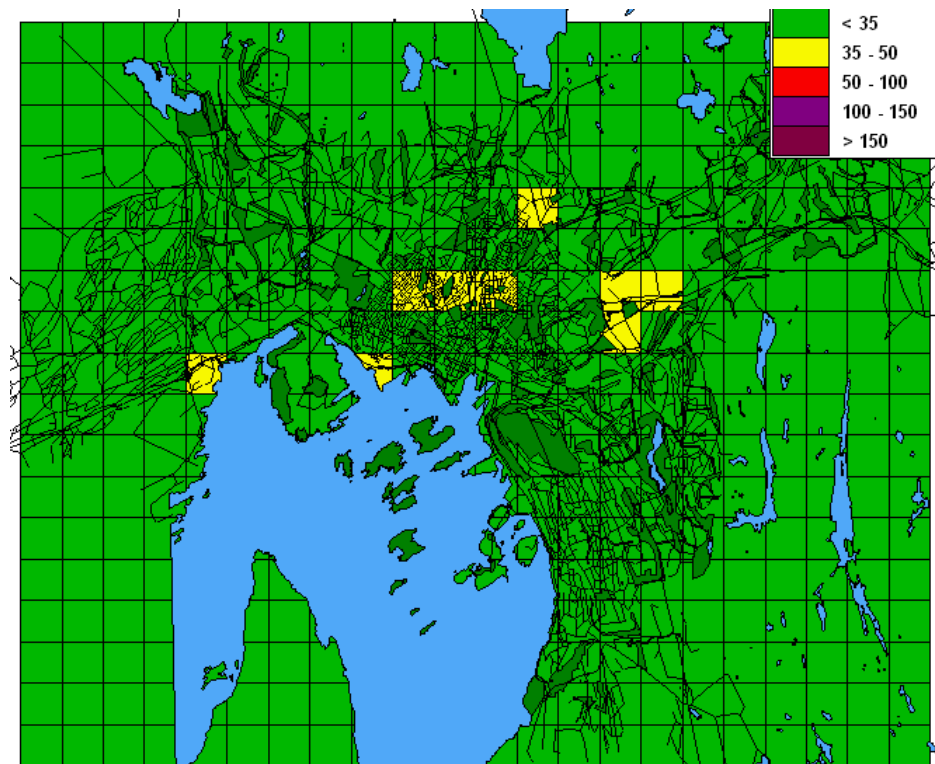
Figur 13: 36. høyeste døgnverdier for  $PM_{25}$  for 2003.



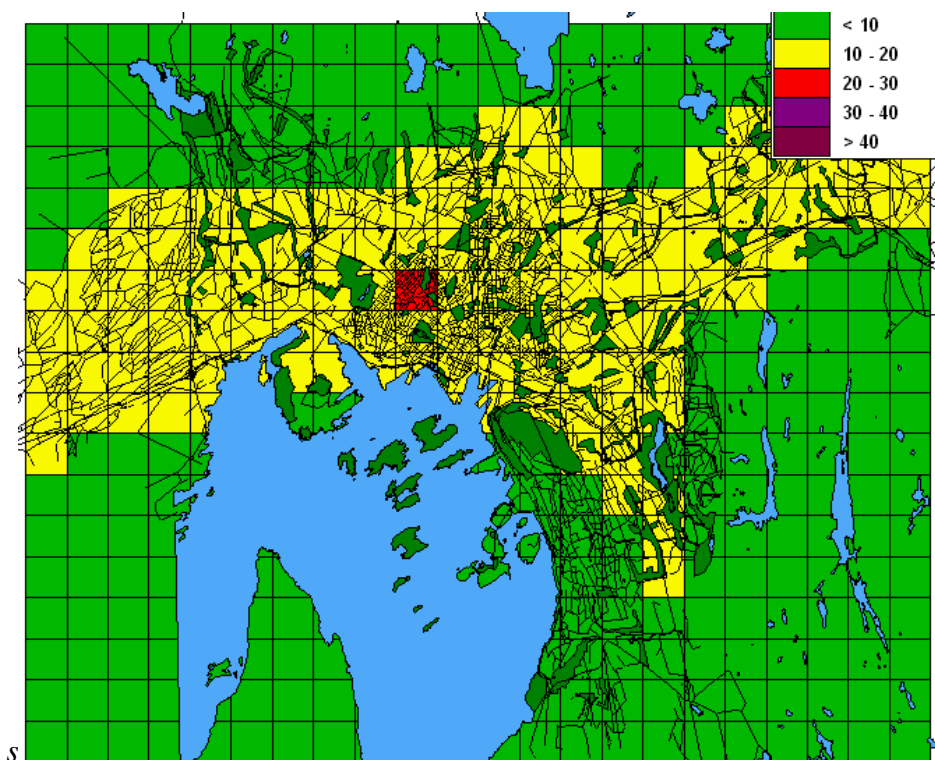
Figur 14: Årsmiddelverdier for  $PM_{25}$  for 2003.



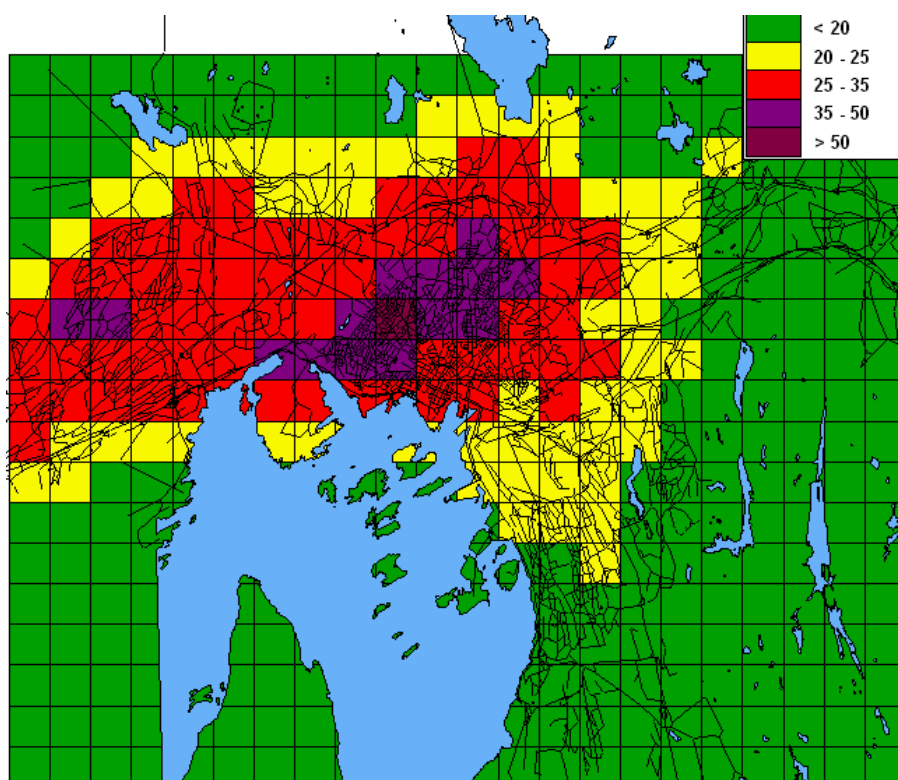
Figur 15: 8. høyeste døgnverdier for PM<sub>10</sub> for 2010.



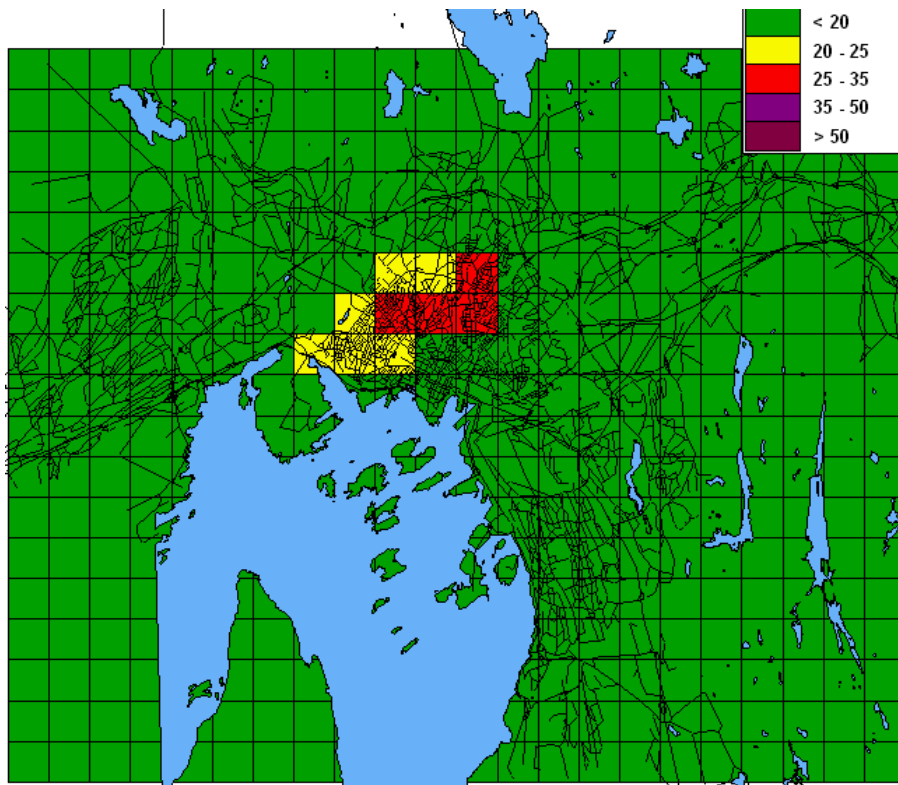
Figur 16: 36. høyeste døgnverdier for PM<sub>10</sub> for 2010.



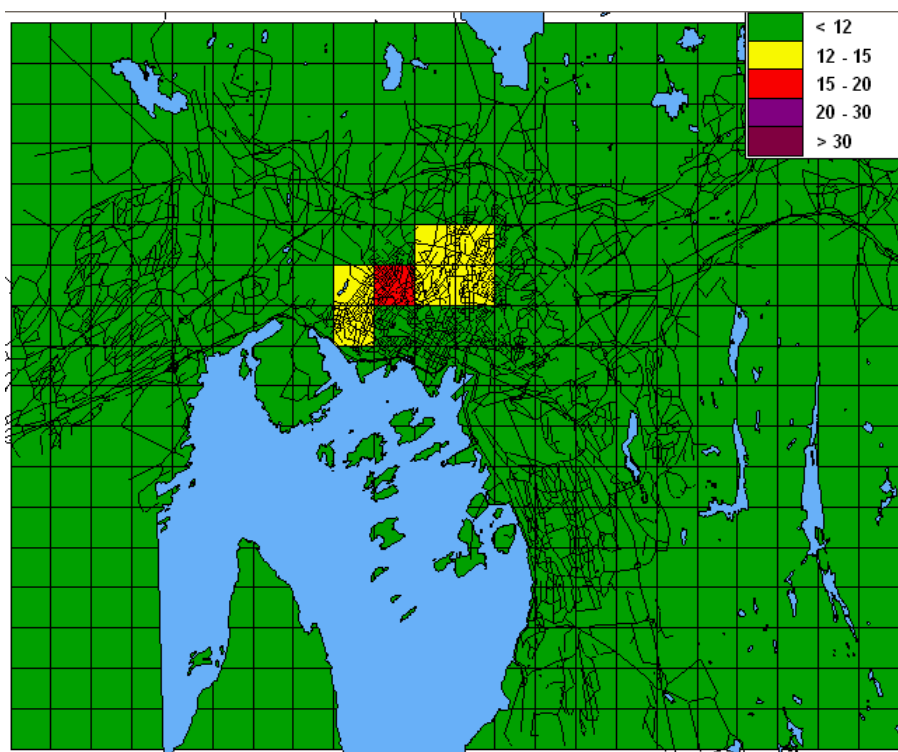
Figur 17: Årsmiddelverdier for  $PM_{10}$  for 2010.



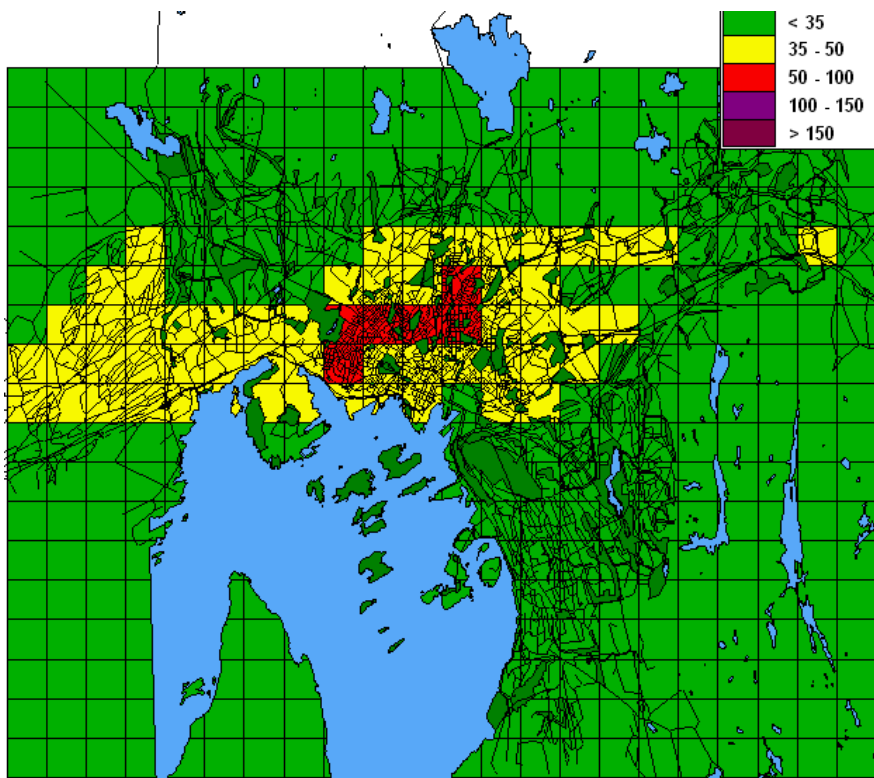
Figur 18: 8. høyeste døgnverdier for  $PM_{25}$  for 2010.



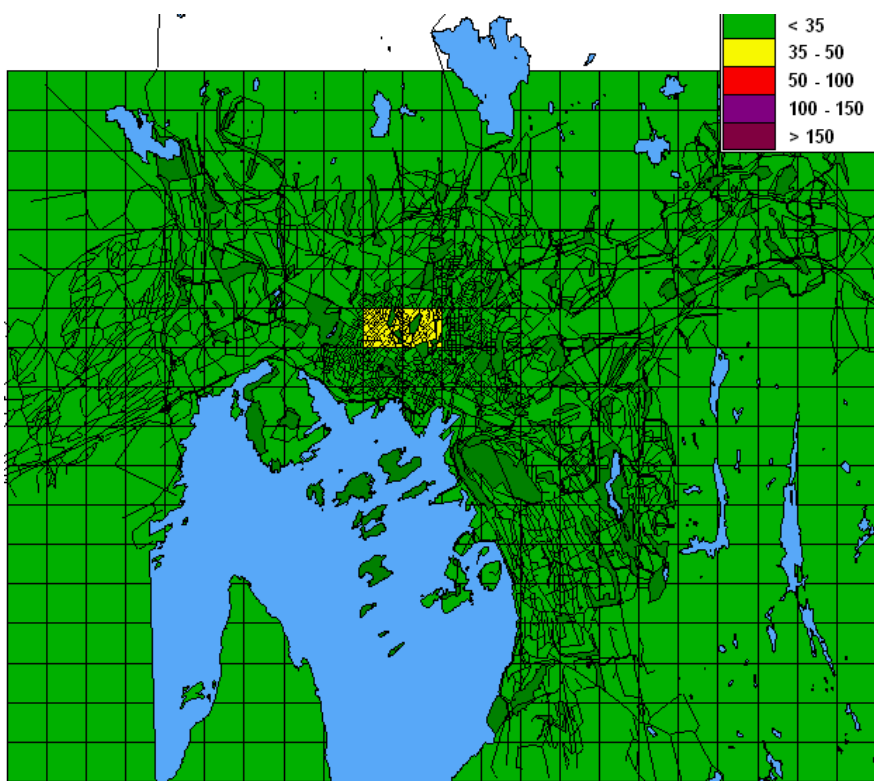
Figur 19: 36. høyeste døgnaverdier for  $PM_{25}$  for 2010.



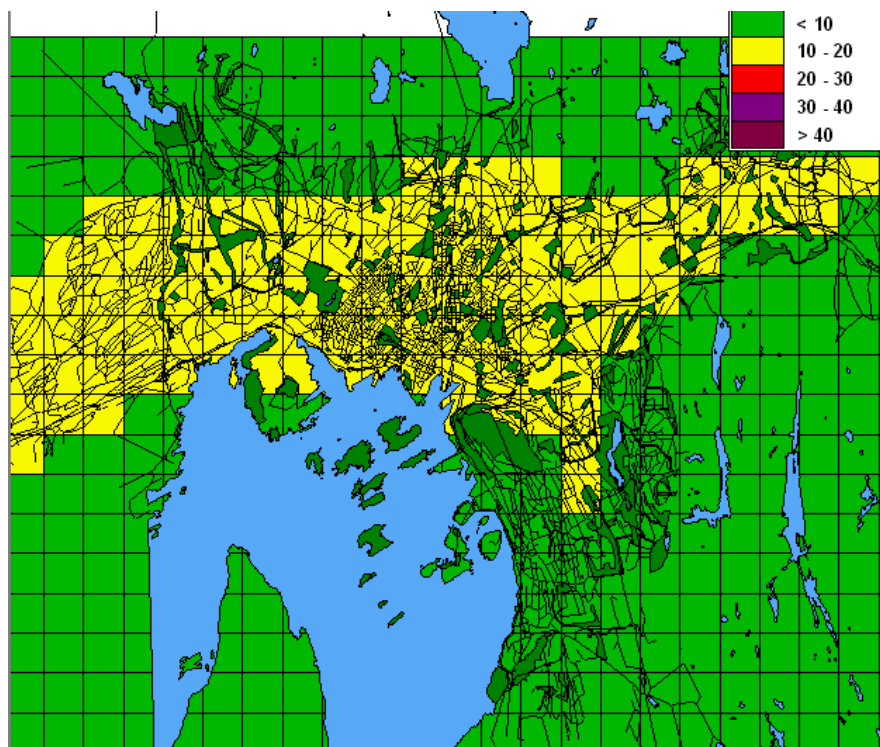
Figur 20: Årsmiddelverdier for  $PM_{25}$  for 2010



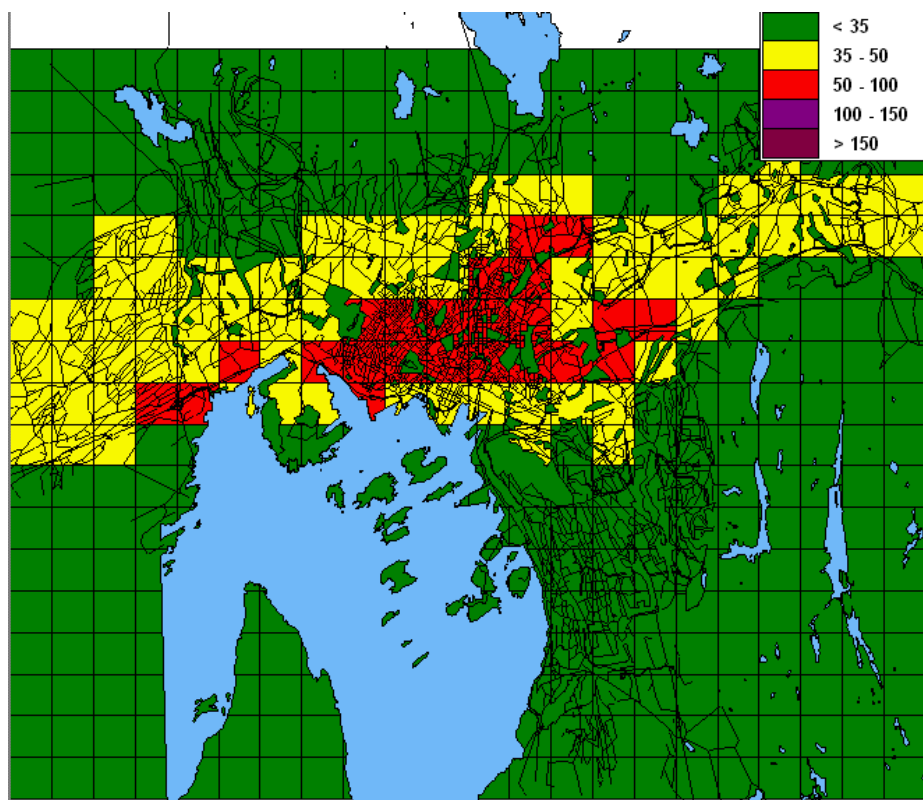
Figur 21: 8. høyeste døgnverdier for  $PM_{10}$  for 2015, scenarium 1, piggedekandel er 10%.



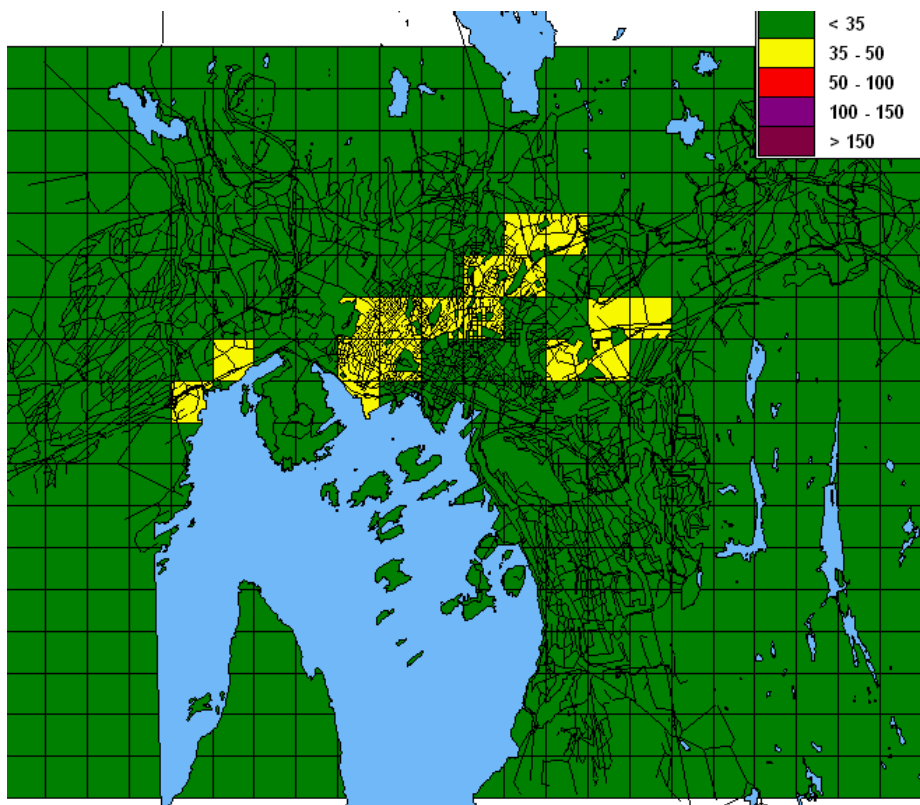
Figur 22: 36. høyeste døgnverdier for  $PM_{10}$  for 2015, scenarium 1, piggedekandel er 10%.



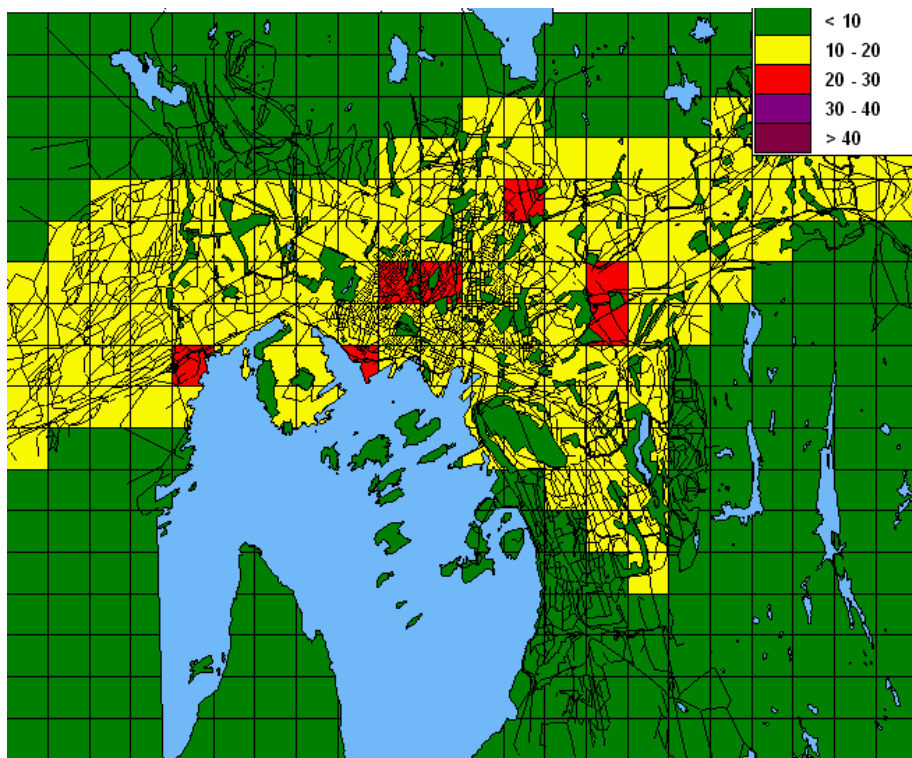
Figur 23: Årsmiddelverdier for  $PM_{10}$  for 2015, scenarium 1, piggydekkandel er 10%.



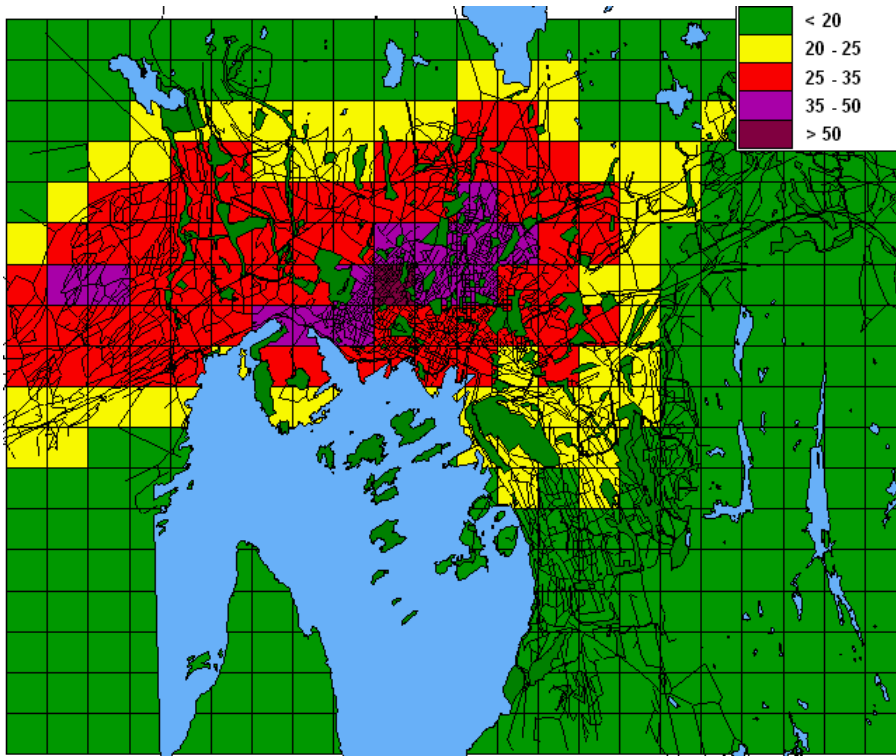
Figur 24: 8. høyeste døgnverdier for  $PM_{10}$  for 2015, scenarium 2, piggydekkandel er 25%.



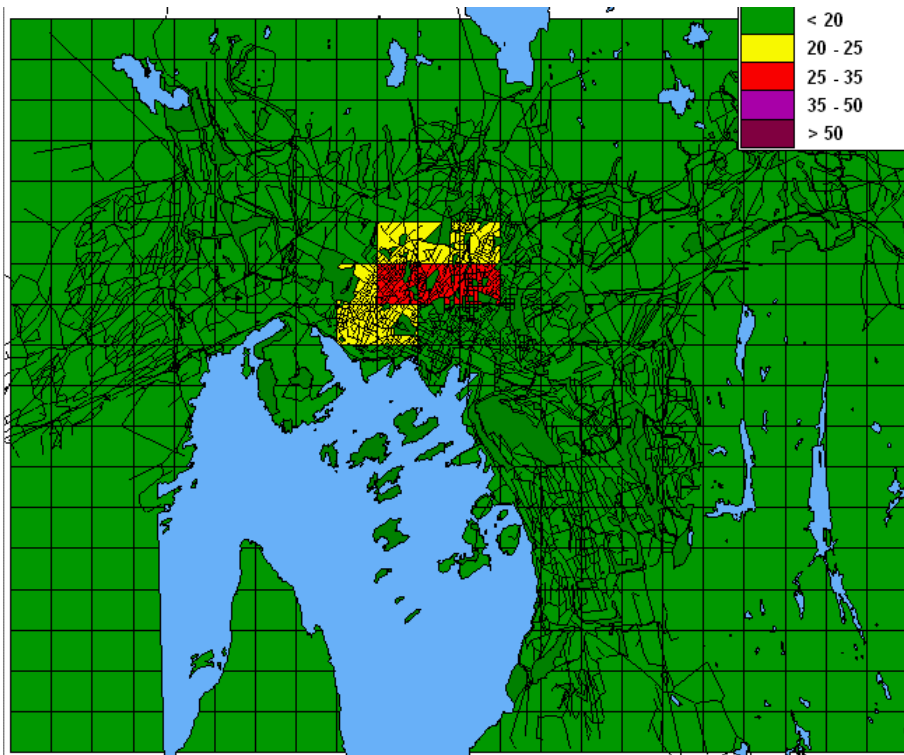
Figur 25: 36. høyeste døgnverdier for  $PM_{10}$  for 2015, scenarium 2, piggdekkandel er 25%.



Figur 26: Årsmiddelverdier for  $PM_{10}$  for 2015, scenarium 2, piggdekkandel er 25%.

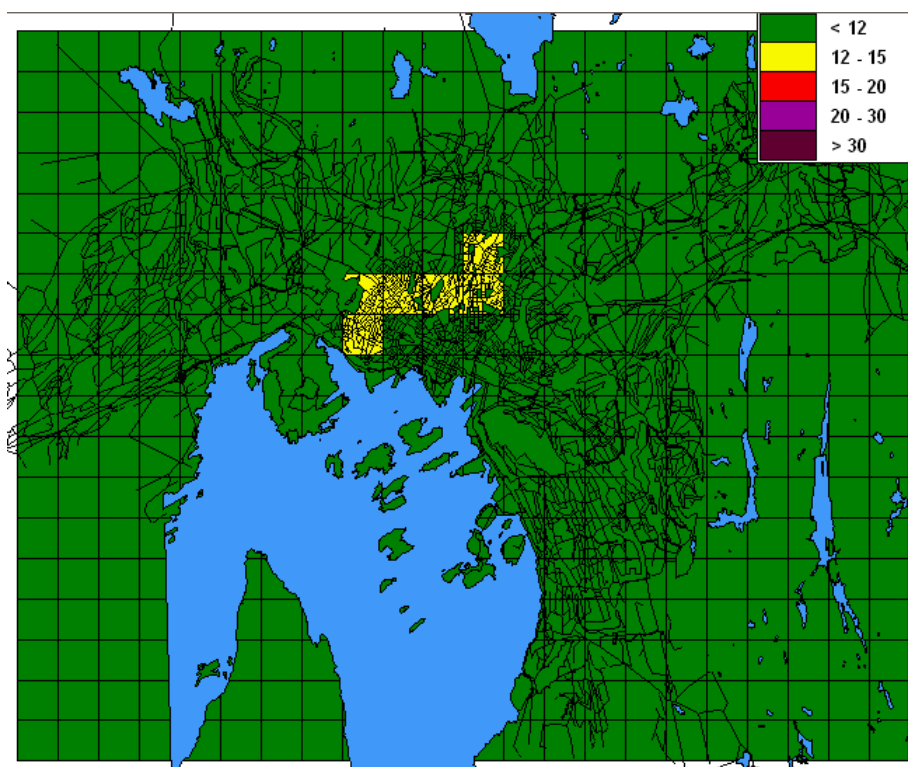


Figur 27: 8. høyeste døgnverdier for  $PM_{25}$  for 2015 scenarium1 og 2, piggdekkandel er 10 og 25%.



Figur 28: 36. høyeste døgnverdier for  $PM_{25}$  for 2015 scenarium 1 og 2, piggdekkandel er 10 og 25%.





Figur 29: Årsmiddelverdier for PM<sub>2.5</sub> for 2015 scenarium 1 og 2, piggdekkandel er 10 og 25%.



## **Vedlegg B**

### **Prosedyre for beregning av bakgrunnsverdier**



## **Prosedyre for beregning av bakgrunnsverdier**

Som bakgrunnskonsentrasjoner for beregningene brukes målinger av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> fra Birkenes stasjon for 2003.

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

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

Døgnverdiene gjøres om til timeverdier ved at måleverdien brukes for alle timene den er gyldig for, dvs fra og med kl 06 samme dag til og med kl 06 neste dag.





## Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 6/2005	ISBN 82-425-1641-3 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 43	PRIS NOK 150,-
TITTEL Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler		PROSJEKTLEDER Herdis Laupsa	
		NILU PROSJEKT NR. O-104079	
FORFATTER(E) Herdis Laupsa, Leiv Håvard Slørdal og Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * B	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Roar Gammelsæter	
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet	Spredningsberegninger	Partikler	
REFERAT Norsk Institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) gjennomført spredning- og eksponeringsberegninger for PM <sub>10</sub> og PM <sub>2,5</sub> for 2003, 2010 og for to scenarier for 2015. Beregningsresultatene inngår som grunnlag knyttet til revisjon av grenseverdiene for partikler i 1. datterdirektiv.			
TITLE Calculation of PM <sub>10</sub> and PM <sub>2,5</sub> for Oslo in 2010 and 2015.			
ABSTRACT As input for the revision of first daughter directive for particles, calculations of PM concentrations in Oslo for 2010 and 2015 are performed.			

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