

NILU : NILU OR 3/97
REFERANSE : O-95068
DATO : JANUAR 1997
ISBN : 82-425-0846-1

**Beregning av personvektet
årsmiddelkonsentrasjon i
Oslo av $PM_{2.5}$, PM_{10} og
 NO_2**

Sam-Erik Walker

Innhold

	Side
Sammendrag.....	2
1. Innledning.....	3
2. Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av PM _{2,5}	3
3. Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av PM ₁₀	4
4. Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av NO ₂	6
5. Referanser	8
Vedlegg A Personvektet årsmiddelverdi av NO ₂ i Oslo 1991/92 som funksjon av skaleringsfaktorer for fyring, trafikk og bakgrunn (regionalt bidrag)	9

Sammendrag

Det er utført beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av stoffene $PM_{2,5}$, PM_{10} og NO_2 for året 1991-92. Beregningene er utført for to perioder: En vinterperiode november-desember 1991 og en sommerperiode mai-juni 1992. En årsmiddelverdi for 1991-92 er beregnet på grunnlag av disse 4 månedene. Beregningene er utført separat for hver av de to kildegruppene fyring og trafikk. Personvektingen er basert på en statisk befolkningsmatrise (22 x 18) for Oslo som definerer antall personer i hver rute hovedsakelig ut fra bostedsadresse.

I de to periodene er det utført timevise spredningsberegninger med NILUs spredningsmodell EPISODE 1.5 for stoffene $PM_{2,5}$, NO_x og NO_2 . Beregningen av PM_{10} er utført ved å skalere resultatene for $PM_{2,5}$ separat i vinter- og sommerperioden basert på tilgjengelige måledata i Oslo. Beregningen av NO_2 har tatt utgangspunkt i beregning av NO_x og O_x (NO_2+O_3) samt anvendelse av en betingelse om fotokjemisk likevekt (balanse) mellom NO , NO_2 og O_3 på timebasis. Data for skydekke (Fornebu) og solhøyde er benyttet. Modellen er ellers basert på timevise data for utslipp fra fyring og trafikk i Oslo, samt timevise meteorologiske data for temperatur, vind og stabilitet.

Det regionale bidraget til Oslo regionen for $PM_{2,5}$, PM_{10} og NO_2 er estimert utfra tilgjengelige måledata på Birkenes i 1991 og 1992.

Rapporten beskriver virkningen på personvektet årsmiddelkonsentrasjon av endring i utslippsforholdene for kildegruppene fyring og trafikk samt regionalt bidrag. For $PM_{2,5}$ og PM_{10} kan dette gis ved en enkel ligning. For NO_2 er det en ikke-lineær sammenheng mellom skalerte utslipp og NO_2 -nivået slik at denne blir gitt i tabellform.

Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av $PM_{2,5}$, PM_{10} og NO_2

1. Innledning

Det henvises til prosjektforslag overfor SSB datert 6. juni 1995 som beskriver bakgrunnen og innholdet i prosjektet.

Denne rapporten beskriver resultatene fra fase 1 og 2 i prosjektforslaget.

Beregningene er basert på NILUs spredningsmodell EPISODE 1.5 (Grønskei og Walker, 1993). Modellen beregner timevise konsentrasjoner av $PM_{2,5}$, NO_x og NO_2 i et rutenett i Oslo (22x18 km²-ruter) basert på timevise data for utslipp fra fyring og trafikk samt meteorologi (vind og temperatur) gitt i det samme rutesystemet. Utslippsdataene er nærmere beskrevet i (Gram, 1993, 1994).

Metoden for personvektning er basert på en statistisk befolkningsmatrise for Oslo som definerer antall personer i hver km²-rute hovedsakelig ut fra bostedsadresse (Gram, 1990).

2. Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av $PM_{2,5}$

Beregninger er utført for to perioder: En vinterperiode (nov-des 1991) samt en sommerperiode (mai-juni 1992). En årsmiddelverdi for 1991-92 er deretter beregnet på grunnlag av disse 4 månedene. Beregningene er utført separat for hver av de to kildegruppene fyring og trafikk.

Sammenligning av målte og beregnede verdier av $PM_{2,5}$ på målestasjonen Nordahl Brungst. i Oslo (Walker, 1995) indikerer at modellen beregner et noe for høyt bidrag av $PM_{2,5}$. Dette skyldes sannsynligvis utslippet fra fyring som er beregnet noe for høyt i modellen. Bidraget til konsentrasjon av $PM_{2,5}$ fra fyring er derfor nedvektet med ca. 40% i forhold til den opprinnelige modellen for $PM_{2,5}$ i Oslo (Walker, 1994).

En personvektet middelkonsentrasjon av $PM_{2,5}$ ble beregnet for hver time ved å multiplisere konsentrasjonene av $PM_{2,5}$ i rutenettet med det relative antall personer i rutene og deretter summere over alle ruter

$$PM_{2,5PV} = \sum_{ij} PM_{2,5} * \left(\frac{D_{ij}}{D_{tot}} \right) \quad (1)$$

der D_{ij} er antall personer i rute i, j og D_{tot} er det totale antallet personer i rutenettet.

Personvektet middelkonsentrasjon over hele perioden ble deretter beregnet ved å midle de enkelte timevise personvektede konsentrasjonene.

Personvektet årsmiddelkonsentrasjon av $PM_{2,5}$ for vinterperioden (nov.-des. 1991) og sommerperioden (mai-juni 1992) og hele året (som middelværdi av de fire månedene) er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av $PM_{2,5}$ (1991/92).
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Vinter	Sommer	Årsmiddel
Fyring	9,5	1,0	5,3
Trafikk	4,5	3,2	3,9
Sum	14,0	4,2	9,2

Det regionale årsmiddelbidraget til Oslo regionen for $PM_{2,5}$ er estimert til $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utfra tilgjengelige måledata på Birkenes i 1991 og 1992. Dette bidraget er definert lik middelværdien av $PM_{2,5}$ målt på denne stasjonen i disse to årene (Maenhaut et al., 1996).

Utslippsscenarier defineres ved å la skaleringsfaktorene for fyring (a_F), trafikk (a_T), samt bakgrunn (regionalt bidrag) (a_B), variere mellom 0,6 og 1,4 med intervall på 0,1.

For hvert scenarium (a_F, a_T, a_B) kan nå $PM_{2,5}$ beregnes ved

$$PM_{2,5}(a_F, a_T, a_B) = a_F * 5,3 + a_T * 3,9 + a_B * 5,9 \quad (2)$$

Vi ser at for $PM_{2,5}$ er utslippsreduksjoner av fyring relativt sett viktigere enn reduksjon av utslipp fra trafikk.

Langs trafikkerte gater og veier vil konsentrasjonene kunne være betydelig høyere enn de beregnede rutemiddelkonsentrasjonene. Dette vil nødvendigvis påvirke resultatene av scenariene. Det er derfor ønskelig å gjennomføre spesielle beregninger av konsentrasjonene langs gater og veier (beskrevet i prosjektforlagets fase 3). En forbedret beregning av trafikkbidraget vil ha som konsekvens at kildegruppen trafikk vil få større effekt enn i den nåværende modellen.

3. Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av PM_{10}

PM_{10} beregningene tar utgangspunkt i $PM_{2,5}$ beregningene. I tillegg er det anvendt skaleringsfaktorer for $PM_{2,5}$ til PM_{10} . Disse er basert på måledata for $PM_{2,5}$ og PM_{10} i Oslo (Hagen og Johnsrud, 1996).

Skaleringsfaktorer er gitt for fyring og trafikk separat for en typisk vintersituasjon og en typisk sommersituasjon i Oslo. Disse er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Skaleringsfaktorer for konvertering av $PM_{2,5}$ til PM_{10}

	Vinter	Sommer
Fyring	1,1	1,1
Trafikk	3,0	1,2

Utslipp av partikler fra fyring (olje og vedfyring) består i all hovedsak av små partikler med diameter mindre enn $2,5 \mu\text{m}$. PM_{10} -bidraget vil derfor ikke avvike mye fra $PM_{2,5}$ bidraget når det gjelder fyring.

For trafikk må det skilles klart mellom vinter- og sommersituasjonen i Oslo. Bruk av piggdekk om vinteren fører til betydelig oppvirvling av veistøv som legger seg på veiskuldrene og som medfører betydelig større indirekte bidrag (resuspensjon) av større partikler. Basert på målingene i Oslo (Hagen og Johnsrud, 1996) synes en faktor mellom 2 og 4 å være relevant i vintersituasjonen. Utover sommeren når piggdekk sesongen er over, blir veiene ganske raskt mye renere og partikkelbidraget fra veitrafikk vil i større grad være et direkte bidrag fra bileksosen. PM_{10} -bidraget fra veitrafikk (i forhold til $PM_{2,5}$) vil da reduseres kraftig.

Det regionale årsmiddelbidraget til Oslo regionen for PM_{10} er estimert til $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ut fra tilgjengelige måledata på Birkenes i 1991 og 1992. Dette bidraget er definert lik middelveiden av PM_{10} målt på denne stasjonen i disse to årene (Maenhaut et al., 1996).

Personvektet årsmiddelkonsentrasjon av PM_{10} for vinterperioden (nov.-des. 1991) og sommerperioden (mai-juni 1992) og hele året (som middelveidi av de fire månedene) er gitt i tabell 3.

Tabell 3: Personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av PM_{10} (1991/92).
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Vinter	Sommer	Årsmiddel
Fyring	10,5	1,1	5,8
Trafikk	13,5	3,8	8,7
Sum	24,0	4,9	14,5

For hvert scenarium (a_F, a_T, a_B) kan personvektet årsmiddelkonsentrasjon av PM_{10} beregnes ved

$$PM_{10}(a_F, a_T, a_B) = a_F * 5,8 + a_T * 8,7 + a_B * 8,7 \quad (3)$$

Langs trafikkerte gater og veier vil konsentrasjonene kunne være betydelig høyere enn de beregnede rutemiddelkonsentrasjonene. Dette vil nødvendigvis påvirke resultatene av scenariene. Det er derfor ønskelig å gjennomføre spesielle beregninger av konsentrasjonene langs gater og veier (beskrevet i prosjektforslagets fase 3). En forbedret beregning av trafikkbidraget vil ha som konsekvens at kildegruppen trafikk vil få større effekt enn i den nåværende modellen.

4. Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av NO_2

Beregningene er utført for to perioder: En vinterperiode (nov-des 1991) samt en sommerperiode (mai-juni 1992). En årsmiddelverdi for 1991-92 er deretter beregnet på grunnlag av disse 4 månedene.

Beregningen av NO_2 har tatt utgangspunkt i beregninger for komponentene NO_x og O_x ($\text{NO}_2 + \text{O}_3$). Det er for disse komponentene utført separate beregninger for de to kildegruppene fyring og trafikk. Bidraget av O_x fra fyring og trafikk er lik det direkte bidraget av NO_2 siden det ikke forekommer utslipp av O_3 fra disse kildene.

Det regionale bidraget av NO_x og O_x er i utgangspunktet satt lik målte konsentrasjoner på stasjonen Jeløya (Hagen et al., 1993). Denne ble regnet for å være rimelig representativ som bakgrunnsstasjon for Oslo-området. Målestasjonene i Oslo er i tillegg benyttet for eventuelt å redusere det regionale bidraget til Oslo-området dersom disse stasjonene indikerer lavere bakgrunnsverdier av NO_x og O_x enn Jeløya.

Utslippsscenarier ble definert ved å la skaleringsfaktorene for fyring (a_F), trafikk (a_T), samt bakgrunn (regionalt bidrag) (a_B), variere mellom 0,6 og 1,4 med intervall på 0,1.

For hvert scenarium (a_F, a_T, a_B) ble NO_x og O_x beregnet i rutesystemet basert på en lineær sammenheng mellom utslipp og konsentrasjoner:

$$\text{NO}_x = a_F * \text{NO}_{xF} + a_T * \text{NO}_{xT} + a_B * \text{NO}_{xB} \quad (4)$$

$$\text{O}_x = a_F * \text{O}_{xF} + a_T * \text{O}_{xT} + a_B * \text{O}_{xB} \quad (5)$$

der NO_{xF} (O_{xF}), NO_{xT} , (O_{xT}), samt NO_{xB} (O_{xB}) betegner bidraget av NO_x (O_x) fra kildegruppene fyring, trafikk og bakgrunn.

Deretter ble NO_2 for hvert scenarium beregnet på bakgrunn av antagelsen om fotokjemisk balanse (likevekt) mellom NO , NO_2 og O_3 gitt nivåene på NO_x og O_x fra ligningene (1) og (2) for hver time og for hver rute i rutesystemet

$$\text{NO}_2 / \text{NO}_x = k_1 * \text{O}_3 / (k_2 + k_1 * \text{O}_3) \quad (6)$$

der $k_1 = 4,5 \cdot 10^{-4}$ og $k_2 = 0,01 \cdot (1 - 0,5 \cdot \sigma/8) \cdot \exp(-0,39/\sin(h))$

der σ er skydekke i åttendedeler og h er solhøyden. O_3 finnes her først ved løsning av annengradsligningen

$$a \cdot O_3^2 + b \cdot O_3 + c = 0 \quad (7)$$

der $a = -k_1$, $b = k_1 \cdot (O_x - NO_x) - k_2$ og $c = k_2 \cdot O_x$. Deretter kan NO_2 regnes ut på grunnlag av (6) eller simpelthen ved

$$NO_2 = O_x - O_3$$

Ligningene (6)-(7) forutsetter at NO_x og O_x verdiene er regnet om fra $\mu g/m^3$ til ppb, Annengradsligningen (7) fremkommer ved å erstatte NO_2 i uttrykket (6) med $O_x - O_3$.

Antagelsen om fotokjemisk likevekt var i meget høy grad oppfylt i beregningsperioden (Larssen et al., 1997). I den fotokjemiske ligningen er 6 timers verdier for skydekke fra Oslo Lufthavn, Fornebu benyttet i tillegg til aktuell solhøyde.

En personvektet middelkonsentrasjon av NO_2 ble deretter beregnet for hver time ved å multiplisere konsentrasjonene med det relative antall personer i rutene og deretter summere over alle ruter

$$NO_{2PV} = \sum_{ij} NO_{2ij} \cdot \left(\frac{D_{ij}}{D_{tot}} \right) \quad (8)$$

der D_{ij} er antall personer i rute i, j og D_{tot} er det totale antallet personer i rutenettet.

Personvektet middelkonsentrasjon over hele perioden ble deretter beregnet ved å midle de enkelte timevise personvektede konsentrasjonene.

Personvektet årsmiddelkonsentrasjon av NO_2 som funksjon av scenarium (a_F , a_T , a_B) er gitt i vedlegg A.

Langs trafikkerte gater og veier vil konsentrasjonene kunne være betydelig høyere enn de beregnede rutemiddelkonsentrasjonene. Dette vil nødvendigvis påvirke resultatene av scenariene. Det er derfor ønskelig å gjennomføre spesielle beregninger av konsentrasjonene langs gater og veier (beskrevet i prosjektførelagets fase 3). En forbedret beregning av trafikkbidraget vil ha som konsekvens at kildegruppen trafikk vil få større effekt enn i den nåværende modellen.

5. Referanser

- Gram, F. (1994) Utslipp av NO_x og NMVOC i Oslo 1991. Nitrogenoksider og oksidanter i byområder; Dannelse og effekter. Kjeller (NILU OR 79/94).
- Gram, F. (1993) Partikkelutslipp i Oslo. NILU-notat 8. desember 1993.
- Gram, F. (1990) Fordeling av befolkning og arbeidsplasser. NILU-notat 18. oktober 1990.
- Grønskei, K.E. and Walker, S.E. (1993) Evaluation of a model for hourly spatial concentrations distributions. *Atmos. Environ.*, 27B, 105-120.
- Hagen, L.O. og Johnsrud, M. (1996), Målinger av luftforurensninger i by/tettstedsprogrammet oktober 1994 - mars 1995, Kjeller (NILU OR 8/96).
- Hagen, L.O., Haugsbakk I. og Larssen, S. (1993) Nitrogenoksider og oksidanter i byområder; dannelse og effekter. Målinger av luftkvalitet og meteorologiske forhold i Oslo oktober 1991-juni 1992. Kjeller (NILU OR 32/93).
- Larssen, S., Grønskei, K.E., Gram, F., Hagen, L.O. and Walker, S.E. (1997) Evaluation of urban scale time-dependent dispersion model with subgrid element in Oslo, Norway (in preparation).
- Maenhaut, W., Francois, F., Cafmeyer, J., Gilot, C. and Hanssen, J.E.(1997) Long-term Aerosol Study in Southern Norway and the Relationship of Aerosol Components to Source Regions, In: *EUROTRAC Symposium'96 25-29.3.1996 Garmisch-Partenkirchen* (in preparation).
- Walker, S.E., (1994) Spredningsberegninger av partikler (PM_{2,5}) i Oslo, februar 1992. Kjeller (NILU OR 43/94).

Vedlegg A

**Personvektet årsmiddelverdi av NO₂ i Oslo 1991/92
som funksjon av skaleringsfaktorer for fyring,
trafikk og bakgrunn (regionalt bidrag)**

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.6	.6	.6	27.1
.6	.6	.7	28.5
.6	.6	.8	29.7
.6	.6	.9	30.9
.6	.6	1.0	32.0
.6	.6	1.1	33.1
.6	.6	1.2	34.1
.6	.6	1.3	35.1
.6	.6	1.4	36.1
.6	.7	.6	27.3
.6	.7	.7	28.7
.6	.7	.8	29.9
.6	.7	.9	31.1
.6	.7	1.0	32.2
.6	.7	1.1	33.3
.6	.7	1.2	34.3
.6	.7	1.3	35.3
.6	.7	1.4	36.2
.6	.8	.6	27.5
.6	.8	.7	28.9
.6	.8	.8	30.1
.6	.8	.9	31.3
.6	.8	1.0	32.4
.6	.8	1.1	33.4
.6	.8	1.2	34.4
.6	.8	1.3	35.4
.6	.8	1.4	36.4
.6	.9	.6	27.7
.6	.9	.7	29.0
.6	.9	.8	30.3
.6	.9	.9	31.4
.6	.9	1.0	32.5
.6	.9	1.1	33.6
.6	.9	1.2	34.6
.6	.9	1.3	35.5
.6	.9	1.4	36.5
.6	1.0	.6	27.9
.6	1.0	.7	29.2
.6	1.0	.8	30.4
.6	1.0	.9	31.6
.6	1.0	1.0	32.7
.6	1.0	1.1	33.7
.6	1.0	1.2	34.7
.6	1.0	1.3	35.7
.6	1.0	1.4	36.6

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.6	1.1	.6	28.1
.6	1.1	.7	29.4
.6	1.1	.8	30.6
.6	1.1	.9	31.7
.6	1.1	1.0	32.8
.6	1.1	1.1	33.9
.6	1.1	1.2	34.9
.6	1.1	1.3	35.8
.6	1.1	1.4	36.8
.6	1.2	.6	28.3
.6	1.2	.7	29.6
.6	1.2	.8	30.8
.6	1.2	.9	31.9
.6	1.2	1.0	33.0
.6	1.2	1.1	34.0
.6	1.2	1.2	35.0
.6	1.2	1.3	36.0
.6	1.2	1.4	36.9
.6	1.3	.6	28.4
.6	1.3	.7	29.7
.6	1.3	.8	30.9
.6	1.3	.9	32.0
.6	1.3	1.0	33.1
.6	1.3	1.1	34.1
.6	1.3	1.2	35.1
.6	1.3	1.3	36.1
.6	1.3	1.4	37.0
.6	1.4	.6	28.6
.6	1.4	.7	29.9
.6	1.4	.8	31.1
.6	1.4	.9	32.2
.6	1.4	1.0	33.3
.6	1.4	1.1	34.3
.6	1.4	1.2	35.3
.6	1.4	1.3	36.2
.6	1.4	1.4	37.2
.7	.6	.6	30.2
.7	.6	.7	31.7
.7	.6	.8	33.1
.7	.6	.9	34.4
.7	.6	1.0	35.6
.7	.6	1.1	36.7
.7	.6	1.2	37.8
.7	.6	1.3	38.9
.7	.6	1.4	39.9

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.7	.7	.6	30.5
.7	.7	.7	31.9
.7	.7	.8	33.3
.7	.7	.9	34.6
.7	.7	1.0	35.8
.7	.7	1.1	36.9
.7	.7	1.2	38.0
.7	.7	1.3	39.1
.7	.7	1.4	40.1
.7	.8	.6	30.7
.7	.8	.7	32.1
.7	.8	.8	33.5
.7	.8	.9	34.8
.7	.8	1.0	36.0
.7	.8	1.1	37.1
.7	.8	1.2	38.2
.7	.8	1.3	39.2
.7	.8	1.4	40.2
.7	.9	.6	30.9
.7	.9	.7	32.3
.7	.9	.8	33.7
.7	.9	.9	34.9
.7	.9	1.0	36.1
.7	.9	1.1	37.2
.7	.9	1.2	38.3
.7	.9	1.3	39.4
.7	.9	1.4	40.4
.7	1.0	.6	31.1
.7	1.0	.7	32.5
.7	1.0	.8	33.9
.7	1.0	.9	35.1
.7	1.0	1.0	36.3
.7	1.0	1.1	37.4
.7	1.0	1.2	38.5
.7	1.0	1.3	39.5
.7	1.0	1.4	40.5
.7	1.1	.6	31.3
.7	1.1	.7	32.7
.7	1.1	.8	34.0
.7	1.1	.9	35.3
.7	1.1	1.0	36.5
.7	1.1	1.1	37.6
.7	1.1	1.2	38.6
.7	1.1	1.3	39.7
.7	1.1	1.4	40.7

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.7	1.2	.6	31.5
.7	1.2	.7	32.9
.7	1.2	.8	34.2
.7	1.2	.9	35.5
.7	1.2	1.0	36.6
.7	1.2	1.1	37.7
.7	1.2	1.2	38.8
.7	1.2	1.3	39.8
.7	1.2	1.4	40.8
.7	1.3	.6	31.7
.7	1.3	.7	33.1
.7	1.3	.8	34.4
.7	1.3	.9	35.6
.7	1.3	1.0	36.8
.7	1.3	1.1	37.9
.7	1.3	1.2	38.9
.7	1.3	1.3	40.0
.7	1.3	1.4	41.0
.7	1.4	.6	31.8
.7	1.4	.7	33.3
.7	1.4	.8	34.6
.7	1.4	.9	35.8
.7	1.4	1.0	36.9
.7	1.4	1.1	38.0
.7	1.4	1.2	39.1
.7	1.4	1.3	40.1
.7	1.4	1.4	41.1
.8	.6	.6	33.2
.8	.6	.7	34.9
.8	.6	.8	36.4
.8	.6	.9	37.8
.8	.6	1.0	39.1
.8	.6	1.1	40.3
.8	.6	1.2	41.5
.8	.6	1.3	42.6
.8	.6	1.4	43.7
.8	.7	.6	33.4
.8	.7	.7	35.1
.8	.7	.8	36.6
.8	.7	.9	38.0
.8	.7	1.0	39.2
.8	.7	1.1	40.5
.8	.7	1.2	41.6
.8	.7	1.3	42.7
.8	.7	1.4	43.8

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.8	.8	.6	33.7
.8	.8	.7	35.3
.8	.8	.8	36.8
.8	.8	.9	38.1
.8	.8	1.0	39.4
.8	.8	1.1	40.6
.8	.8	1.2	41.8
.8	.8	1.3	42.9
.8	.8	1.4	44.0
.8	.9	.6	33.9
.8	.9	.7	35.5
.8	.9	.8	37.0
.8	.9	.9	38.3
.8	.9	1.0	39.6
.8	.9	1.1	40.8
.8	.9	1.2	42.0
.8	.9	1.3	43.1
.8	.9	1.4	44.1
.8	1.0	.6	34.1
.8	1.0	.7	35.7
.8	1.0	.8	37.2
.8	1.0	.9	38.5
.8	1.0	1.0	39.8
.8	1.0	1.1	41.0
.8	1.0	1.2	42.1
.8	1.0	1.3	43.2
.8	1.0	1.4	44.3
.8	1.1	.6	34.3
.8	1.1	.7	35.9
.8	1.1	.8	37.4
.8	1.1	.9	38.7
.8	1.1	1.0	40.0
.8	1.1	1.1	41.2
.8	1.1	1.2	42.3
.8	1.1	1.3	43.4
.8	1.1	1.4	44.5
.8	1.2	.6	34.6
.8	1.2	.7	36.1
.8	1.2	.8	37.6
.8	1.2	.9	38.9
.8	1.2	1.0	40.1
.8	1.2	1.1	41.3
.8	1.2	1.2	42.5
.8	1.2	1.3	43.6
.8	1.2	1.4	44.6

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.8	1.3	.6	34.8
.8	1.3	.7	36.3
.8	1.3	.8	37.7
.8	1.3	.9	39.1
.8	1.3	1.0	40.3
.8	1.3	1.1	41.5
.8	1.3	1.2	42.6
.8	1.3	1.3	43.7
.8	1.3	1.4	44.8
.8	1.4	.6	35.0
.8	1.4	.7	36.5
.8	1.4	.8	37.9
.8	1.4	.9	39.2
.8	1.4	1.0	40.5
.8	1.4	1.1	41.7
.8	1.4	1.2	42.8
.8	1.4	1.3	43.9
.8	1.4	1.4	44.9
.9	.6	.6	36.1
.9	.6	.7	37.9
.9	.6	.8	39.5
.9	.6	.9	41.0
.9	.6	1.0	42.4
.9	.6	1.1	43.7
.9	.6	1.2	45.0
.9	.6	1.3	46.2
.9	.6	1.4	47.3
.9	.7	.6	36.3
.9	.7	.7	38.1
.9	.7	.8	39.7
.9	.7	.9	41.2
.9	.7	1.0	42.6
.9	.7	1.1	43.9
.9	.7	1.2	45.2
.9	.7	1.3	46.3
.9	.7	1.4	47.5
.9	.8	.6	36.6
.9	.8	.7	38.3
.9	.8	.8	39.9
.9	.8	.9	41.4
.9	.8	1.0	42.8
.9	.8	1.1	44.1
.9	.8	1.2	45.3
.9	.8	1.3	46.5
.9	.8	1.4	47.7

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.9	.9	.6	36.8
.9	.9	.7	38.6
.9	.9	.8	40.2
.9	.9	.9	41.6
.9	.9	1.0	43.0
.9	.9	1.1	44.3
.9	.9	1.2	45.5
.9	.9	1.3	46.7
.9	.9	1.4	47.8
.9	1.0	.6	37.1
.9	1.0	.7	38.8
.9	1.0	.8	40.4
.9	1.0	.9	41.8
.9	1.0	1.0	43.2
.9	1.0	1.1	44.5
.9	1.0	1.2	45.7
.9	1.0	1.3	46.9
.9	1.0	1.4	48.0
.9	1.1	.6	37.3
.9	1.1	.7	39.0
.9	1.1	.8	40.6
.9	1.1	.9	42.0
.9	1.1	1.0	43.4
.9	1.1	1.1	44.7
.9	1.1	1.2	45.9
.9	1.1	1.3	47.0
.9	1.1	1.4	48.2
.9	1.2	.6	37.5
.9	1.2	.7	39.2
.9	1.2	.8	40.8
.9	1.2	.9	42.2
.9	1.2	1.0	43.6
.9	1.2	1.1	44.8
.9	1.2	1.2	46.1
.9	1.2	1.3	47.2
.9	1.2	1.4	48.3
.9	1.3	.6	37.7
.9	1.3	.7	39.4
.9	1.3	.8	41.0
.9	1.3	.9	42.4
.9	1.3	1.0	43.8
.9	1.3	1.1	45.0
.9	1.3	1.2	46.2
.9	1.3	1.3	47.4
.9	1.3	1.4	48.5

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
.9	1.4	.6	38.0
.9	1.4	.7	39.6
.9	1.4	.8	41.2
.9	1.4	.9	42.6
.9	1.4	1.0	43.9
.9	1.4	1.1	45.2
.9	1.4	1.2	46.4
.9	1.4	1.3	47.5
.9	1.4	1.4	48.6
1.0	.6	.6	38.8
1.0	.6	.7	40.8
1.0	.6	.8	42.5
1.0	.6	.9	44.1
1.0	.6	1.0	45.6
1.0	.6	1.1	47.1
1.0	.6	1.2	48.4
1.0	.6	1.3	49.7
1.0	.6	1.4	50.9
1.0	.7	.6	39.1
1.0	.7	.7	41.0
1.0	.7	.8	42.8
1.0	.7	.9	44.4
1.0	.7	1.0	45.9
1.0	.7	1.1	47.3
1.0	.7	1.2	48.6
1.0	.7	1.3	49.8
1.0	.7	1.4	51.1
1.0	.8	.6	39.4
1.0	.8	.7	41.3
1.0	.8	.8	43.0
1.0	.8	.9	44.6
1.0	.8	1.0	46.1
1.0	.8	1.1	47.5
1.0	.8	1.2	48.8
1.0	.8	1.3	50.0
1.0	.8	1.4	51.2
1.0	.9	.6	39.6
1.0	.9	.7	41.5
1.0	.9	.8	43.2
1.0	.9	.9	44.8
1.0	.9	1.0	46.3
1.0	.9	1.1	47.7
1.0	.9	1.2	49.0
1.0	.9	1.3	50.2
1.0	.9	1.4	51.4

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.0	1.0	.6	39.9
1.0	1.0	.7	41.8
1.0	1.0	.8	43.5
1.0	1.0	.9	45.0
1.0	1.0	1.0	46.5
1.0	1.0	1.1	47.9
1.0	1.0	1.2	49.2
1.0	1.0	1.3	50.4
1.0	1.0	1.4	51.6
1.0	1.1	.6	40.1
1.0	1.1	.7	42.0
1.0	1.1	.8	43.7
1.0	1.1	.9	45.3
1.0	1.1	1.0	46.7
1.0	1.1	1.1	48.1
1.0	1.1	1.2	49.4
1.0	1.1	1.3	50.6
1.0	1.1	1.4	51.8
1.0	1.2	.6	40.4
1.0	1.2	.7	42.2
1.0	1.2	.8	43.9
1.0	1.2	.9	45.5
1.0	1.2	1.0	46.9
1.0	1.2	1.1	48.3
1.0	1.2	1.2	49.5
1.0	1.2	1.3	50.8
1.0	1.2	1.4	52.0
1.0	1.3	.6	40.6
1.0	1.3	.7	42.5
1.0	1.3	.8	44.1
1.0	1.3	.9	45.7
1.0	1.3	1.0	47.1
1.0	1.3	1.1	48.4
1.0	1.3	1.2	49.7
1.0	1.3	1.3	50.9
1.0	1.3	1.4	52.1
1.0	1.4	.6	40.9
1.0	1.4	.7	42.7
1.0	1.4	.8	44.3
1.0	1.4	.9	45.9
1.0	1.4	1.0	47.3
1.0	1.4	1.1	48.6
1.0	1.4	1.2	49.9
1.0	1.4	1.3	51.1
1.0	1.4	1.4	52.3

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.1	.6	.6	41.5
1.1	.6	.7	43.6
1.1	.6	.8	45.5
1.1	.6	.9	47.2
1.1	.6	1.0	48.8
1.1	.6	1.1	50.3
1.1	.6	1.2	51.7
1.1	.6	1.3	53.1
1.1	.6	1.4	54.3
1.1	.7	.6	41.8
1.1	.7	.7	43.9
1.1	.7	.8	45.7
1.1	.7	.9	47.4
1.1	.7	1.0	49.0
1.1	.7	1.1	50.5
1.1	.7	1.2	51.9
1.1	.7	1.3	53.3
1.1	.7	1.4	54.5
1.1	.8	.6	42.1
1.1	.8	.7	44.1
1.1	.8	.8	46.0
1.1	.8	.9	47.7
1.1	.8	1.0	49.3
1.1	.8	1.1	50.8
1.1	.8	1.2	52.1
1.1	.8	1.3	53.5
1.1	.8	1.4	54.7
1.1	.9	.6	42.4
1.1	.9	.7	44.4
1.1	.9	.8	46.2
1.1	.9	.9	47.9
1.1	.9	1.0	49.5
1.1	.9	1.1	51.0
1.1	.9	1.2	52.4
1.1	.9	1.3	53.7
1.1	.9	1.4	54.9
1.1	1.0	.6	42.6
1.1	1.0	.7	44.6
1.1	1.0	.8	46.5
1.1	1.0	.9	48.2
1.1	1.0	1.0	49.7
1.1	1.0	1.1	51.2
1.1	1.0	1.2	52.6
1.1	1.0	1.3	53.9
1.1	1.0	1.4	55.1

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.1	1.1	.6	42.9
1.1	1.1	.7	44.9
1.1	1.1	.8	46.7
1.1	1.1	.9	48.4
1.1	1.1	1.0	49.9
1.1	1.1	1.1	51.4
1.1	1.1	1.2	52.8
1.1	1.1	1.3	54.1
1.1	1.1	1.4	55.3
1.1	1.2	.6	43.2
1.1	1.2	.7	45.1
1.1	1.2	.8	46.9
1.1	1.2	.9	48.6
1.1	1.2	1.0	50.1
1.1	1.2	1.1	51.6
1.1	1.2	1.2	52.9
1.1	1.2	1.3	54.2
1.1	1.2	1.4	55.5
1.1	1.3	.6	43.4
1.1	1.3	.7	45.4
1.1	1.3	.8	47.2
1.1	1.3	.9	48.8
1.1	1.3	1.0	50.3
1.1	1.3	1.1	51.8
1.1	1.3	1.2	53.1
1.1	1.3	1.3	54.4
1.1	1.3	1.4	55.7
1.1	1.4	.6	43.7
1.1	1.4	.7	45.6
1.1	1.4	.8	47.4
1.1	1.4	.9	49.0
1.1	1.4	1.0	50.5
1.1	1.4	1.1	52.0
1.1	1.4	1.2	53.3
1.1	1.4	1.3	54.6
1.1	1.4	1.4	55.8
1.2	.6	.6	44.1
1.2	.6	.7	46.3
1.2	.6	.8	48.3
1.2	.6	.9	50.2
1.2	.6	1.0	51.9
1.2	.6	1.1	53.5
1.2	.6	1.2	55.0
1.2	.6	1.3	56.4
1.2	.6	1.4	57.7

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.2	.7	.6	44.4
1.2	.7	.7	46.6
1.2	.7	.8	48.6
1.2	.7	.9	50.4
1.2	.7	1.0	52.1
1.2	.7	1.1	53.7
1.2	.7	1.2	55.2
1.2	.7	1.3	56.6
1.2	.7	1.4	58.0
1.2	.8	.6	44.7
1.2	.8	.7	46.9
1.2	.8	.8	48.9
1.2	.8	.9	50.7
1.2	.8	1.0	52.4
1.2	.8	1.1	53.9
1.2	.8	1.2	55.4
1.2	.8	1.3	56.8
1.2	.8	1.4	58.2
1.2	.9	.6	45.0
1.2	.9	.7	47.2
1.2	.9	.8	49.1
1.2	.9	.9	50.9
1.2	.9	1.0	52.6
1.2	.9	1.1	54.2
1.2	.9	1.2	55.6
1.2	.9	1.3	57.0
1.2	.9	1.4	58.4
1.2	1.0	.6	45.3
1.2	1.0	.7	47.4
1.2	1.0	.8	49.4
1.2	1.0	.9	51.2
1.2	1.0	1.0	52.8
1.2	1.0	1.1	54.4
1.2	1.0	1.2	55.9
1.2	1.0	1.3	57.2
1.2	1.0	1.4	58.6
1.2	1.1	.6	45.6
1.2	1.1	.7	47.7
1.2	1.1	.8	49.6
1.2	1.1	.9	51.4
1.2	1.1	1.0	53.1
1.2	1.1	1.1	54.6
1.2	1.1	1.2	56.1
1.2	1.1	1.3	57.4
1.2	1.1	1.4	58.8

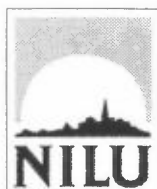
Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.2	1.2	.6	45.8
1.2	1.2	.7	48.0
1.2	1.2	.8	49.9
1.2	1.2	.9	51.7
1.2	1.2	1.0	53.3
1.2	1.2	1.1	54.8
1.2	1.2	1.2	56.3
1.2	1.2	1.3	57.6
1.2	1.2	1.4	59.0
1.2	1.3	.6	46.1
1.2	1.3	.7	48.2
1.2	1.3	.8	50.1
1.2	1.3	.9	51.9
1.2	1.3	1.0	53.5
1.2	1.3	1.1	55.0
1.2	1.3	1.2	56.5
1.2	1.3	1.3	57.8
1.2	1.3	1.4	59.1
1.2	1.4	.6	46.4
1.2	1.4	.7	48.5
1.2	1.4	.8	50.4
1.2	1.4	.9	52.1
1.2	1.4	1.0	53.7
1.2	1.4	1.1	55.2
1.2	1.4	1.2	56.7
1.2	1.4	1.3	58.0
1.2	1.4	1.4	59.3
1.3	.6	.6	46.6
1.3	.6	.7	48.9
1.3	.6	.8	51.1
1.3	.6	.9	53.1
1.3	.6	1.0	54.9
1.3	.6	1.1	56.6
1.3	.6	1.2	58.1
1.3	.6	1.3	59.6
1.3	.6	1.4	61.1
1.3	.7	.6	46.9
1.3	.7	.7	49.3
1.3	.7	.8	51.4
1.3	.7	.9	53.3
1.3	.7	1.0	55.1
1.3	.7	1.1	56.8
1.3	.7	1.2	58.4
1.3	.7	1.3	59.9
1.3	.7	1.4	61.3

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.3	.8	.6	47.2
1.3	.8	.7	49.6
1.3	.8	.8	51.7
1.3	.8	.9	53.6
1.3	.8	1.0	55.4
1.3	.8	1.1	57.1
1.3	.8	1.2	58.6
1.3	.8	1.3	60.1
1.3	.8	1.4	61.5
1.3	.9	.6	47.5
1.3	.9	.7	49.9
1.3	.9	.8	51.9
1.3	.9	.9	53.9
1.3	.9	1.0	55.6
1.3	.9	1.1	57.3
1.3	.9	1.2	58.9
1.3	.9	1.3	60.3
1.3	.9	1.4	61.7
1.3	1.0	.6	47.8
1.3	1.0	.7	50.1
1.3	1.0	.8	52.2
1.3	1.0	.9	54.1
1.3	1.0	1.0	55.9
1.3	1.0	1.1	57.5
1.3	1.0	1.2	59.1
1.3	1.0	1.3	60.5
1.3	1.0	1.4	61.9
1.3	1.1	.6	48.1
1.3	1.1	.7	50.4
1.3	1.1	.8	52.5
1.3	1.1	.9	54.4
1.3	1.1	1.0	56.1
1.3	1.1	1.1	57.8
1.3	1.1	1.2	59.3
1.3	1.1	1.3	60.8
1.3	1.1	1.4	62.1
1.3	1.2	.6	48.4
1.3	1.2	.7	50.7
1.3	1.2	.8	52.7
1.3	1.2	.9	54.6
1.3	1.2	1.0	56.4
1.3	1.2	1.1	58.0
1.3	1.2	1.2	59.5
1.3	1.2	1.3	61.0
1.3	1.2	1.4	62.3

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.3	1.3	.6	48.7
1.3	1.3	.7	51.0
1.3	1.3	.8	53.0
1.3	1.3	.9	54.9
1.3	1.3	1.0	56.6
1.3	1.3	1.1	58.2
1.3	1.3	1.2	59.7
1.3	1.3	1.3	61.2
1.3	1.3	1.4	62.5
1.3	1.4	.6	49.0
1.3	1.4	.7	51.2
1.3	1.4	.8	53.2
1.3	1.4	.9	55.1
1.3	1.4	1.0	56.8
1.3	1.4	1.1	58.4
1.3	1.4	1.2	59.9
1.3	1.4	1.3	61.4
1.3	1.4	1.4	62.7
1.4	.6	.6	49.0
1.4	.6	.7	51.5
1.4	.6	.8	53.8
1.4	.6	.9	55.9
1.4	.6	1.0	57.8
1.4	.6	1.1	59.6
1.4	.6	1.2	61.2
1.4	.6	1.3	62.8
1.4	.6	1.4	64.3
1.4	.7	.6	49.3
1.4	.7	.7	51.8
1.4	.7	.8	54.1
1.4	.7	.9	56.2
1.4	.7	1.0	58.1
1.4	.7	1.1	59.8
1.4	.7	1.2	61.5
1.4	.7	1.3	63.1
1.4	.7	1.4	64.6
1.4	.8	.6	49.7
1.4	.8	.7	52.2
1.4	.8	.8	54.4
1.4	.8	.9	56.4
1.4	.8	1.0	58.3
1.4	.8	1.1	60.1
1.4	.8	1.2	61.8
1.4	.8	1.3	63.3
1.4	.8	1.4	64.8

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.4	.9	.6	50.0
1.4	.9	.7	52.5
1.4	.9	.8	54.7
1.4	.9	.9	56.7
1.4	.9	1.0	58.6
1.4	.9	1.1	60.4
1.4	.9	1.2	62.0
1.4	.9	1.3	63.5
1.4	.9	1.4	65.0
1.4	1.0	.6	50.3
1.4	1.0	.7	52.8
1.4	1.0	.8	55.0
1.4	1.0	.9	57.0
1.4	1.0	1.0	58.9
1.4	1.0	1.1	60.6
1.4	1.0	1.2	62.2
1.4	1.0	1.3	63.8
1.4	1.0	1.4	65.2
1.4	1.1	.6	50.6
1.4	1.1	.7	53.1
1.4	1.1	.8	55.3
1.4	1.1	.9	57.3
1.4	1.1	1.0	59.1
1.4	1.1	1.1	60.8
1.4	1.1	1.2	62.5
1.4	1.1	1.3	64.0
1.4	1.1	1.4	65.5
1.4	1.2	.6	51.0
1.4	1.2	.7	53.4
1.4	1.2	.8	55.5
1.4	1.2	.9	57.5
1.4	1.2	1.0	59.4
1.4	1.2	1.1	61.1
1.4	1.2	1.2	62.7
1.4	1.2	1.3	64.2
1.4	1.2	1.4	65.7
1.4	1.3	.6	51.3
1.4	1.3	.7	53.6
1.4	1.3	.8	55.8
1.4	1.3	.9	57.8
1.4	1.3	1.0	59.6
1.4	1.3	1.1	61.3
1.4	1.3	1.2	62.9
1.4	1.3	1.3	64.4
1.4	1.3	1.4	65.9

Bakgrunn	Fyring	Trafikk	NO ₂ PVA
1.4	1.4	.6	51.6
1.4	1.4	.7	53.9
1.4	1.4	.8	56.1
1.4	1.4	.9	58.0
1.4	1.4	1.0	59.8
1.4	1.4	1.1	61.5
1.4	1.4	1.2	63.1
1.4	1.4	1.3	64.6
1.4	1.4	1.4	66.1



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. NILU OR 3/97	ISBN-82-425-0846-1 ISSN 0807-7207	
DATO 23.1.1997	ANSV. SIGN. <i>Eystein Hov</i>	ANT. SIDER 26	PRIS NOK 45,-
TITTEL Beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av PM _{2.5} , PM ₁₀ og NO ₂		PROSJEKTLEDER Sam-Erik Walker	
		NILU PROSJEKT NR. O-95068	
FORFATTER(E) Sam-Erik Walker		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Statistisk sentralbyrå Postboks 8131 Dep 0033 OSLO			
STIKKORD Spredningsberegninger	Nitrogenoksider	Partikler	
REFERAT Det er utført beregning av personvektet årsmiddelkonsentrasjon i Oslo av PM _{2.5} , PM ₁₀ og NO ₂ for året 1991-92. Beregningene er utført separat for hver av de to kildegruppene fyring og trafikk. Vektingen er basert på en statistisk befolkningsmatrise (22 x 18) for Oslo. Beregningen av PM ₁₀ er utført ved å skalere resultatene for PM _{2.5} . Beregningen av NO ₂ har tatt utgangspunkt i beregning av NO _x og O _x (NO ₂ +O ₃) samt anvendelse av en betingelse om fotokjemisk likevekt (balanse) mellom NO, NO ₂ og O ₃ . Rapporten beskriver virkningen på personvektet årsmiddelkonsentrasjon av endring i utslippsforholdene for kildegruppene fyring og trafikk samt regionalt bidrag. Det regionale bidraget til Oslo regionen for PM _{2.5} , PM ₁₀ og NO ₂ er estimert utfra tilgjengelige måledata på Birkenes i 1991 og 1992.			
TITLE Calculation of demographically weighted yearly mean concentration in Oslo of particles (PM _{2.5} , PM ₁₀) and NO ₂			
ABSTRACT			

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