

SFT rapport 99:04

Utslipp fra veitrafikk i Norge

Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater

TA-1622/99

Oppdatering av SFT-rapport 93:12

RAPPORT 99:04

Statens forurensningstilsyn



Postadresse: Pb. 8100 Dep, 0032 OSLO

Kontoradresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00 Telefax: 22 67 67 06

Organisasjonsnr.: 970 935 657

www.sft.no

Utførende institusjon. Statistisk Sentralbyrå (SSB) Teknologisk institutt (TI) Norsk institutt for luftforskning (NILU)	Kontaktperson SFT Eilev Gjerald		ISBN-nummer 82-7655-156-4
	Avdeling i SFT Samfunnsavdelingen		TA-nummer 1622/1999
Oppdragstakers prosjektansvarlige Kristin Rypdal (SSB)	År 1999	Sidetall 163	SFTs kontrakt nummer 972960
Utgiver: Statens forurensningstilsyn	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn		
Forfattere Jon Bang (TI), Ketil Flugsrud (SSB), Sigurd Holtskog (SSB), Gisle Haakonsen (SSB), Steinar Larssen (NILU), Kjell Olav Maldum (TI), Kristin Rypdal (SSB) og Arild Skedsmo (TI).			
Tittel - norsk og engelsk: Utslipp fra veitrafikk i Norge – Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. Oppdatering av SFT-rapport 93:12 <i>Emissions from road traffic in Norway – Method for estimation, input data and emission estimates.</i> <i>Updated SFT report 93:12</i>			
Sammendrag – summary Rapporten er en oppdatering og videreutvikling av metodikken for å beregne nasjonale tall for utslipp til luft fra veitrafikk som benyttes av SSB/SFT. Nye avgasskrav og måledata er inkludert i modellen. I modellen beregnes nasjonale utslipp av SO ₂ , NO _x , NMVOC, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O , NH ₃ , CO, Pb, PM ₁₀ og PM _{2,5} fra avgassen. Avgassutslipp av benzen og PAH samt PM ₁₀ fra veislitasje er nye komponenter inkludert i modellen. Beregningene av utslipp fra kjøring med kald motor er forbedret og tar hensyn til kjøring med lunken motor og bruk av motorvarmer. Det er lagt inn utslippsdata for bensin, diesel og alternative drivstoff, både historisk og for nye teknologier. Utslippsdata presenteres i rapporten for årene1973, 1980, 1986-87 og 1989-97 samt framskrevet. The objective of the report is to describe the methodology for estimating emissions from road traffic in Norway, historical and projections. Emission estimates of SO ₂ , NO _x , NMVOC, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O , NH ₃ , CO, Pb, PM ₁₀ and PM _{2,5} from the exhaust gas, PM ₁₀ from road dust, PAH and benzen are included in the report for the years 1973, 1980, 1986-87 and 1989-97. The report also gives projections of the emissions based on EU regulations of fuels and technologies and assumptions about increase in traffic volume.			
5 emneord Veitrafikk Utslippsdata	Utslippsfaktorer Utslippsmodell Framskriving	5 subject words Road traffic Method for estimating	Emission factors Emission estimates Projections

Forord

Statistisk sentralbyrå (SSB) og Statens forurensningstilsyn (SFT) samarbeider om beregningene av nasjonale tall for utslipp til luft. I 1993 (SFT 1993) utviklet SSB, *Teknologisk institutt* (TI) og *Norsk institutt for luftforskning* (NILU) på oppdrag fra SFT en modell for å beregne utslipp fra veitrafikken. Dette arbeidet er en oppdatering og videreutvikling av metodikken for å beregne nasjonale tall for utslipp til luft fra veitrafikk.

Arbeidet er utført av SSB og TI på oppdrag fra SFT. SSB har ledet prosjektet. TI har hatt ansvar for å oppdatere utslippsfaktorer. SSB har hatt ansvar for å fremskaffe aktivitetsdata samt modellkjøringer. NILU har bidratt med metode for å beregne utslipp fra slitasje av veistøv. Dag Tønnesen fra NILU og Jørn Ingar Arntsen fra VD (Vegdirektoratet) har kommet med faglige innspill. TØI (Transportøkonomisk institutt) ved Inger Anne Setermo har kommet med faglige råd om valg av prognoser for bilparken. Ragnar Evensen og Johnny Johansen fra ViaNova AS og Jon Krokeborg fra Vegdirektoratet har bidratt med data i forbindelse med veistøvberegningene.

Prosjektleder i Statens forurensningstilsyn har vært Eilev Gjerald.

Statens forurensningstilsyn
Februar 1999

Utslipp fra veitrafikken i Norge

Dokumentasjon av beregningsmetoder, data og resultater

J. Bang, K. Flugsrud, S. Holtskog, G. Haakonsen, S. Larssen, K.O. Maldum, K. Rypdal og A. Skedsmo

Innholdsfortegnelse

Innledning	6
Sammendrag	7
Del 1. Utslippsmodellen	16
1.1. Formulering av modellen.....	16
1.1.1. Modellvalg	16
1.1.2. Den drivstoffbaserte modellen.....	17
1.1.3. Modeller for å beregne utslipp av veistøv.....	19
1.2. Parametre i modellen	20
1.2.1. Utslippskomponenter	20
1.2.2. Drivstoff.....	20
1.2.3. Kjøretøyklasser	21
1.2.4. Teknologiklasser.....	21
1.2.5. Kjørelengder	22
1.2.6. Kjøremodi	22
1.2.7. Spesifikt utslipp og drivstofforbruk.....	22
1.2.8. Aldring av bilparken	23
1.2.9. Startutslipp.....	23
1.2.10. NMVOC-fordamping	23
Del 2. Inndata	24
2.1. Utslippsfaktorer: CO ₂ , SO ₂ og bly. Alle kjøretøy	24
2.2. Utslippsfaktorer: Biler med totalvekt under 3 500 kg	26
2.2.1. Utslipp fra kjøring med varm motor	30
2.2.2. Personbiler, startutslipp	37
2.2.3. Personbiler, aldringsfaktorer.....	40
2.2.4. Fordampingsutslipp av NMVOC.....	43
2.2.5. Utslipp fra mopeder og motorsykler	46
2.3. Utslippsfaktorer: Biler med totalvekt over 3 500 kg	47
2.3.1. Utslipp fra kjøring med varm motor	48
2.3.2. Tunge kjøretøy, aldringsfaktorer	52
2.3.3. Tunge kjøretøy, kaldstartutslipp	53
2.4. Effekt av endret drivstoffsammensetning. Alle kjøretøy	53
2.5. Utslippsfaktorer fra år 2005 og fra alternative drivstoff og teknologier.....	57
2.5.1. Kjøretøykategorier.....	57
2.5.2. Motor- og drivstoffalternativer	57
2.5.3. Utslippsfaktorene.....	58
2.6. Aktivitetsdata.....	60
2.6.1. Totalt drivstofforbruk	61
2.6.2. Fordeling av trafikkarbeid - kjøretøybestand.....	61
2.6.3. Fordeling av trafikkarbeid - gjennomsnittlige årlige kjørelengder	62
2.6.4. Fordeling av trafikkarbeid - kjøremodi.....	66
2.6.5. Beregning av kjøring med kald og halvvarm motor	67
2.6.6. Mopeder og motorsykler.....	71
2.7. Data for å beregne utslipp av veistøv.....	73
2.7.1. Veistøvmodell 1 (TI)	73

2.7.2. Veistøvmodell 2 (NILU).....	77
2.7.3. Valg av modell.....	78
2.7.4. PAH i veistøv.....	79
2.7.5. Kommunefordeling av veistøvutslipp.....	80
2.8. Metode og datagrunnlag for framskrivinger av aktivitetsdata.....	80
2.8.1. Kjøretøybestand.....	80
2.8.2. Kjørelengder	81
2.8.3. Drivstofforbruk	81
Del 3. Resultater	83
3.1. Drivstofforbruk.....	83
3.2. Historiske utslippstall	85
3.2.1. Avgassutslipp.....	85
3.2.2. Veistøv	86
3.3. Kommentarer til historisk utvikling i nasjonalt utslippsnivå.....	88
3.4. Framskrevne utslippstall	91
3.4.1. Avgassutslipp.....	91
3.4.2. Veistøv.....	94
3.5. Utslipp ved bruk av alternative teknologier og drivstoff	95
3.6. Sammenligning med tidligere resultater	96
3.7. Usikkerhet.....	97
3.7.1. Avgassutslipp.....	97
3.7.2. Veistøv	98
Vedlegg.....	101
Vedlegg 1. Detaljert modellformulering.....	101
Vedlegg 2. Utslippsfaktorer.....	104
V.2.1. Utslippsfaktorer for lette kjøretøy.....	104
V.2.2. Utslippsfaktorer for tunge kjøretøy.....	112
Vedlegg 3. Aktivitetsdata	118
Vedlegg 4. Korrigering for bruk av motorvarmer	125
Vedlegg 5. Utslippstall 1973-1997	132
V.5.1. Utslipp 1973.....	132
V.5.2. Utslipp 1980.....	134
V.5.3. Utslipp 1986.....	136
V.5.4. Utslipp 1987.....	138
V.5.5. Utslipp 1989.....	140
V.5.6. Utslipp 1990.....	142
V.5.7. Utslipp 1991.....	144
V.5.8. Utslipp 1992.....	146
V.5.9. Utslipp 1993.....	148
V.5.10. Utslipp 1994.....	150
V.5.11. Utslipp 1995.....	152
V.5.12. Utslipp 1996.....	154
V.5.13. Utslipp 1997.....	156
Referanser	159

Innledning

Statistisk sentralbyrå (SSB) og Statens forurensningstilsyn (SFT) samarbeider om beregningene av nasjonale tall for utslipp til luft. Det er blitt utviklet en utslippsmodell hvor nasjonale utslippstall blir beregnet og systematisert (Daasvatn 1992, Rypdal 1995). Utslipp til luft fra veitrafikken krever imidlertid en mer detaljert beregningsmetodikk enn hovedmodellen kan ta hånd om. I 1993 (SFT 1993) utviklet SSB, Teknologisk institutt (TI) og Norsk institutt for luftforskning (NILU) på oppdrag fra SFT en modell for å beregne utslipp fra veitrafikken. I årene som er gått siden 1993 er det dukket opp behov for noen endringer i denne modellen, og det er tilgjengelig ny informasjon om utslipp som det bør tas hensyn til. Det var også behov for bedre framskrivinger av utslippene. Alle data og parametre i SFT (1993) er derfor gjennomgått på nytt i denne rapporten.

Utslipp fra veitrafikk omfatter her *avgassutslipp*, inhalerbare partikler fra *veistøv* og *fordamping* fra *biler*, *mopeder* og *motorsykler*. Utslipp av NMVOC ved fylling av bensintanker på bensinstasjoner er ikke inkludert.

De viktigste endringene er

- beregningsmetoden for utslipp fra *kaldstart* er forbedret, og informasjon om personbilenes *kjøremønstre* og bruk av *motorvarmer* er utnyttet bedre i beregningen av utslipp fra kaldstart og fordamping
- utslipp av partikler fra *veislitasje* er nå inkludert i beregningene
- det skilles mellom utslipp av PM_{10} og $PM_{2,5}$ ¹ for avgassutslipp
- utslipp av *PAH* og *benzen* er blitt inkludert i modellen
- kjøretøyklassene er endret slik at de nå er sammenfallende med klassene som *EUs utslippskrav* er basert på
- det er lagt inn *oppdaterte data* på utslipp fra alle kjøretøyklassene, både historisk, framskriving og for alternative teknologier og drivstoff der det har vært grunnlag for endringer.

¹ PM_{10} betegner utslipp av partikler med en diameter under 10 μm , og $PM_{2,5}$ betegner utslipp av partikler med en diameter under 2,5 μm .

Sammendrag

Hensikten med dette arbeidet har vært å videreutvikle en modell som beregner *nasjonale tall for utslipp til luft fra veitrafikk*. Nye avgasskrav til kjøretøy og nye måledata har gjort det nødvendig med en gjennomgang og vurdering av datagrunnlaget for beregningene. De beregnede utslippstallene skal gi et mest mulig riktig bilde av utslippsnivået i Norge i et gitt år, med de opplysningene man sitter inne med i dag. Modellen er lett å oppdatere for å gjøre beregninger for ulike år. Den kan også benyttes som en teknisk analyse- og framskrivingsmodell. Resultatene foreligger på en relativt detaljert form, og det er lagt inn utslippsdata for bensin, diesel og LPG (propan), noen alternative drivstoff og teknologier (hybridbil, biodiesel, brenselcelle, dimetyleter og naturgass), samt historiske, nåværende og framtidige avgasskrav (fram til 2005).

Utslippstallene beregnet med denne modellen kan listes etter *kjøretøyklasse, kjøretøys alder* (teknologiklasse) og etter *kjøremåte/kaldstart/fordamping*. Det er også i prinsippet mulig å få data for alle kombinasjoner av disse parametrene.

Historiske utslipp

Beregningene er foretatt for årene 1973, 1980, 1986, 1987 samt årene fra 1989 til 1997. Resultatene for 1997 er foreløpige fordi enkelte inngangsdata ikke var tilgjengelige på det tidspunktet beregningene ble foretatt. Utslippstall for mellomliggende år er beregnet ut fra det totale drivstofforbruket og interpolasjon mellom midlere utslippsfaktorer.

De totale utslippene fra veitrafikk for de aktuelle årene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Avgassutslipp og fordamping fra motoren og forbruk av bensin og diesel. 1973, 1980, 1986, 1987, 1989-1997. ktonn. CO₂ og forbruk av drivstoff i mill. tonn. Bly i tonn. PAH i kg

	For- bruk	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM- VOC	CO	Bly	PM ₁₀ ¹	PM _{2,5} ¹	PAH ²	Ben- zen
1973	1,5	4,6	2,0	0,1	4,5	46,2	0,0	54,0	523,4	661	2,0	2,0	449	2,3
1980	1,9	5,8	2,5	0,1	4,8	60,3	0,0	66,4	642,3	554	2,7	2,6	588	2,9
1986	2,4	7,6	2,9	0,2	4,6	78,7	0,0	78,7	635,1	256	3,9	3,7	798	3,2
1987	2,5	8,0	3,0	0,2	4,9	82,0	0,1	81,2	631,8	261	4,1	4,0	848	3,3
1989	2,5	7,9	3,1	0,2	3,7	78,9	0,1	81,7	616,8	254	4,0	3,9	826	3,2
1990	2,5	7,9	3,1	0,2	3,6	75,6	0,2	79,4	598,1	210	4,0	3,9	805	3,1
1991	2,5	7,8	3,0	0,3	3,2	72,4	0,3	75,7	562,1	170	4,0	3,9	788	2,9
1992	2,5	7,9	3,0	0,3	3,3	71,4	0,4	75,0	555,0	139	4,3	4,1	817	2,7
1993	2,7	8,4	2,9	0,4	3,3	73,8	0,5	73,0	536,6	97	4,7	4,5	871	2,6
1994	2,6	8,2	2,8	0,5	2,3	67,5	0,6	69,2	508,2	16	4,2	4,0	790	2,4
1995	2,7	8,4	2,8	0,7	1,9	66,5	0,8	65,3	474,9	10	4,2	4,0	793	2,3
1996	2,8	8,9	2,7	0,8	1,8	65,5	1,0	61,2	442,3	3	4,1	3,9	794	2,1
1997	2,8	8,8	2,7	1,0	1,7	59,6	1,1	56,3	402,1	2	3,7	3,5	733	1,9

¹ Inkluderer ikke veislitasje

² Fire utvalgte PAH-komponenter; benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren.

Utslipp av PM₁₀ fra veislitasje er for første gang beregnet. Beregningene er usikre, men et første estimat er vist i tabell 2. Utviklingen i utslipp er usikker, men utslippene ser ut til å ha blitt noe redusert de siste 10 årene på grunn av mer slitesterkt veidekke og innføring av lettere pigger og piggfrie dekk. Beregningene viser at utslippene i piggdekk sesongen er omtrent like store som eksospartikkelutslippet. Allikevel kan det til tider i lokal sammenheng være slik at utslippene fra veislitasje betyr mer enn avgassutslippene for partikkelkonsentrasjonen i luft. Dette skyldes at utslippene vil være særlig høye på dager med tørre veier, støv i veikanten og/eller mye piggdekk-

kjøring. Dette kommer av at veistøv nesten ikke virvles opp ved fuktig veibane. Støvet blir for en stor grad liggende til veibanen tørker.

**Tabell 2. Utslipp fra veislitasje. PM₁₀
Totalt lette og tunge kjøretøy. ktonn.**

År	Totalt
1973	1,2
1980	1,7
1986	2,1
1990	2,2
1995	1,9
1996	2,0
1997	1,9

Forklaring på den historiske utviklingen i utslippsnivået

Endringen i det historiske utslippet er vist i figuren på side 8. Nedgangen i utslippene av SO₂ har vært på 63 prosent fra 1986 til 1997 (figur 1b). Utslippene av bly er i dag ubetydelige, mens de var relativt høye fram til begynnelsen av 90-tallet. Utslippene av NO_x, CO og NMVOC er redusert med 24, 37 og 28 prosent, mens avgassutslipp av partikler er redusert med 5 prosent i samme periode. Utslippene av partikler fra veislitasje er redusert med 9 prosent siden 1986. CO₂-utslippene har økt med 16 prosent, mens utslippene av ammoniakk og lystgass har økt med størrelsesordener (figur 1a). Komponentene PAH og benzen er redusert med henholdsvis 8 og 41 prosent siden 1986 (figur 1c).

Utviklingen i utslippsnivået av de ulike komponentene kan hovedsakelig forklares ut fra følgende faktorer:

- *Endring av spesifikke utslipp* (utslipp pr. kilometer kjørt) gjennom tidsserien, enten som følge av ny teknologi eller aldring av kjøretøy. For bensinkjøretøy blir utslippet av de fleste komponentene (unntatt N₂O og NH₃) lavere jo nyere registreringsår bilen har, se figur 2 side 9. Reduksjonen er særlig stor for bensindrevne personbiler registrert etter 1989 (katalysatorbiler). Avgasskravene er videre skjerpet i 1995 og 1997. For dieselskjøretøy er det nå innført avgasskrav (personbil i 1991, 1995 og 1997 og tunge i 1993 og 1996), og de spesifikke utslippene av NO_x, CO, NMVOC og særlig partikler, har avtatt.

De spesifikke utslippene vil endres når kjøretøyet eldes. Effekten er særlig stor for katalysatorbiler fordi katalysatoren reduserer utslippene mye samtidig som den blir mindre effektiv etter en tids bruk. Allikevel vil en 10 år gammel katalysatorbil ha lavere utslipp enn en bil uten katalysator for de fleste komponentene. For andre kjøretøy, uavhengig av type drivstoff, vil også utslippene av de fleste komponentene øke når kjøretøyet eldes. Et viktig unntak er utslipp av NO_x fra eldre bensin- og dieselskjøretøy (tunge og lette), som vil avta noe.

Drivstoffbruket (l/kilometer) øker med økende alder på kjøretøyet, og er lavere for nyere teknologier. En gjennomsnittlig ny personbil 1997 vil bruke omtrent 10 % mindre drivstoff pr. kilometer enn en som er 10 år eldre.

- *Aldersprofilen på kjøretøyparken*: Salget av nye biler har de senere årene, og særlig i 1996 og 1997, vært høyere enn tidlig på 90-tallet. Allikevel er mange av bilene som ble kjøpt på midten av 80-tallet fremdeles i bruk. Dette gjør at omtrent halvparten av trafikkarbeidet i 1997 fremdeles ble utført av personbiler uten katalysator. Eldre kjøretøy står derfor for en stor andel av utslippene av spesielt NO_x, CO og NMVOC. Dette er illustrert i figur 3 side 9. Også salget av tunge dieselskjøretøy har vært høyt de senere årene. Omtrent halvparten av tungtrafikkarbeidet i 1997 ble utført av kjøretøy som innfrir avgasskravene fra 1993.

- *Sammensetningen av bensin og diesel:* Både svovelinnholdet i bensin og diesel og blyinnholdet i bensin har avtatt betydelig fra 1973 til i dag. Dette forklarer nedgangen i utslipp av SO₂ og bly.
- *Forbruket av bensin og diesel:* Det har vært en betydelig økning i forbruket av både bensin og diesel fra 1973 til i dag. Etter en nedgang tidlig på 90-tallet har forbruket av bensin vært stabilt de senere årene. Forbruket av *diesel* på vei har økt med over 50 prosent siden 1990. Dette kan blant annet forklares ved at antall dieselmotorer har økt i perioden, mens antall bensindrevne personbiler faktisk var lavere i 1997 enn i årene før. Dette skyldes antagelig en ekstraordinær høy vrakpant i 1996. Nedgangen i bensinforbruket kan også delvis forklares med at bilene stadig bruker mindre drivstoff pr. kilometer kjørt, se figur 2 side 9.
- *Utslippene av veistøv* ble nær doblet i perioden 1973 til 1987. Etter 1987 har mer *slitesterke veidekker, lettere pigger* og etterhvert *piggfrie dekk* ført til at utslippene har blitt redusert til tross for en økning i trafikkarbeidet.

De gjennomsnittlige utslippsfaktorene i 1997, midlet over alle kjøremåter, teknologier og aldring, er vist i tabell 3 og 4 side 7. Faktorene vil endre seg årlig. I vedlegg 5 er det vist hvordan utslippene fra hver årsmodell kjøretøy i gjennomsnitt var i 1997.

Framtidige utslipp

Utslippene etter 1997 vil være avhengige av *veksten i trafikkarbeidet, salg av nye biler og skroting av gamle, innføring av ny teknologi samt nye drivstofftyper*. En framskriving av utslippene er derfor avhengig av hvilke antagelser man gjør om dette. I basisframskrivingen har vi antatt at veksten i trafikken blir som antatt i Regjeringens langtidsprogram 1998-2001 (Stortingsmelding 4 (1996-97)), og at avgasskrav foreslått og vedtatt i EU fra år 2001 og 2005 innføres. Med disse forutsetningene vil utslippene av CO₂ øke med 1 million tonn (11 prosent) fra nivået i 1997 i 2020. Veksten fra 1990 til 2010 vil være ca 15 prosent. Utslipp av *partikler, NO_x, CO og NMVOC* vil bli *redusert* med henholdsvis 6, 3, 5 og 6 prosent *årlig* fram til 2020. Samlet *reduksjon* fra 1990 til 2010 for NO_x og NMVOC vil være henholdsvis 63 og 81%. *SO₂-utslippene vil avta* med 80 prosent fram til 2020 som følge av nye krav til drivstoffkvalitet.

Framtidige (og historiske) utslipp av *lystgass* er usikre. Utslippene vil sannsynligvis øke fram til 2010. Dersom man i løpet av de neste 10 årene får lavere utslipp av lystgass fra nye personbiler som følge av ønske om å redusere utslippene av denne klimagassen, vil effekten av dette først og fremst komme etter 2010.

Framtidige utslipp av *partikler fra veislitasje* er avhengig av i hvilken grad piggfrie dekk vil erstatte piggdekk og hvilke typer veidekke som kommer til å bli brukt. Uten endringer i disse faktorene vil utslippene øke proporsjonalt med den antatte økningen i trafikkarbeidet.

Effekten av alternative drivstoff og teknologier

Innfasing av de fleste typer nye drivstoff og teknologier vil ha *relativt liten effekt* på utslippene i forhold til bensin- og dieselmotorer i 2010 og 2020. Det skyldes dels at kravene til utslipp fra bensin- og dieselmotorer samt krav til drivstoff gjør at utslippene fra disse sannsynligvis vil bli relativt lave, men også antagelsen om at innfasingen av alternative drivstoff og teknologier vil være lav i 2010 og dels i 2020. Ulike alternativer kan også være gunstig for noen komponenter, mens utslipp av andre kan være uendret eller øke. Erstatning av bensindrevne personbiler med *elektrisk bil* eller *brenselcelle* (hydrogen) og tunge kjøretøy med brenselcelle (hydrogen) og *DME* (dimetyleter) er generelt de beste alternativene med hensyn på utslipp fra kjøretøyene med de antagelser om innslag som er lagt inn i dette arbeidet. Dersom halvparten av de tunge kjøretøyene og 20 % av personbilene bruker brenselcelle (hydrogen) i 2020 vil dette nesten halvere NO_x-utslippene i forhold til basisframskrivingen. Bruk av *biodiesel* (eller biogass) vil i særlig grad redusere CO₂-utslippene.

Tabell 3. Avgassutslipp og fordamping fra motoren pr. km. 1997. Gjennomsnitt av alle teknologier og kjøremåter. g/km. CO₂ og drivstoff i kg/km. PAH og bly i mg/km

	Drivstoff	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM-VOC	CO	Pb	PM ₁₀ ¹	PM _{2,5} ¹	PAH ²	Benzen
Bensin														
Personbil	0,06	0,20	0,10	0,04	0,01	1,12	0,05	1,95	15,1	0,09	0,02	0,02	0,01	0,07
Varebil	0,10	0,32	0,10	0,03	0,02	1,55	0,04	2,37	19,9	0,14	0,02	0,02	0,02	0,10
Lastebil	0,16	0,49	0,36	0,01	0,03	8,54	0,00	7,74	43,8	0,22	0,02	0,02	0,03	0,18
Buss	0,16	0,50	0,46	0,01	0,03	9,56	0,00	9,24	43,3	0,22	0,02	0,02	0,03	0,17
Moped	0,02	0,06	0,11	0,00	0,003	0,05	0,00	6,93	13,2	0,03	0,00	0,00	-	-
Motorsykkkel	0,04	0,12	0,20	0,00	0,006	0,28	0,00	4,70	28,0	0,06	0,01	0,01	-	-
Diesel														
Personbil	0,05	0,16	0,00	0,01	0,06	0,39	0,00	0,14	0,56	0,01	0,17	0,16	0,02	0,00
Varebil	0,08	0,25	0,01	0,01	0,09	0,66	0,00	0,27	1,00	0,01	0,24	0,23	0,02	0,01
Lett gods	0,13	0,41	0,02	0,01	0,16	4,13	0,00	0,53	2,26	0,02	0,28	0,27	0,06	0,01
Medium gods	0,17	0,55	0,03	0,01	0,21	6,05	0,00	0,68	2,58	0,02	0,46	0,43	0,09	0,01
Tung gods	0,27	0,85	0,04	0,01	0,32	8,84	0,00	1,00	3,83	0,03	0,66	0,62	0,13	0,02
Buss	0,25	0,80	0,03	0,00	0,30	10,0	0,00	0,73	2,64	0,03	0,65	0,62	0,10	0,01

¹ Inkluderer ikke veislitasje

² Fire utvalgte PAH-komponenter; benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren.

Tabell 4. Avgassutslipp og fordamping fra motoren pr. kilo drivstoff. 1997. Gjennomsnitt av alle teknologier og kjøremåter. g/kg. CO₂ og drivstoff i kg/kg. PAH og bly i mg/kg

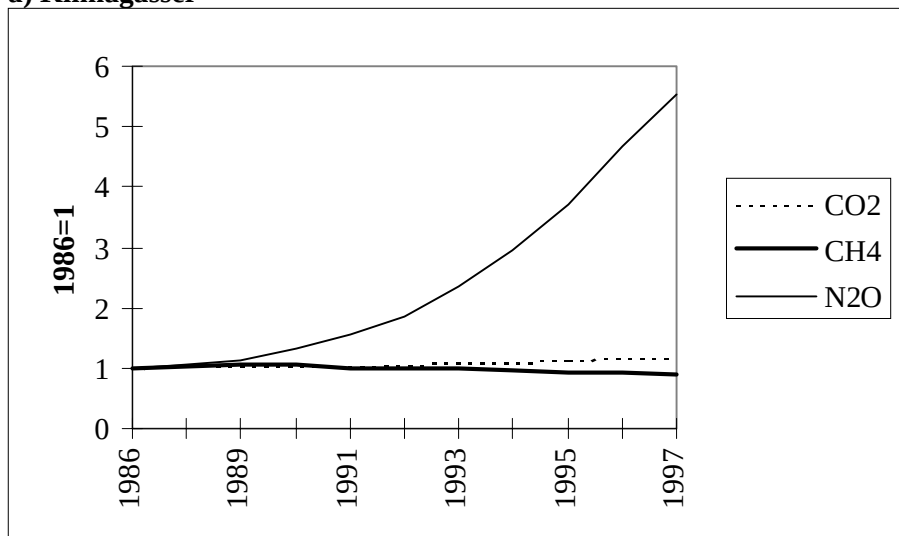
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM-VOC	CO	Pb	PM ₁₀ ¹	PM _{2,5} ¹	PAH ²	Benzen
Bensin													
Personbil	3,13	1,6	0,6	0,16	17,9	0,8	31,2	240,7	1,4	0,3	0,3	0,15	1,2
Varebil	3,13	1,0	0,3	0,16	15,1	0,3	23,1	194,7	1,4	0,2	0,2	0,16	1,0
Lastebil	3,13	2,3	0,0	0,16	54,5	0,0	49,4	279,7	1,4	0,1	0,1	0,21	1,2
Buss	3,13	2,9	0,1	0,16	60,0	0,0	58,1	271,8	1,4	0,1	0,1	0,19	1,0
Moped	3,13	5,9	0,1	0,16	2,7	0,1	367,5	699,9	1,4	0,1	0,1	-	-
Motorsykkkel	3,13	4,9	0,1	0,16	7,1	0,1	118,8	708,3	1,4	0,1	0,1	-	-
Diesel													
Personbil	3,17	0,1	0,2	1,2	8,1	0,0	2,9	11,4	0,1	3,5	3,3	0,43	0,1
Varebil	3,17	0,1	0,2	1,2	8,4	0,0	3,4	12,7	0,1	3,1	2,9	0,23	0,1
Lett gods	3,17	0,2	0,0	1,2	31,9	0,0	4,1	17,5	0,1	2,2	2,1	0,48	0,1
Medium gods	3,17	0,2	0,0	1,2	34,7	0,0	3,9	14,8	0,1	2,6	2,5	0,53	0,1
Tung gods	3,17	0,2	0,0	1,2	33,0	0,0	3,7	14,3	0,1	2,5	2,3	0,49	0,1
Buss	3,17	0,1	0,0	1,2	40,0	0,0	3,0	10,5	0,1	2,6	2,5	0,40	0,1

¹ Inkluderer ikke veislitasje

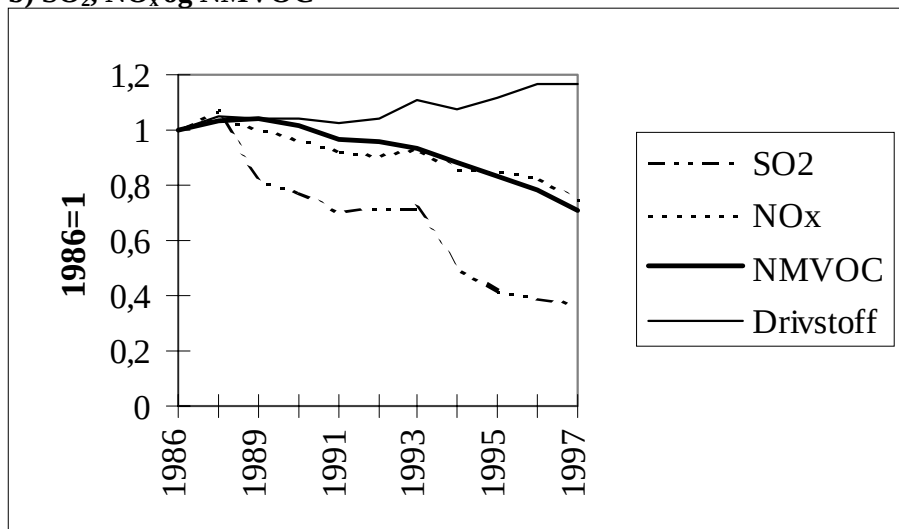
² Fire utvalgte PAH-komponenter; benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren.

Figur 1. Utslipp til luft fra veitrafikk og forbruk av drivstoff¹. 1986-1997. Indeks av totalt utslipp (1986=1)

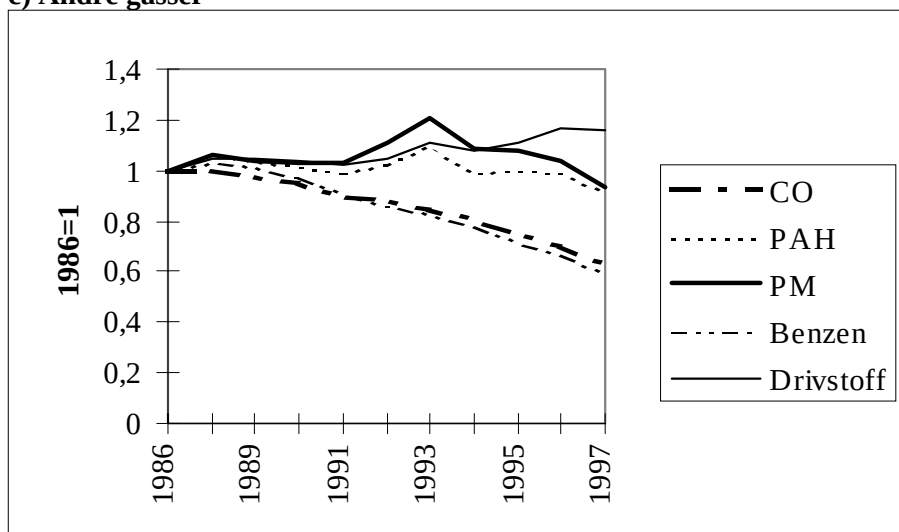
a) Klimagasser



b) SO₂, NO_x og NMVOC



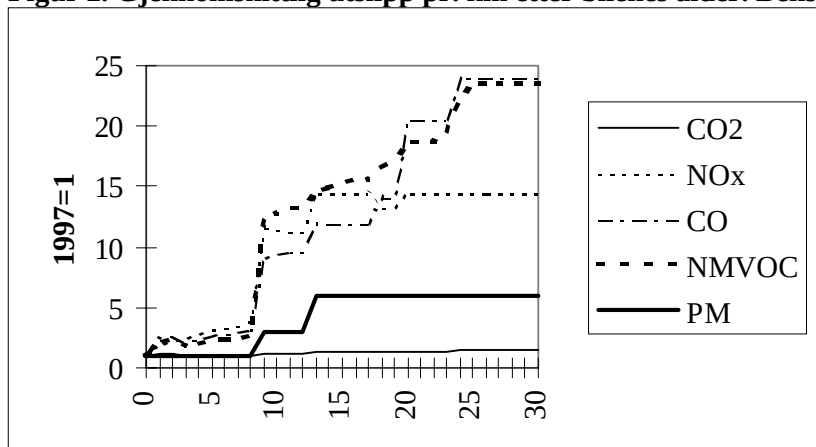
c) Andre gasser^{2,3}



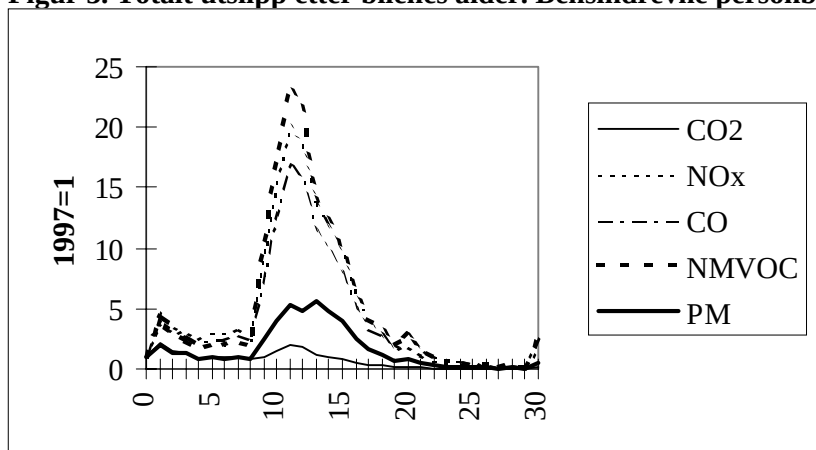
¹Drivstoffforbruk følger kurven for CO₂.

²PM₁₀ inkluderer ikke veislitasje,

³Inkluderer ECE-PAH (4 komponenter)

Figur 2. Gjennomsnittlig utslipp pr. km etter bilenes alder. Bensindrevne personbiler. 1997

PM₁₀ inkluderer ikke veislitasje. Drivstoff-forbruk følger kurven til CO₂.

Figur 3. Totalt utslipp etter bilenes alder. Bensindrevne personbiler. 1997

PM₁₀ inkluderer ikke veislitasje. Drivstoff-forbruk følger kurven til CO₂.

Modellvalg

Det er valgt en drivstoffbasert modell, der det totale forbruket av ulike drivstofftyper er ramme for beregningene. Utslippsfaktorene er avhengige av *type kjøretøy* (vekt og motortype), *teknologi*, *aldring*, *type drivstoff* og *kjøremåten* (kjøremodus). Det totale trafikkarbeidet inngår ikke direkte i beregningene, men andeler av trafikkarbeidet fordeles etter antall kjøretøy og gjennomsnittlig årlig kjørelengde. *Utslippsfaktorene* som er benyttet, foreligger enten på formen utslipp pr. kilometer eller utslipp pr. enhet drivstoff.

Med den drivstoffbaserte modellen bestemmes endringer i utslippet fra år til år ut fra endringene i det totale drivstoffforbruket, samt endringer i

- sammensetningen av kjøretøyparken
- teknologi som påvirker utslippene
- oppdaterte kjørelengdedata
- trafikkmodusfordelingen.

Utslipet av veistøv beregnes ut fra distanse kjørt med henholdsvis tunge og lette kjøretøy. Beregningene tar hensyn til utviklingen i vekt på vinterdekkenes pigger, andel piggfrie dekk samt kjøring på våt, snølagt og tørr veibane.

Datakilder

Data som legges inn i modellen er, i den grad det har vært mulig, hentet fra datakilder som oppdateres årlig. I enkelte tilfeller har det vært nødvendig å basere dataene på anslag.

- **Totalt drivstofforbruk:** *Salget av bensin og diesel* i analyseåret hentes fra salgsstatistikken til Norsk Petroleumsinstitutt. Andelen til formål utenom veitrafikk (motorredskap, traktor, snøscooter, båter, jernbane) estimeres enten ut fra statistikk/anslag over antall enheter, årlig driftstid og spesifikt drivstofforbruk eller ut fra forbruk/aktivitetsnivå i aktuelle næringer.
- **Antall kjøretøy:** Antall kjøretøy i de ulike kjøretøyklassene i modellen hentes fra Vegdirektoratets kjøretøyregister som oppdateres årlig.
- **Gjennomsnittlige årlige kjørelengder** for kjøretøyklassene: De fleste dataene kan hentes fra undersøkelser gjennomført av SSB eller TØI (Transportøkonomisk institutt). I enkelte tilfeller må man gjøre anslag og vurderinger.
- **Aldring:** *Aldersfordelingen* til kjøretøyene kan hentes direkte fra kjøretøyregisteret til Vegdirektoratet ut fra registreringsår. Den gjennomsnittlige årlige kjørelengden vil avta med kjøretøyets alder. Undersøkelser utført av SSB, samt enkelte antagelser, gir data på fordelingen. Aldersfordelingen av kjøretøyparken oppdateres årlig, mens aldersfordelingen av kjørelengdene ikke kan oppdateres årlig.
- **Kjøremodi:** Vegdatabanken har data for trafikkarbeidet på riks- og fylkesveier. Dataene kan knyttes til skiltet hastighet og lengden på kjøretøyene. Det finnes også tilsvarende data for kommunale veier i noen større byer. For de resterende kommunale veiene er det forutsatt samme fordeling som i disse byene. Disse dataene er benyttet for å finne en fordeling av trafikkarbeidet på kjøremodi for lette og tunge kjøretøy. Disse dataene er det ikke grunnlag for å oppdatere årlig.
- **Kjøring med kald og lunken motor:** *Antall starter med kald og lunken motor*, inkludert tiden mellom hver start, beregnes ut fra data fra TØIs reisevaneundersøkelse. Dataene kan ikke oppdateres årlig, men ca. hvert 6 år.
- **Bruk av motorvarmer:** Statistikk for å korrigere kaldstartutslippene er hentet fra Statistisk sentralbyrås levekårsundersøkelse for 1997.
- **Middeltemperatur:** *Temperaturen i hvert fylke* er satt til temperaturen i en klimatisk typisk by eller den største byen. Dataene hentes fra Meteorologisk institutt. Samme gjennomsnittstemperaturer er brukt for alle analyseår.
- **Spesifikt drivstofforbruk og utslippsfaktorer:** Dataene er bestemt ut fra standard og tilpassede kjøresykluser. Målingene er enten foretatt i Norge eller er basert på undersøkelser fra andre land. Når det har vært mulig, er gjennomsnitt blitt beregnet ut fra kjøretøy som er typiske for den norske kjøretøyparken. Aldring av bilparken blir tatt hensyn til ved å innføre aldringsfaktorer for spesifikt utslipp og drivstofforbruk.
- **Data for bruk av piggdekk:** Statens vegvesen gjennomfører undersøkelser om piggdekkbruken i Norge. Den første undersøkelsen gjelder for vinteren 1992/93 og er gjentatt årlig etter dette. Undersøkelsene er hovedsakelig basert på intervjuer av bilister. Dataene kan oppdateres for alle år hvor piggdekkbruken blir undersøkt. Vegvesenet har også levert data på trafikkarbeidet på henholdsvis fuktig, snødekt og bar veibane for et typisk år. ViaNova AS har levert historiske data på spesifikk piggdekkslitasje på veiene.

En samlet oversikt over utslippsfaktorene som er valgt og aktivitetsdataene, er gitt i henholdsvis vedlegg 2 og 3. Korrigering for bruk av motorvarmer er forklart i vedlegg 4.

Utslipp av CO_2 , SO_2 og bly blir beregnet ut fra henholdsvis karbon-, svovel- og blyinnholdet i drivstoffet. Utslippene er uavhengige av forbrenningsteknologi.

Sammenligning av resultatene med forrige versjon av modellen

Utslippene beregnet i SFT (1993) og i denne rapporten er sammenlignet for 1987 og 1995 i tabell 5, se side 12. En viktig endring er at beregningsmetoden for utslipp fra *kaldstart* er forbedret. Både beregningsmetode og utslippsdata er endret og det korrigeres nå for bruk av *motorvarmer*.

Utslippsfaktorene for alle kjøretøy er vurdert på nytt, og dette har resultert i en del endringer. Årlige aldersfordelte kjørelengdedata er justert for alle kjøretøyklasser. Det er lagt inn *skranker på aldring* av alle kjøretøy, dvs. at utslippene ikke endres etter at de har nådd en viss akkumulert kjørelengde. Antall aldersklasser er økt til 31.

Den største endringen dette fører til er at utslippene av *CO fra bensinbiler* er over 10 prosent *lavere* enn tidligere antatt. Dette skyldes både endrede utslippsfaktorer (kjøring og kaldstart) og korrigering for motorvarmer. *Korrigering for motorvarmer* betyr mest i 1995. Også utslippstallene for *NO_x og NMVOC* er lavere enn tidligere antatt. Endringen for *NO_x* skyldes nesten bare justering av utslippsfaktorer for kjøring med varm motor. Høyere *NO_x*-utslippsfaktor fra nye katalysatorbiler, men lavere aldringsfaktor, bidrar sammen med endringene over til at *NO_x*-utslippene fra både tunge og lette kjøretøy er lavere enn tidligere antatt.

Utslippene av *NMVOC fra fordamping* av bensin fra biler er blitt lavere på grunn av at informasjon om kjøremønster er utnyttet fullt ut. Endrede utslippsfaktorer for kjøring med varm motor og korrigering for bruk av motorvarmer forklarer også nedgangen i total *NMVOC*, mens endrede kaldstartfaktorer alene bidrar til en økning i utslippene.

Nye vurderinger har også ført til høyere utslipp av *metan* samt høyere utslipp av *lystgass* fra katalysatorbiler, men lavere for eldre teknologier. Utslippsfaktorer for *LPG-person- og -varebiler* er betydelig oppjustert, men siden disse brukes lite, har dette liten betydning for totale utslipp.

Det skilles videre mellom utslipp av *PM₁₀ og PM_{2,5}*. Utslipp av *PAH og benzen* er blitt inkludert i modellen. Kjøretøyklassene er endret slik at de nå er sammenfallende med klassene som *EUs utslippskrav* er basert på, men dette betyr ingenting for totaltallene.

Korrigering for *motorvarmer* har, som før nevnt, ikke tidligere vært inkludert i modellen. Ved at en tredjedel av personbilene bruker motorvarmer (eller oppvarmet garasje) fører dette til en 15 prosent reduksjon i kaldstartutslippene av *CO og NMVOC* på landsbasis. Årsaken til at reduksjonen ikke er større, er at motorvarmeren eller gasjen ikke brukes ved alle starter.

Tabell 5. Utslipp til luft fra veitrafikk. 1987 og 1995. Gammel og ny metode. 1 000 tonn.

	CO		NO _x		Partikler		NMVOC		CH ₄		N ₂ O		NH ₃	
	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny
Bensinbiler	732,6	609,6	56,5	51,0	0,8	0,8	80,4	70,9	1,7	2,7	0,2	0,1	0,05	0,05
Dieserbiler	16,1	15,3	30,0	27,7	3,2	3,1	4,5	3,6	0,1	0,1	0,3	0,0	0,01	0,00
Sum biler	748,7	624,8	86,5	78,6	4,0	3,9	84,9	74,5	1,8	2,8	0,5	0,2	0,06	0,05
Moped/MC	10,6	10,6	0,1	0,1	0,0	0,0	4,1	4,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,00	0,0
Total	759,3	635,1	86,6	78,7	4,0	3,9	89,1	78,7	1,9	2,9	0,5	0,2	0,06	0,05

1995

	CO		NO _x		Partikler		NMVOC		CH ₄		N ₂ O		NH ₃	
	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny
Bensinbiler	518,2	445,8	41,0	34,7	0,6	0,5	62,7	57,3	1,4	2,5	0,4	0,6	0,78	0,74
Dieserbiler	16,6	17,2	32,4	31,7	3,5	3,7	4,6	4,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,01	0,00
Sum biler	534,8	462,9	73,4	66,4	4,1	4,2	67,3	61,5	1,5	2,6	0,8	0,7	0,79	0,75
Moped/MC	11,91	11,9	0,1	0,1	0,0	0,0	3,8	3,8	0,1	0,1	0,0	0,0	0,00	0,00
Total	546,7	474,9	73,5	66,5	4,1	4,2	71,1	65,3	1,6	2,7	0,8	0,7	0,80	0,75

Vurdering av usikkerhet

Usikkerheten er *minst* for utslipp av SO₂, CO₂ og bly. Usikkerheten er *størst* for NMVOC, metan, partikler fra veistøv, N₂O, PAH, benzen og NH₃.

NO_x-utslippene fra både bensin- og dieselmotorer kan regnes som bedre bestemt enn andre teknologiavhengige komponenter. Av utslippskomponenter som er vesentlige utslippskilder, sett i relasjon til totalutslippene i Norge, er det CO og NMVOC fra bensinmotorer (spesielt fra henholdsvis kaldstart og fordamping), PAH, benzen og partikler fra veistøv som har de største usikkerhetene.

Det er knyttet usikkerhet til hvor mye av dieselen som brukes til *andre formål enn veitrafikk*, for eksempel motorredskap og småbåter. Det selges mer diesel i Norge enn man kan gjøre greie for bruken av. Dette avviker imidlertid mindre enn tidligere etter denne oppdateringen av veimodellen.

Del 1. Utslippsmodellen

1.1. Formulering av modellen

1.1.1. Modellvalg

Beregning av forurensende utslipp til luft fra veitrafikk tar utgangspunkt i

- trafikkarbeidet, dvs. samlet kjørelengde
- drivstofforbruket
- utslippsfaktorer, dvs. mengde utslipp av et forurensende stoff, enten pr. utkjørt veilengde eller pr. enhet forbrukt drivstoff.

Utslippsfaktoren for et stoff *varierer* med en rekke parametre, som bilens hastighet, akselerasjon, vekt, motortype og størrelse, teknologi og alder. Det er i dette arbeidet ikke tatt hensyn til den effekten *stigning på veien* (topografi) har på utslippene. For et veinett som helhet er det antatt at effekten av stigning og fall i stor grad utligner hverandre. Det er mulig at denne antagelsen ikke er helt riktig for tunge kjøretøy og i områder med store stigninger.

Det er ved beregning av utslipp til luft fra veitrafikken vanlig å benytte enten en *trafikkbasert* eller en *drivstoffbasert* modell.

I en *trafikkbasert modell* beregnes utslippet, Q , ut fra utslipp pr. utkjørt veilengde:

$$Q_i = q_i \cdot L \cdot T_i \quad (1)$$

der Q_i er utslipp [g/tidsenhet] fra en vei med lengde L [km]
 q_i er utslippsfaktor [g/km]
 T_i er trafikkmengden [kjøretøy/tidsenhet]
 i er indeks for kjøretøytyper og drivstoff.

En slik trafikkbasert modell egner seg til å beregne utslipp lokalt fra enkeltveier og deler av veinettet, f.eks. i by/tettsted, der trafikken på de enkelte veilenker er kjent. Den egner seg også til beregning av samlede utslipp fra større områder (f.eks. fylke, nasjon), når trafikken og veinettet i området er godt kartlagt.

I en *drivstoffbasert modell* beregnes utslippet i et område ut fra forbrukt drivstoff og utslipp pr. enhet drivstoff:

$$Q_i = p_i \cdot M_i \quad (2)$$

der p_i er utslippsfaktor [g/kg]
 M_i er totalt drivstofforbruk [kg] i det området en betrakter, f.eks. pr. år
 i er indeks for ulike kjøretøytyper og kjøreforhold.

En slik drivstoffbasert modell egner seg til å beregne totalutslipp fra områder, forutsatt at drivstofforbruket i området er kjent, og at data er tilgjengelig til å fordele dette forbruket på de ulike kjøretøytyper og kjøreforhold som opptrer i området.

Det er en bred, kontinuerlig fordeling av kjøretøytyper (vekt og teknologi) på den ene siden og kjøreforhold (hastighet, akselerasjonsforhold) på den andre. I en utslippsmodell defineres et antall klasser av kjøretøytyper og kjøreforhold som dekker den totale variasjonen (f.eks. bensindrevne personbiler uten katalysator i bykjøring). Dette beskrives i detalj i avsnitt 1.2.

Som utgangspunkt for valg av modellformulering for en nasjonal utslippsmodell for veitrafikk i Norge, er vurdering av kvaliteten på følgende datagrunnlag essensielt:

- Samlet drivstofforbruk til veitrafikk i Norge pr. år
- Samlet trafikkarbeid på veinettet i Norge pr. år.

Petroleumsstatistikken for Norge gir tall for mengde solgt bilbensin og autodiesel på årsbasis. Det meste av dette drivstoff-forbruket går til veitrafikken.

Samlet trafikkarbeid i Norge på årsbasis er ikke spesifikt bestemt. I Vegdatabanken i Vegdirektoratet er trafikk tall som årsgjennomsnittlig antall biler pr. døgn på årsbasis) gitt for hele riks- og fylkesveinettet, basert på tellinger og skjønn. En landsomfattende oversikt over trafikken på kommunale veier finnes imidlertid ikke, men Vegdirektoratet bygger nå opp databasen til også å omfatte kommunale veier.

Basert på spørreundersøkelser oppgis hvert år gjennomsnittlige årlige kjørelengder for personbiler. Det finnes også statistikk over kjørelengden til enkelte andre grupper kjøretøy.

Ved utviklingen av en nasjonal utslippsmodell for veitrafikken i Norge er vår vurdering at drivstoffstatistikken er det beste utgangspunktet for å gi totale utslippstall som representerer all trafikk i Norge på årsbasis. Det gir også best utgangspunkt for å gi et så riktig bilde som mulig av utslippsendringene fra år til år. En drivstoffbasert modell gir også mulighet for å beregne utslippet fra hver drivstofftype for seg.

Den modellen som beskrives her (som vi har valgt å bruke) ble utviklet av NILU i 1988 for Umweltbundesamt i daværende Vest-Tyskland, i forbindelse med et oppdrag som gikk ut på å beregne nasjonale NO_x -utslipp for alle land i Europa (Larssen 1989). I EU-landenes egen metodikk for beregning av utslipp fra veitrafikk er det valgt en trafikkbasert modell hvor parametrene justeres for å få et totalt beregnet drivstoff-forbruk som stemmer med det observerte (EEA 1997).

1.1.2. Den drivstoffbaserte modellen

Samlet nasjonalt utslipp av et stoff j fra forbrenning av et drivstoff k beregnes ut fra uttrykket:

$$Q_{jk} = \sum_i p_{ijk} m_{ik} \quad (3)$$

eller, ved å føre inn det samlede forbruket M_k :

$$Q_{jk} = M_k \sum_i p_{ijk} \frac{m_{ik}}{M_k} \quad (4)$$

Der: p_{ijk} er utslippsfaktor [g/kg] av stoffet j fra drivstofftype k for kombinasjonen i av kjøretøytype/kjøreforhold

m_{ik}/M_k er andelen av drivstoff k som går med på landsbasis pr. år til kombinasjonen i av kjøretøytype/kjøreforhold.

Eksempler på kombinasjon i er:

- Bensindrevne personbiler uten katalysator, i bykjøring
- Dieseldrevne lastebiler i vektklasse 7,5-16 tonn som skal tilfredsstille dagens utslippskrav, ved landeveiskjøring.

I modellen defineres de ulike kjøretøy-/teknologiklasser² og kjøreforholdklasser (kalt kjøremodi) så eksakt som mulig. Utslippsfaktorer gis for alle aktuelle utslippskomponenter, kjøretøyklasser, teknologiklasser og kjøremodi.

Drivstoffandelene m_{ik}/M_k er ikke kjent fra egen statistikk. Fordelingen av m_{ik}/M_k på i -kombinasjonene anslås ut fra kjennskap til hvordan trafikkarbeidet fordeler seg på i -kombinasjonene, samt tall for gjennomsnittlig drivstofforbruk for hver i -kombinasjon:

$$M_k = \bar{l}_k T_k \quad (5)$$

$$m_{ik} = l_{ik} T_{ik} \quad (6)$$

Der

l_{ik} er drivstofforbruk [kg/km]

$$\bar{l}_k, \text{ gjennomsnittlig drivstofforbruk, bestemmes fra } \sum_k l_{ik} \left(\frac{T_{ik}}{T_k} \right) \quad (7)$$

og T_{ik}/T_k er den andelen av trafikkarbeidet med drivstoff k som brukes til kombinasjonen i av kjøretøyklasse/kjøremodus.

Dette gir uttrykket

$$Q_{jk} = M_k \sum_i p_{ijk} \frac{l_{ik}}{\bar{l}_k} \left(\frac{T_{ik}}{T_k} \right) \quad (8)$$

I modellen (8) benyttes utslippsfaktorer gitt som utslipp pr. drivstoffenhhet, p [g/kg]. I en del tilfeller er utslippet pr. utkjørt veilengde, q [g/km] bedre kjent. Da kan følgende uttrykk brukes:

$$Q_{jk} = M_k \sum_i q_{ijk} \frac{1}{\bar{l}_k} \left(\frac{T_{ik}}{T_k} \right) \quad (9)$$

$$\text{idet } q_{ijk} = p_{ijk} l_{ik} \quad (10)$$

I denne modellen (uttrykk 8 eller 9) beregnes altså samlet nasjonalt utslipp ut fra total drivstoffmengde, utslippsfaktorer og drivstofforbruk, samt anslag for fordelingen av trafikkarbeidet på i -kombinasjonene av kjøretøy/teknologi/kjøremodus.

For å anslå fordelingen av trafikkarbeidet er det ikke nødvendig at hele det nasjonale trafikkarbeidet er godt kartlagt så lenge fordelingen på de ulike i -kombinasjonene er kjent. Datagrunnlaget vi har benyttet for å anslå fordelingen består av

- kjøretøystatistikken
- statistikk over gjennomsnittlige årlige kjørelengder for ulike kjøretøy
- trafikk- og veidataene for riks- og fylkesveier i Vegdatabanken
- trafikk- og veidataene for kommunale veier i de største byene.

² Modellen skiller mellom kjøretøyklasse (etter type og vekt) og kjøretøyets alder (dvs. teknologi), men for enkelhets skyld er disse framstilt som *en* variabel i ligningene.

Et ufullstendig datagrunnlag gir en usikkerhet i anslaget av de relative T_{ik}/T_k . Vi mener at datagrunnlaget er omfattende nok til at T_{ik}/T_k får rimelig god nøyaktighet. Modellen (7,9) gir uansett uttrykk for utslippet fra den totale drivstoffmengde M_k . I modellen unngås den iterasjonsprosess som er nødvendig i en trafikkbasert modell, når det totale drivstofforbruk som beregnes fra modellen skal kalibreres mot drivstoffstatistikken. I en slik kalibrering, eller justering, står man overfor dilemmaet om hvilke parametre en skal endre for å få overensstemmelse. Dette justeringsdilemma unngås i den drivstoffbaserte modellen.

Med den drivstoffbaserte modellen bestemmes endringer i utslippet fra år til år ut fra endringene i M_k (det totale forbruket av ulike typer drivstoff) samt endringer i

- sammensetningen av kjøretøyparken
- årlige kjørelengdedata
- fordelingen av trafikkarbeidet på kjøremodi, beregnet for årlig oppdaterte data i Vegdatabanken³
- teknologi som påvirker utslippene.

Kaldstart- og fordampingsutslipp beregnes uavhengig av denne modellen.

I praksis vil algoritmen for beregning være mer komplisert enn det som er skissert her. Et mer fullstendig ligningssett er gitt i vedlegg 1.

1.1.3. Modeller for å beregne utslipp av veistøv

Asfaltstøv skyldes hovedsakelig *slitasje fra piggdekk*. Hvor store mengder utslipp bruk av piggdekk gir er avhengig av en rekke faktorer, slik som

- Piggenes vekt
- Veidekkets motstandsdyktighet mot slitasje
- Kjøretøyenes hastighet
- Andel tunge kjøretøy
- Om vegbanen er tørr, våt eller isbelagt.

To ulike metoder for beregning av utslipp fra veistøv blir presentert i denne rapporten. Metodene beskrives kort nedenfor. En fyldigere beskrivelse finnes i kapittel 2.7.

³ Antagelig vil denne parameteren variere lite fra år til år, og det bør derfor være tilstrekkelig å oppdatere den med data fra Vegdatabanken med 3-4 års mellomrom.

Veistøvmodell 1 (TI)

$$Q_{PM10} \text{ (tonn/år)} = \sum_{\text{alle biltyper}} SPS \cdot n \cdot l \cdot m \cdot p \cdot w \cdot \alpha / 10E6 \quad (11)$$

- SPS: Den spesifikke piggdekkslitasjen. Den angir hvor mye av veidekket som slites vekk på en km vei av et kjøretøy med piggdekk. Bilens hastighet inngår i beregningen av SPS
- n : Antall biler av typen i området
- l : Årlig kjørelengde for biltypen i området, km
- m : Andel av året med piggdekkbruk i området (mellom 0 og 1)
- p : Andel av biltypen som bruker piggdekk (mellom 0 og 1)
- w : Korreksjonsfaktor for fuktig og islagt veibane
- α : Andel av veistøvet som er PM_{10} .

Veistøvmodell 2 (NILU)

$$Q_{\text{veistøv}} \text{ (tonn / år)} = Q_{2,5R} \cdot (a \cdot TT + b) \cdot (V_T / V_R)^2 \cdot RP \cdot RW \quad (12)$$

hvor

- $Q_{\text{veistøv}}$: Kildestyrke for veistøv (PM_{10})
- $Q_{2,5R}$: Referanseutslipp eksospartikler (her: 1994)
- $(a \cdot TT + b)$: Korreksjon for tungtrafikkandel i trafikkstrømmen
- V_T/V_R : Korreksjon for avvik av kjørehastighet fra referansehastighet
- RP : Reduksjonsfaktor for endring i piggdekkbruk
- RW : Reduksjonsfaktor for fuktighet av veibane (samme som w i modell 1).

1.2. Parametre i modellen

1.2.1. Utslippskomponenter

De komponenter i bileksos som vi vil beregne utslippet av er følgende:

- *Klimagasser*: CO_2 (karbondioksid), CH_4 (metan), N_2O (lystgass)
- *Forsurende gasser og ozondannende gasser* (vil også bidra til lokal forurensning): SO_2 (svoveldioksid), NO_x (nitrogenoksider), NMVOC (flyktige organiske forbindelser unntatt metan), NH_3 (ammoniakk)
- Gasser som bidrar til *lokal forurensning*: CO (kullos), Pb (bly), partikler fordelt på PM_{10} og $PM_{2,5}$ ⁴, PAH⁵ (Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner) og C_6H_6 (benzen).

Dette inkluderer alle komponentene som inngår i de nasjonale utslippsberegningene⁶, veitrafikk er imidlertid ikke en like viktig kilde til utslipp av alle disse.

1.2.2. Drivstoff

⁴ PM_{10} og $PM_{2,5}$ angir størrelsen på partiklene, henholdsvis under 10 og 2,5 μm .

⁵ PAH inkluderer i våre beregninger fire utvalgte PAH-komponenter; benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranthren, benzo(k)fluoranthren, indeno(1,2,3-cd)pyren. Disse PAH-komponentene inngår i ECE-protokollen som er forhandlet fram for PAH.

⁶ PAH, benzen og $PM_{2,5}$ inngår idag ikke i de nasjonale utslippsberegningene, mens kadmium er inkludert i den nasjonale modellen.

Det *totale forbruket* av hver type drivstoff er den viktigste parameteren i modellen. Utslippene blir beregnet separat for hver type. Ved siden av bilbensin og autodiesel, er gass gjort flytende (LPG) lagt inn i modellen.

1.2.3. Kjøretøyklasser

Kjøretøyklassene er definert ut fra *kombinasjoner av drivstofftype og totalvekt*. Inndelingen er primært valgt ut fra de typer kjøretøy som vedtatte og planlagte *avgasskrav* i EU er eller vil bli knyttet til. Noen av disse kategoriene er igjen splittet opp på grunn av relativt vesentlige forskjeller i spesifikke utslipp, drivstofforbruk og/eller gjennomsnittlige årlige kjøreledder.

Inndelingen i kjøretøyklasser er vist i tabell 1.1. I tillegg er det definert klasser knyttet til *alternative drivstoff*: lette og tunge propankjøretøy (LPGL1, og LPGB). Andre alternative drivstoff og teknologier er noe forenklet gitt som endring relativt til klassene de er forventet å kunne substituere.

Drivstoffene/teknologiene som i dette arbeidet er ansett som mest aktuelle er:

- Elektriske biler (alternativ til lette bensinbiler)
- Hybridbiler (alternativ til lette bensinbiler og lette og tunge busser)
- Naturgassbiler (alternativ til tunge busser)
- Biodiesel (alternativ til lette og tunge dieselskjøretøy)
- DME -Dimetyleter (alternativ til tunge dieselskjøretøy)
- Brenselcelle - hydrogen og metanol (alternativ til lette og tunge kjøretøy).

Tabell 1.1. Kjøretøyklasser

Drivstoff	Klasse	Klassekode	Type	Totalvekt
Bensin	M1	BM1	Personbil	-
"	N1	BN1	Varebil og minibuss	< 3,5 t
"	HDV	BHL	Gods	> 3,5 t
"	HDV	BHB	Buss	> 3,5 t
Diesel	M1	DM1	Personbil	-
"	N1	DN1	Varebil og minibuss	< 3,5 t
"	HDV	DHLL	Lett gods	3,5 - 7,5 t
"	HDV	DHLM	Medium gods	7,5-16 t
"	HDV	DHLH	Tung gods	> 16 t
"	HDV	DHB	Buss	> 3,5 t
LPG	M1	LPGM1	Personbil	-
"	N1	LPGN1	Varebil og minibuss	< 3,5 t
"	HDV	LPGHB	Buss	> 3,5 t

1.2.4. Teknologiklasser

Inndelingen i teknologiklasser følger historiske, nåværende og vedtatte *avgasskrav* i Norge. Det vil derfor være ulike teknologiklasser for ulike kjøretøyklasser. De aktuelle avgasskravene og tidspunkt for innføring er vist i tabell 1.2 på neste side. Det er kjøretøyets alder som er parameter i modellen. Teknologiklassen er gitt ut fra analyseår, det vil si det året modellen kjøres for, og kjøretøyets alder.

Tabell 1.2. Avgasskrav til kjøretøy i Norge

Krav	Tidsrom (registreringsår)	Gjelder
ECE 15-00	1974-1977	Bensin person- og varebiler
ECE 15-02	1978-1979	Bensin person- og varebiler
ECE 15-03	1980-1984	Bensin person- og varebiler
ECE 15-03/04	1985-1988 ¹	Bensin person-, varebiler, gods og buss
US 83	1989-1994	Bensin personbiler
US 87	1991-1994	Diesel personbiler
US 90	1992-1994	Bensin og diesel varebiler
93/59/EEC	1995-1996	Bensin, LPG og diesel personbiler
93/59/EEC	1995-1997	Bensin og diesel varebil, bensin buss
94/12/EC, 96/69/EC	1997-2000	Bensin, diesel og LPG personbil
96/69/EC	1998-2000	Bensin og diesel varebil, bensin buss
98/69/EF-trinn 1 ²	2001-2004	Bensin, LPG og diesel personbil og varebil
<i>EU-Forslag</i>	2005-	<i>Bensin, LPG og diesel personbil og varebil</i>
EURO I (91/542/EEC,A)	1993-1995	Diesel gods og buss
EURO II (91/542/EEC,B)	1996-2000	Diesel gods og buss
<i>EURO III (Com(97)/627/EF, forslag)</i>	2001-2004	<i>Diesel, LPG og CNG gods og buss</i>
<i>EURO IV-Forslag</i>	2005-	<i>Diesel, LPG og CNG gods og buss</i>

¹ Gods 80-00, buss 80-94, varebil og buss 85-91

² Kravnivået omtales ofte som EURO III

Utslippene innen hver teknologiklasse blir også påvirket av aldring. Se avsnitt 1.2.8.

1.2.5. Kjørelengder

Årlige gjennomsnittlige kjørelengder varierer mellom *kjøretøyklassene*, og avtar med økende *alder* på kjøretøyet. To sett med kjørelengder inngår i modellen:

1. Midlere årlig kjørelengde for hver kjøretøyklasse
2. Aldersprofil for kjørelengden innen hver kjøretøyklasse.

1.2.6. Kjøremodi

Det opereres med følgende kjøremodi:

- Bykjøring, på veier med skiltet hastighet opp til 30 km/t
- Bykjøring på veier med skiltet hastighet mellom 30 og 50 km/t
- Landevei/omkjøringsvei, med skiltet hastighet 60-70 km/t
- Hovedvei, med skiltet hastighet 80 km/t
- Motorvei, med skiltet hastighet 90 km/t.

Med kjøremodi menes *kjøremåte* og ikke hvor kjøringen faktisk foregår. Man kaller det for eksempel «bykjøring» også utenfor en by dersom skiltet hastighet er 50 km/t eller lavere.

1.2.7. Spesifikt utslipp og drivstofforbruk

Spesifikt utslipp oppgis enten som *utslipp pr. kilometer* eller *utslipp pr. forbrukt enhet drivstoff*. Drivstofforbruket oppgis som gram pr. kilometer.

For CO , NO_x og VOC er utslippsfaktorer rimelig godt kjent som funksjon av parametre som drivstofftype, kjøretøyklasse, teknologiklasse, hastighet etc., basert på et stort antall målinger av utslipp gjort i avgasslaboratorier i Norge og verden over. For *andre komponenter* vil utslippsfaktorene være mer usikre. Datagrunnlaget for tyngre kjøretøy er generelt mer mangelfullt enn for personbiler for samtlige utslippskomponenter.

For komponentene CO_2 , SO_2 og *bly* blir utslippsberegningen basert på en ren *massebalanse*, ut fra forbrukt drivstoff og innholdet av henholdsvis karbon, svovel og bly i drivstoffet. For CO_2 innebærer

dette at utslippet av CO, CH₄, NMVOC, benzen og karbon-innholdet i partikler regnes inn i CO₂-utslippet. Dette er rimelig, ettersom disse etter hvert oksideres til CO₂ i atmosfæren.

1.2.8. Aldring av bilparken

De spesifikke utslippene vil normalt endres når kjøretøyet er i bruk. Modellen korrigerer for aldring ved å operere med *aldringsfaktorer* for utslippsfaktorer og drivstofforbruk. Aldringsfaktorene foreligger på formen «endring pr. akkumulert kjørelengde». Se avsnitt 2.2.3. og 2.3.2. Ut fra gjennomsnittlig beregnet akkumulert kjørelengde blir utslippene beregnet for hver aldersklasse fra 0 til 29 år, og eldre enn 29 år (én klasse). Imidlertid legges det en «skranke» på aldringen ut fra en maksimum akkumulert kjørelengde. Det vil si at etter en gitt akkumulert kjørelengde antas det at utslippene pr. kilometer ikke endres pga. aldring.

1.2.9. Startutslipp

Start med *kald eller lunken motor* gir økte utslipp samt økt drivstofforbruk sammenlignet med start med helt varm motor. Tillegget i utslippet beregnes pr. start og adderes til utslippet beregnet med ligningene 8 og 9. Beregningsmetodikken er nærmere beskrevet i avsnitt 2.2.2. Drivstofforbruket til slik start trekkes ut av det totale drivstofforbruket som inngår i ligningene over.

Det korrigeres for at en del biler bruker *motorvarmer* ved noen av sine starter.

1.2.10. NMVOC⁷-fordamping

Det er tre kilder til fordampingsutslipp fra kjøretøy⁸:

- Døgnutslipp («Diurnal emissions»)
- Utslipp fra parkering med varm motor («Hot soak emissions»)
- Fordamping under kjøring («Running losses»).

Døgnutslipp

Når biler står parkert ute om natta, vil drivstoffsystemet avkjøles med nattetemperaturen for så å stige igjen om dagen når temperaturen øker. Slike temperaturvariasjoner får damptrykket over drivstoffet i tanken til å øke om dagen og avta om natta. Dersom bilens drivstoffsystem ikke er lukket, vil dampandelen i volumet over drivstoffet tilta utover dagen. Dermed presses en blanding av luft og drivstoffdamp ut i lufta. Om natta vil luft bli sugd inn i volumet fordi dampandelen avtar når temperaturen synker. På den måten «puster» en drivstofftank gjennom døgnet, dersom drivstoffsystemet ikke er lukket på en eller annen måte.

Utslipp fra parkering med varm motor

Når en bil med varm motor blir parkert, vil varmen fra motoren og eksosanlegget etter hvert forplante seg til drivstoffsystemet, slik som tanken og forgasseren. Temperaturen i drivstoffet vil øke, noe drivstoff vil fordampe og slippes ut i lufta.

Fordamping under kjøring

Fordamping under kjøring er størst når utetemperaturen er høy. Utslippet skyldes den kombinerte effekten av høy utetemperatur og oppvarming av drivstoffet under kjøring ved varme fra eksosanlegget og motoren.

⁷ NMVOC = Flyktige organiske forbindelser unntatt metan.

⁸ Utslipp fra fylling av drivstoff blir ikke regnet med i denne sammenhengen. Beregning av dette utslippet er dokumentert i SSB (1995).

Del 2. Inndata

Denne delen av rapporten vil ta for seg alle *dataene som brukes i modellen*, både *utslippsfaktorer* (2.1-2.5) og *aktivitetsdata* (2.6). Beregninger av utslipp av *veistøv* og grunnlag for *framskrivinger* er beskrevet for seg i henholdsvis avsnitt 2.7 og 2.8.

2.1. Utslippsfaktorer: CO₂, SO₂ og bly. Alle kjøretøy

Utslipp av komponentene CO₂, SO₂ og bly er bare avhengig av henholdsvis *karbon-*, *svovel-* og *bly-innholdet* i drivstoffet. Utslippene beregnes derfor med koeffisienter på formen *utslipp pr. kilo drivstoff*.

CO₂: Det gjennomsnittlige *karboninnholdet* i *bensin* og *diesel* er tidligere innhentet direkte fra Norsk Petroleumsinstitutt og er ikke oppdatert i dette arbeidet. For *LPG* (propan og butan) kan det fra karboninnholdet beregnes en faktor på 3,0 kg CO₂/kg drivstoff. Utslipp fra bruk av *CNG* (komprimert naturgass) er det vanskeligere å angi en generell utslippsfaktor for. For forbrenning av ren metan blir faktoren 2,75 kg CO₂/kg gass. Denne utslippsfaktoren kan benyttes for CNG. Utslippsestimatene for CO₂ inkluderer utslipp av karbon i andre karbonforbindelser (CO, NMVOC, metan og partikler).

Følgende utslippsfaktorer er benyttet (kg CO₂/kg drivstoff):

- Bensin 3,13
- Diesel 3,17
- LPG 3,00
- CNG⁹ 2,75

Det gjennomsnittlige *karboninnholdet* vil *varierte lite* fra år til år. Samme faktorer benyttes derfor for alle beregningsår.

SO₂: Utslippstallene inkluderer utslipp av *alle svovelforbindelser* målt som SO₂-ekvivalenter. *Svovelinnholdet i oljeproduktene* vil *varierte* fra år til år. Svovelinnholdet i LPG, metanol og CNG er lavt. Den historiske utviklingen for svovelinnholdet i bensin og diesel er vist i tabell 2.1. Krav som er vedtatt av EU for 2000 og 2005 er vist i tabell 2.2. Utslippsfaktoren som kg SO₂/tonn drivstoff kan beregnes fra svovelinnholdet i prosent ved å multiplisere med en faktor på 20.

Tabell 2.1. Svovelinnholdet i bensin og diesel.

Prosent. 1972-1997. Tall for 1972-1980 er anslått

⁹ Ved bruk av deponigass vil CO₂ stort sett dannes fra ikke-fossilt karbon, og netto utslipp settes derfor lik null (DNV 1997).

	Bensin	Diesel
1972-1979	<0,05	0,4
1980	0,05	0,33
1981	0,05	0,36
1982	0,05	0,32
1983	0,05	0,35
1984	0,05	0,22
1985-1987	0,035	0,22
1988	0,04	0,2
1989	0,03	0,17
1990	0,03	0,16
1991	0,03	0,14
1992	0,03	0,13
1993	0,03	0,11
1994	0,03	0,07
1995	0,011	0,07
1996	0,011	0,06
1997	0,008	0,06

Kilde: Norsk Petroleumsinstitutt

Tabell 2.2. Svovelinnholdet i bensin og diesel. Prosent. Vedtatte EU-krav for årene 2000 og 2005 sammenlignet med faktisk verdi i 1997

	1997	2000	2005
Bensin	0,008	0,015	0,005
Diesel	0,06	0,035	0,005

Kilde: Norsk Petroleumsinstitutt

I tillegg til lavere svovelinnhold *etter 1997* vil også innholdet av andre stoffer i bensin og diesel endres, og følgelig vil også utslippene av andre komponenter kunne bli endret.

Bly: Bensin inneholder fremdeles *noe bly*. Bare 70-80 prosent av dette blyet slippes ut direkte til luft. Vi regner allikevel med at alt bly i bensin slippes ut direkte eller indirekte til luft. Utslippene er blitt beregnet ut fra blyinnholdet i bensin og salget av blyholdig og blyfri bensin. Gjennomsnittsfaktorene for de historiske årene er vist i tabell 2.3. *Blybensin* er i dag nesten ikke i bruk, og mesteparten av det som brukes er antagelig i bensindrevne motorredskaper og fritidsbåter samt i småfly. *EU-kravet* til blyinnholdet i bensin vil fra år 2000 være 0,005 g/l. Siden det gjennomsnittlige blyinnholdet i blyfribensin som selges i Norge idag er 0,001 g/l, vil vi bruke denne faktoren (dvs. 1,4 g/tonn drivstoff) i framskrivingene. Innholdet av bly i diesel, 0,12 g/tonn, er hentet fra Rosland (1987), og er antatt å være uforandret siden 1986. Denne utslippsfaktoren er ikke vurdert i dette arbeidet.

Tabell 2.3. Gjennomsnittlig utslippsfaktor for bly fra bensin og autodiesel. g/tonn drivstoff. Gjennomsnittet er beregnet ut fra blyinnholdet i bensin og salget av blyholdig og blyfri bensin

	1973	1980	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Prog-nose
Bensin	645	417	154	148	122	101	85	60	10	6	1,6	1,4
Diesel	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

Kilde: Norsk Petroleumsinstitutt

2.2. Utslippsfaktorer: Biler med totalvekt under 3 500 kg

Oppsummering av utslippsfaktorer

Alle utslipps-, kaldstart- og aldringsfaktorene som er valgt, er vist i vedlegg 2.1.

Hovedinndeling

Utslippene er inndelt i utslipp fra biler med *varm motor*, *startutslipp* og *fordampingsutslipp*.

1. Utslipp fra biler med *varm motor* er oppgitt i g/km, se avsnitt 2.2.1
2. *Startutslippene* regnes om til g/start ut ifra parametre forklart i avsnitt 2.2.2 og 2.6.5
3. *Fordampingsutslipp* er oppgitt i g/bil/døgn, se avsnitt 2.2.4.

Biler med totalvekt *under* 3 500 kg (“lette kjøretøy”) inkluderer:

- *Personbiler* (kjøretøykategori M1) med bensin, diesel eller LPG
- *Varebiler* (N1) og små busser (M2) med bensin, diesel eller LPG.

Utslippsfaktorer for biler med totalvekt *over* 3 500 kg omtales i kapittel 2.3.

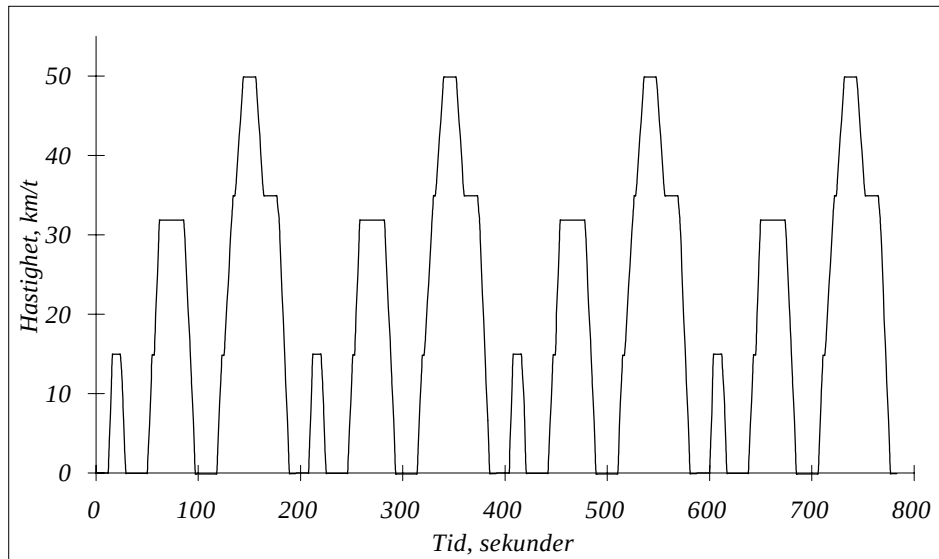
Kjøremodi

Alle utslipp fra kjøretøy er avhengig av *måten de blir kjørt på*. Når utslippsverdier oppgis, er de derfor alltid knyttet til et eller annet *kjøreprogram* eller en kjøremodus. For hastighetsklassene som er benyttet i modellen, er det brukt utslipp fra kjøreprogrammer eller modi som er mest dekkende for trafikk mønstrene i de aktuelle hastighetsklassene.

Det finnes praktisk talt ingen måledata for hva biler slipper ut i *virkelig trafikk*. Alle utslipp som oppgis for biler måles i laboratorier. Det kjøres spesielle programmer som simulerer kjøring i virkelig trafikk samtidig som avgassene måles.

I Norge, og andre land, har man målt personbilers, og etter hvert også varebilers, utslipp etter *forskjellige kjøreprogrammer*. Det eldste som ble brukt fra begynnelsen av 70-tallet til slutten av 80-tallet, kalles *ECE Urban Driving Cycle*. Det simulerer relativt saktegående bykjøring (gjennomsnittshastighet 18,7 km/t) og er vist i figur 2.1.

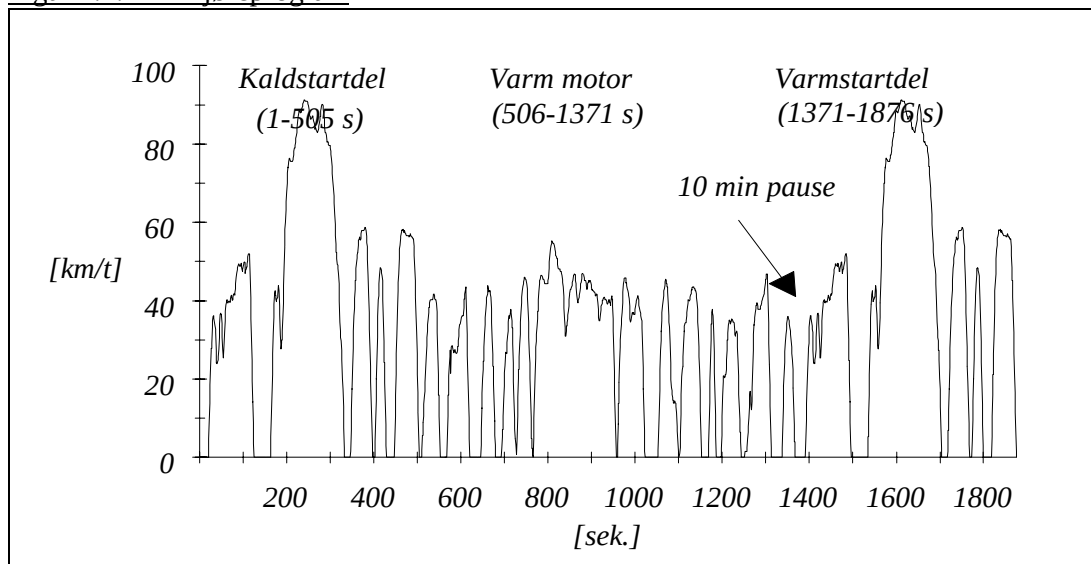
Figur 2.1. ECE Urban Driving Cycle



Fra ca. 1989 til 1992, brukte man i de fleste EFTA-landene, deriblant Norge det amerikanske kjøreprogrammet *FTP75* (*Federal Test Procedure* fra 1975) med gjennomsnittshastighet 31,7 km/t. Det simulerer mer gjennomsnittlig kjøring med både by- og forstadskjøring. Den består av tre faser som utslippene måles separat fra.

Ved kjøring av *fase 1* måles utslippene *fra start* av en motor som holder fra 20-30°C og kjøring i 5,7 km (0-505 sekunder). Deretter følger *fase 2* hvor utslippene med *gjennomvarm motor* måles over 6,2 km med en gjennomsnittshastighet på 26 km/t. I *fase 3* måles utslippene over samme kjøreprogram som i fase 1, men med *start av varm motor* etter at den har stått i 10 minutter etter fase 2. FTP75 kjøreprogrammet er vist i figur 2.2, hvor de tre fasene kalles “kaldstartdel”, “varm motor” og “varmstartdel”.

Figur 2.2. FTP kjøreprogram



Fra ca. 1993 har man innen *EU* benyttet et *revidert ECE-kjøreprogram* der man har plussset på den gamle *ECE Urban Driving Cycle* med en høyhastighetsdel som kalles *EUDC* (*Extra Urban Driving Cycle*). Den går opp i 120 km/t og gjør at gjennomsnittshastigheten for den kombinerte syklusen (*ECE+EUDC*) blir mer representativ for gjennomsnittlig by- og forstadskjøring.

I enkelte nyere nasjonale kartleggingsprogrammer av utslipp fra veitransport har man først registrert *kjøremønstrene i virkelig trafikk* et stort antall steder under ulike kjøreforhold, for så å behandle dem statistisk og simulere kjøringene i avgasslaboratorier etterpå. På den måten har man fått målt utslippene fra mer aktuelle kjøresituasjoner. Det er dette man har gjort i det tyske prosjektet som her kalles Umweltbundesamt (UBA)-rapporten (Hassel et al 1994). Der har man brukt 10 ulike kjøremodi ("Fahrmodi") for by- og landeveiskjøring, pluss 6 autobahn-hastighetsklasser. Målinger ved kjøring av slike modi gir mer spesifikk informasjon om utslippene ved ulike trafikkmønstre enn ved kjøring av de internasjonale kjøreprogrammene (ECE, FTP75, m.fl.), som skal gjenspeile generelt gjennomsnitt av all kjøring.

I beregningene er utslippsfaktorene man har kommet fram til basert på kjøring av modi som simulerer virkelig trafikk, tillagt større vekt enn de man har kommet fram til ved kjøring av mer generelle sykluser.

Biltyper og teknologiklasser

De *lette bilene* (med totalvekt under 3,5 t) er inndelt i typer og klasser etter *avgasskravene* som gjaldt for ulike år, slik som vist i tabell 2.4.

Tabell 2.4. Inndeling av de lette bilene i typer og avgasskravnivå

Biltype/Kravnivå	Årsmodell
Personbil, bensin (M1)	
Pre ECE	-74
ECE 15-00	74-77
ECE 15-02	78-79
ECE 15-03	80-84
ECE 15-03/04	85-88
US-83	89-94
93/59/EEC	95-96
94/12/EC, 96/69/EC ¹	97-00
98/69/EF-trinn 1 ²	01-04
Personbiler, LPG (M1)	
Diverse krav	-94
93/59/EEC	95-96
94/12/EC, 96/69/EC ¹	97-00
98/69/EF-trinn 1 ²	01-04
Personbil diesel (M1)	
Ikke krav	-90
US-87	91-94
93/59/EEC	95-96
94/12/EC, 96/69/EC ¹	97-00
98/69/EF-trinn 1 ²	01-04
Varebiler (N1) og busser (M2) <3,5 tonn, bensin	
Pre ECE	-74
ECE 15-00	74-77
ECE 15-02	78-79
ECE 15-03	80-84
ECE 15-03/04	85-91
US-90	92-94
93/59/EEC, 94/12/EC ¹	95-97
96/69/EC	98-00
98/69/EF-trinn 1 ²	01-04
Varebiler (N1) og busser (M2) <3,5 tonn, diesel	
Ikke krav	-91
US-90	92-94
93/59/EEC	95-97
96/69/EC	98-00
98/69/EF-trinn 1 ²	01-04
Varebiler (N1) og busser (M2) <3,5 tonn, LPG	
Diverse krav	92-

¹ Direktiver på samme rad i tabellen har samme kravnivå for de respektive kategorier, men trådte i kraft senere i perioden

² Kravnivået omtales ofte som EURO III.

For bensinbilene er årsmodellene 1985-88 antatt å bestå av halvparten ECE 15-03 og halvparten ECE 15-04 biler. Det skyldes at i denne perioden var kravnivået i Norge ECE 15-03, mens de fleste land i Europa hadde det noe *strengere kravet* ECE 15-04. Derfor var en stor andel av bilene som kom til Norge ECE 15-04 biler, selv om det formelt ikke var krav om dette.

Dieselbilene starter med en gruppe for årsmodellene opp til og med 1990 som ikke hadde avgasskrav. Deretter følger grupper med skjerpede krav.

I perioden fra 1989 (for bensindrevne personbiler) hadde Norge sammen med Sverige, Danmark, Finland og Sveits *strengere obligatoriske krav* enn EU, de såkalte US-kravene. I denne perioden fram til 1995, da vi harmoniserte med EU og adopterte deres krav, fikk vi biler med en teknologi som ga lave utslipp. Dette kommer til uttrykk i utslippsfaktorene, som er basert på nasjonale måledata. De har lavere faktorer med US-krav, enn i begynnelsen med EU-kravene. Utslippsfaktorene med EU-kravene er hovedsakelig basert på data fra Copert II (EEA 1997) og UBA (Hassel et al 1994).

2.2.1. Utslipp fra kjøring med varm motor

Basis for beregning av utslippsfaktorene

Basis for beregning av utslippene fra biler med varm motor er :

1. Utslippsfaktorer beregnet av TI (SFT 1993). De er beregnet ut fra
 - Målinger ved *TI* av 176 bensindrevne personbiler med treveis-katalysator i perioden 1989-1992
 - Målinger fra *Tyskland* av ECE 15-04 bensin- og dieslbiler av typer som er vanlige i Norge
 - Data fra CORINAIR (Eggleston et al 1991) som har etablert utslippsfaktorer for ECE-biler av ulike teknologiklasser basert på et stort antall målinger¹⁰
 - *Diverse rapporter* som behandler målinger av utslipp av *ikke regulerte komponenter* som lystgass, metan og partikler fra bensindrevne personbiler.
2. Data fra *Copert II* (EEA 1997): Dette er den andre oppdateringen av utslippsfaktorene i CORINAIR-rapporter (Eggleston et al 1991) som ble brukt i (SFT 1993). Copert II inneholder utslippsfaktorer for både *lette og tunge biler* av nesten samtlige kjøretøykategorier som brukes innen EU, men ikke slike som tilfredsstiller US-krav. Utslippsfaktorene er i de fleste tilfeller oppgitt som *empiriske formler* der *gjennomsnittlig hastighet* er en variabel størrelse. Faktorene er utarbeidet på basis av data fra et meget stort antall utslippsmålinger i EU-landene. De skulle således være pålitelige.
3. Data fra UBA (Hassel et al 1994): I en omfattende rapport fra UBA er et stort antall utslippsfaktorer for personbiler (fra 1986 til 1990) gjengitt for en rekke ulike forhold, blant annet 10 forskjellige kjøremodi, kaldstart, kjørelengde og stigninger. Dataene er basert på et meget stort antall målinger utført av TÜV (Technischer Überwachungs-Verein Rheinland). Vi anser disse dataene som meget pålitelige.
4. Diverse data fra Touring Club der Schweiz (TCS) (Schwitzer et al 1994), de sveitsiske miljømyndighetene (BUWAL 1986) og de nederlandske miljøvernmyndighetene (Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment 1996). I Sveits har TCS en egen avdeling som driver avgassmålinger. Fra 1984 til 1993 utførte de et stort antall målinger av biler med treveiskatalysator. De er publisert i en egen rapport (Schwitzer et al 1994). I Nederland har miljøvernmyndighetene et årlig program der de måler et representativt utvalg av bilparken. Resultatene publiseres i årlige rapporter fra "Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment".

I den norske veitrafikkmodellen brukes nå fem hastighetsklasser, mens det i (SFT 1993) ble brukt fire. Utslippene fra biler med varm motor blir beregnet separat for hver av hastighetsklassene:

1. *Bykjøring med skiltet hastighet 30 km/t*: Det er valgt å la dette kjøremønsteret være representert ved bykjøring med en gjennomsnittshastighet på 18,7 km/t, som tilsvarer ECE bykjøringsprogram (Urban Driving Cycle). Utslippsverdier er hentet fra både Copert II (EEA 1997) og UBA (Hassel et al 1994) og fra "bykjøring" i den forrige rapporten (SFT 1993). Fra UBA-rapporten benyttes utslipp ved kjøring av "Fahrnummer 1". Fra Copert II benyttes verdier beregnet ut fra gjennomsnittshastighet 18,7 km/t.

¹⁰ CORINAIR er et EU-program for beregninger av utslipp til luft. Veitrafikk er en viktig del av dette programmet.

2. *Bykjøring med skiltet hastighet 50 km/t*: Det er valgt å la dette kjøremønsteret være representert ved både fase 2 av FTP testen, se figur 2.1, der gjennomsnittshastigheten er 26 km/t og ved “Fahrmuster 3” med gjennomsnittshastigheten 32 km/t i UBA-rapporten (Hassel et al 1994). Utslippsverdier er hentet fra både Copert II (EEA 1997), UBA (Hassel et al, 1994), BUWAL (1986), Rijkeboer R.C., Hendriksen P. (1993) og fra “bykjøring” i den forrige rapporten (SFT 1993). Fra Copert II benyttes verdier beregnet ut fra gjennomsnittshastighet 26 km/t. Kjøringen er typisk bykjøring med varierende hastighet og mye tomgang.
3. *Kjøring på vei med skiltet hastighet 60-70 km/t*: Utslippsverdier er hentet fra både Copert II (EEA 1997), UBA (Hassel et al 1994) og “Landeveiskjøring i 50-70 km/t, Hastighet 60 km/t” i SFT (1993). Det er valgt å la kjøringen være representert med gjennomsnittshastighet 58 km/t som svarer til kjøremønsteret “Fahrmuster 8. Landstrassen eng, Grüne Welle >50” i Hassel et al (1994). Fra Copert II benyttes verdier beregnet ut fra gjennomsnittshastighet 58 km/t.
4. *Landeveiskjøring med skiltet hastighet 80 km/t*: Utslippsverdier er hentet fra både Copert II (EEA 1997), UBA (Hassel et al 1994) og “Landeveis-/motorveikjøring, skiltet hastighet 80-90 km/t” i den forrige rapporten (SFT 1993). Det er valgt å la kjøringen være representert med gjennomsnittshastighet 77 km/t som svarer til kjøremønsteret “Fahrmuster 10. Landstrassen stetig, planfreie Linienquellen” i Hassel et al (1994) og til kjøring av den amerikanske HWFET (Highway Fuel Economy Test). Fra Copert II benyttes verdier beregnet ut fra gjennomsnittshastighet 77 km/t.
5. *Motorvei med skiltet hastighet 90 km/t*: Utslippsverdier fra Copert II (EEA 1997), UBA (Hassel et al 1994) og “Landeveis-/motorveikjøring, skiltet hastighet 80-90 km/t” i den forrige rapporten (SFT 1993). For vei med skiltet hastighet 90 km/t er det antatt at gjennomsnittshastigheten er 85 km/t. Det er valgt å la kjøringen være representert med “Autobahn-Geschwindigkeitsklasse 80-90 km/h” i Hassel et al (1994) og fra Copert II benyttes verdier beregnet ut fra gjennomsnittshastighet 85 km/t.

Så langt det har vært mulig er alle utslippsfaktorene korrigert til å gjelde *utslippene fra bilen da den var ny*. Brukte biler med en viss kjørelengde har et annet, vanligvis høyere, utslipp enn da bilen var ny. I Copert II (EEA 1997) oppgis utslippsfaktorer for biler med en viss teknologi uten ytterligere opplysning om, eller korrigering for, alder eller kjørelengde. I slike tilfelle (også data i forrige utgave i 1993 av denne rapporten (SFT 1993), som er basert på Copert-data) er det antatt at bilene har hatt en midlere kjørelengde på ca. 50 000 km. Dette er også tilfelle i datamaterialet fra Hassel et al (1994). Utslippsfaktorene er da korrigert til å gjelde utslipp fra nye biler. Først i modellberegningene er utslippene korrigert for aldring med faktorene i vedlegg 2.1.

Ved beregning av de endelige utslippsfaktorene for lette biler som er brukt i modellen er faktorene fra de forskjellige kildene tillagt *ulik vekt*:

- | | |
|--|---------------|
| • Utslippsfaktorer fra Copert II (EEA 1997): | Vekttall 2,0 |
| • Utslippsfaktorer fra Hassel et al (1994): | Vekttall 2,0 |
| • Utslippsfaktorer oppgitt i SFT (1993): | Vekttall 1,0 |
| • Utslippsfaktorer fra TCS (Schwitzer et al 1994) og Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (1996): | Vekttall 0,5. |

Vekttallene gjenspeiler vårt *skjønn* av datamaterialenes grunnlag og brukbarhet for våre beregninger og forhold. Vekttallene er imidlertid sjelden særlig kritiske for de endelige utslippsfaktorene fordi de enkelte kildenes faktorer i de fleste tilfeller ikke er så forskjellige. I de få tilfellene der enkelte data fra en kilde er *åpenbart usannsynlige* ut fra et faglig skjønn, er det sett bort fra dem. Dette gjelder data fra EEA (1997) for varebilers drivstoff-forbruk.

Samtlige utslippsfaktorer for lette biler med varmkjørtede motorer er vist i vedlegg 2.1.

Avgassutslipp av partikler

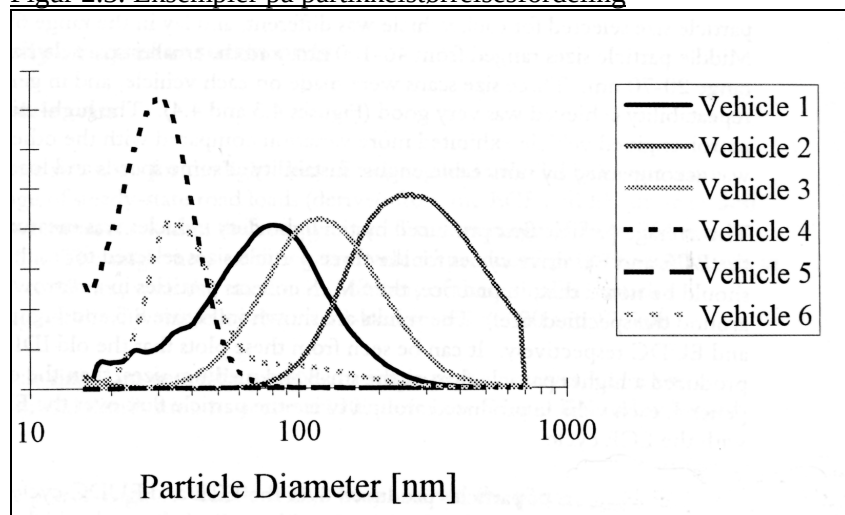
Faktorene for partikkelutslipp fra *bensindrevne* lette biler *uten katalysator* er de samme som i SFT (1993), med 40 mg/km for eldre personbiler og 20 for nyere (fra 1985) (Larssen 1991). Faktorene for *bensinbiler med katalysator* er beregnet ut fra data i den forrige rapporten (SFT (1993)) (Volkswagen (1989) og Rijkeboer (1993)). For *varebiler og busser* er også faktorene fra SFT (1993) beholdt. Partikkelutslippene i avgassene fra bensindrevne biler er relativt små i mengde i forhold til utslippet fra dieselmotorer.

Faktorene for partikkelutslipp fra *dieseldrevne* lette biler er beregnet ut fra data fra SFT (1993), Copert II (EEA 1997), UBA (Hassel et al 1994) og TNO (Rijkeboer and Hendriksen 1993). Dataene er vektet slik som beskrevet tidligere i dette kapitlet.

Partikler i bilavgasser er *svært små*. De fleste er mindre enn 1 μm og middelveien er gjerne under 0,1 μm . Størrelsesfordelingen kan variere mye, samtidig som måleteknikken også er av betydning. I figur 2.3, fra Moon and Donald (1997), har vi vist et eksempel på hvordan variasjonene kan være.

I dette arbeidet er det skilt mellom PM_{10} og $PM_{2,5}$. For bensinbiler er alle avgasspartiklene mindre enn 2,5 μm , så $PM_{10} = PM_{2,5}$. For dieselmotorer er det mulig at det kan finnes partikkelagglomerater som er større enn 2,5 μm . For dem er derfor $PM_{2,5}$ satt lik $0,95 \cdot PM_{10}$.

Figur 2.3. Eksempler på partikkelstørrelsesfordeling



Utslipp fra seks lette biler ved 100 km/t. ("Vehicle 1, 2, 3 og 6" er dieselmotorer, "vehicle 4" er eldre bensinbil uten katalysator, mens "vehicle 5" er en moderne katalysatorbil) (1000 nm = 1 μm).

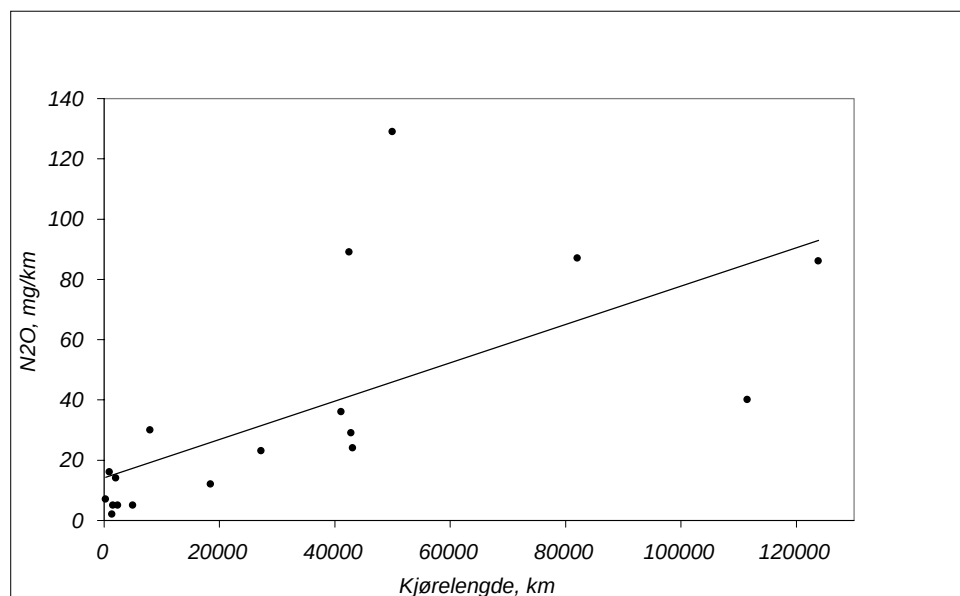
Kilde: Moon and Donald (1997)

Lystgassutslipp

Data for lystgassutslipp er hentet fra Copert II (EEA 1997), en svensk undersøkelse (Almén 1992) og en tidligere rapport utgitt av Teknologisk Institutt (Figenbaum 1991). I modellen er det antatt at alle utslipp skjer fra *kjøring med varm motor*. For katalysatorbiler er det imidlertid slik at en stor del av lystgassutslippet kommer akkurat idet katalysatoren tenner. Dataene tillater imidlertid ikke en inndeling av lystgassutslippet på kaldstartutslipp og utslipp med varm motor.

I Copert II (EEA 1997) og Figenbaum (1991) oppgis lystgassutslippene som faste faktorer uavhengig av kjørelengden. Lystgass, N_2O , kan ansees som delvis redusert NO . Det er derfor ikke usannsynlig at N_2O -utslippet er *avhengig av katalysatorsystemets tilstand*. I de svenske dataene er lystgassutslippet fra katalysatorbiler lavest når bilen er ny, og stiger deretter med økende kjørelengde. Dette er vist i figur 2.4.

Figur 2.4. Utslipp av lystgass fra personbiler med treveiskatalysator som funksjon av kjørelengden



Kilde: Almén (1992)

De svenske dataene er brukt i beregningene for biler med *treveiskatalysator* (US-83/90 og 93/59/EEC). Vi mangler kunnskap om hvordan N_2O -utslippene vil *endres med forbedret katalysatorteknologi*. Med skjerpede utslippskrav til NO_x (94/12/EEC og 98/69/EC) og økt oppmerksomhet rundt katalysatorens negative bieffekt er det antatt at N_2O -utslippene reduseres proporsjonalt med det totale NO_x -utslippet. Vi har allikevel, i mangel av mer konkret kunnskap, valgt å holde lystgassfaktoren på 1997-nivå i basisframskrivingene.

For de øvrige lette bilene er lystgassfaktorene beregnet ut fra data i Copert II (EEA 1997) og Figenbaum (1991) med en vektning som beskrevet tidligere i dette kapitlet.

Metanutslipp

Beregninger av metanutslipp er basert på hvor stor *andel* metan utgjør av totalt *VOC-utslipp*. I Copert II (EEA 1997) oppgis faste faktorer for metanandelen med forskjellige teknologier. De tillater en mer fleksibel anvendelse enn dataene i SFT (1993) og inkluderer LPG. Katalysatoren reduserer metan i mindre grad enn NMVOC, og derfor er metanandelen høyere i katalysatorbiler. Andelene er vist i tabell 2.5.

Tabell 2.5. Metanutslipp, vektandel av VOC-utslipp

Biltype	Vektandel metan %
Bensin uten katalysator	5
Bensin med katalysator	12
Diesel	4
LPG	3

Andelene er anvendt til å dele opp VOC-utslippene i NMVOC- og metanutslipp.

Ammoniakkutslipp

Det er få data tilgjengelig for utslipp av ammoniakk utenom de som finnes i Copert II (EEA 1997). Her finnes data for bensin- og dieslbiler, men ikke for LPG-biler. Ammoniakkutslipp skyldes for en stor del reduksjon av nitrogenoksider. Derfor er utslippene fra *katalysatorbiler* størst. Antakelig er ammoniakkutslippene mindre avhengige av drivstoffet enn av blandingsforholdet. Vi har derfor antatt at utslippene fra LPG-biler er lik utslippene fra bensinbiler. Faktorene som er benyttet er vist i vedlegg 2.1.

Benzenutslipp

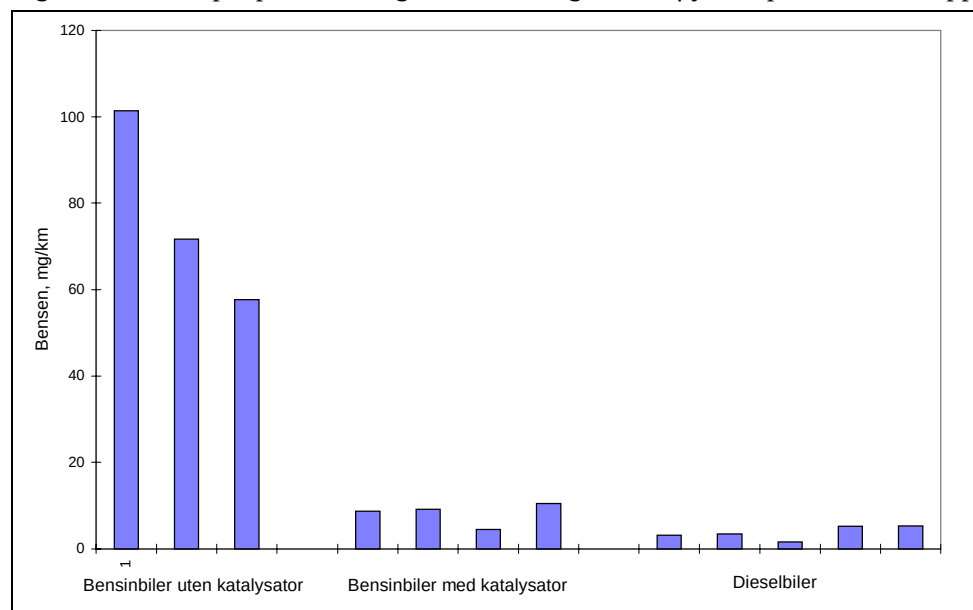
Benzen er den enkleste aromatiske forbindelsen og er en vanlig komponent i bensin. Gjennomsnittsinholdet i norsk bensin er satt til 3,2 prosent.

Benzen er kreftfremkallende, men ikke særlig reaktiv i dannelsen av bakkenær ozon.

Utslipp av benzen på nasjonalt nivå skyldes primært bruk og distribusjon av bensin. Ifølge OECD bidrar bensinbilene med 80-85 prosent av de menneskeskapte utslippene av benzen. Av dette kan det estimeres at utslipp ved tanking av bensin på bensinstasjoner utgjør ca. 1 prosent, avdamping ellers ca. 6-7 prosent, og eksosutslipp ca. 92 prosent. Utslipptet i avgassen kommer delvis av *benzeninnholdet i bensinen* og dels som et *produkt* av dealkylering av større aromatiske forbindelser under *forbrenningen* (EPEFE 1995).

Størrelsen av benzenutslippet er avhengig av motortypen, avgassrensingen, driftsbetingelsene (temperatur, kjøremønster) og, som sagt, drivstoffets sammensetning (særlig innholdet av benzen og aromater ellers). Et eksempel på de to førstes innflytelse er vist i figur 2.5.

Figur 2.5. Eksempel på motor- og renseteknologiens innflytelse på benzen-utslippet.



Kilde: Volkswagen (1989)

Maksimalt tillatt *benzeninnhold i bensin* i Norge og i EU (Direktiv 85/210/ EEC) er for tiden 5 prosent. Innen EU er det nå vedtatt at maksimalgrense skal være 1 prosent fra år 2000. Bensin på det norske markedet vil harmoniseres med dette vedtaket.

Bensinens innhold av benzen og aromater ellers har, som nevnt, mye å si for størrelsen av benzenutslippet. Både CONCAWE (McArragher et al. 1996) og EPEFE (1995) har utarbeidet empiriske formler for beregning av benzen-utslipp.

Benzenutslipp fra bensinbiler uten katalysator (McArragher et al. 1996):

$$= [1,515 + 0,765(\text{vektprosent benzen}) + 0,0414(\text{vektprosent aromater-benzen})] * \text{VOC, g/km}$$

Benzenutslipp fra biler med treveiskatalysator (McArragher et al. 1996):

$$= [1,237 + 0,599(\text{vektprosent benzen}) + 0,0602(\text{vektprosent aromater-benzen})] * \text{VOC, g/km}$$

Siden VOC-utslippene er langt større fra biler *uten katalysator* enn fra biler *med katalysator*, er også benzen-utslippene større. Benzeninnholdet i bensinen betyr mye for benzenutslippet. For biler uten katalysator betyr benzeninnholdet i bensinen dobbelt så mye for benzenutslippene som andre aromater, for biler med katalysator er bidragene jevnstore. Dette gjelder dagens bensin. Med *reduisert benzeninnhold etter år 2000* vil aromater gi det største bidraget for alle biltyper.

Datagrunnlaget for beregning av utslippsfaktorer for benzen er betydelig *dårligere* enn for de regulerte utslippene. Det finnes mange enkeltkilder, men dataene er sjelden særlig spesifiserte og mer av generell eller empirisk art. I våre beregninger har vi benyttet data fra: Samaras et al (1997a), formel fra EPEFE (1995), data fra EEA (1997) (Data from C. Veldt), Samaras and Zierock (1996) (Data from R. Derwendt and Loible et al.), CONCAWE (McArragher et al 1996), TNO (Rijkeboer and Hendriksen 1993) og Volkswagen (1989). De beregnede faktorene er vist i vedlegg 2.1. Verdiene er aritmetiske gjennomsnitt av relevante faktorer fra de enkelte kildene.

Datagrunnlaget er mest omfattende for personbiler med treveiskatalysator og er tynneste for LPG-biler. For de sistnevnte er det bare funnet resultater fra noen få målinger i en kilde fra TNO (Rijkeboer and Hendriksen 1993). Fra disse resultatene er det beregnet at benzenutslippet utgjør i gjennomsnitt 0,5 prosent av VOC-utslippet. Denne faktoren er benyttet for beregning av benzen-utslipp for biler som bruker LPG.

Spredningen i utslippsfaktorene fra de enkelte kildene er *betydelig*. Dette indikerer *stor usikkerhet* i dataene. Verdiene er derfor avrundet.

Historisk er 3,2 vektprosent benzen og 39 vektprosent som aromat-innhold minus benzen benyttet i de empiriske formlene. Til korrigering av bensinbilenes faktor for framtidig drivstoffsammensetning (1,0 vektprosent benzen) er formlene ovenfor fra McArragher (1996) benyttet fordi de omfatter bensinbiler både med og uten katalysator.

Dataene fra kildene har vært som faste faktorer eller som empiriske formler som angir benzen-andelen av VOC-utslippet. I det siste tilfelle er benzen-utslippene beregnet ut fra de korresponderende VOC-utslippene med start fra +5°C og kjøring av en tur på 11 km, men denne antagelsen er ikke kritisk for resultatet.

Alle grunnlagsdataene er gjennomsnittsutslipp som er beregnet fra kjøring av sykluser der start-temperaturen på motoren er ca. 20°C. På grunn av manglende datagrunnlag er *spesifikke kaldstart-tillegg og forringelsesfaktorer* for benzen *ikke beregnet*. Det er heller ikke beregnet fordampings-utslipp av benzen. Dette fører til en *underestimering* av benzen-utslippene.

PAH-utslipp

Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH) er fellesbetegnelsen på en *gruppe stoffer* som består av to eller flere ringformede karbonforbindelser hvorav minst én har benzenoidstruktur. Det finnes

mange forskjellige slike forbindelser, og flere av dem har vist seg å være kreftfremkallende (ECE 1998).

PAH dannes ved *forbrenning av alle fossile drivstoffer*. Utslipp fra kjøretøy er en slik kilde. PAH finnes også i bensin og diesel. Innholdet stammer fra råoljen og raffineringsprosessen.

Innholdet av PAH i avgassene fra kjøretøy kommer fra selve *forbrenningen av drivstoffet*, noe skyldes *drivstoffets PAH-innhold* og noe stammer fra forbrenning av *smøreolje*. Slitasje av bildekk (Ahlbom og Duus 1994) og asfalt gir også utslipp av PAH, dette er diskutert i avsnitt 2.7.4.

Det er *divergerende meninger* blant forskere om hvor mye *PAH-innholdet i drivstoffet* har å si for PAH-innholdet i avgassen. Selv om det ikke er enighet om den eksakte sammenhengen, er det allmenn oppfatning at bensinens PAH-innhold har mindre betydning for utslippet enn andre faktorer som for eksempel motor- og renseteknikken.

I undersøkelser som er rapportert i litteraturen, er det varierende hvor mange *PAH-forbindelser* som er blitt målt. Det kan variere fra noen få opp til ca. 30. US EPA bruker 16 såkalte "Priority Pollutant PAHs" i sine analyser. I Europa vil den nye *ECE-protokollen* på organiske miljøgifter omfatte fire spesies (ECE 1998):

1. Benzo(a)pyren
2. Benzo(b)fluoranthren
3. Benzo(k)fluoranthren
4. Indeno(1,2,3-cd)pyren.

PAH-forbindelser har kokepunkt fra 340°C (Phenantren) til høyere enn 590°C (Coronen). Noe av PAH-utslippet, mest av de med høyest kokepunkt, kommer derfor bundet til partikler, mens noe kommer i gassform, mest av de med lavest kokepunkt. Det finnes altså en partikulær PAH-fase og en gassformig fase. Forbindelsene som er inkludert i ECE (1998) har alle høyt kokepunkt og utslippene er vesentlig *adsorbert til partikler*.

Data fra målinger av PAH-utslipp *varierer mye*. Det er ikke uvanlig at utslippsfaktorer fra ulike kilder varierer med mer enn en tierpotens for samme komponent. Utslippsfaktorene som er foreslått her er derfor *svært usikre*.

Datagrunnlaget for PAH er betydelig mindre enn for de regulerte utslippene, særlig når det gjelder utslipp av de enkelte PAH-forbindelsene. For lette biler er dataene nesten bare fra målinger av personbiler. I våre beregninger har vi hovedsakelig benyttet data fra TNO (Rijkeboer and Hendriksen 1993), Volkswagen (1989) og Parma et. al. (1995). De gjennomsnittlige resultatene fra disse kildene er vist i tabell 2.6.

Tabell 2.6. Sum av utslipp av PAH-forbindelser fra personbiler, µg/km

	Bensin uten katalysator			Bensin med katalysator			Diesel uten katalysator		
	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t
PAH-4	20 ¹⁾	16	14	8	1	1	14	15	14

¹⁾ Estimert

I tabellen er utslippsfaktorene for de ulike hastighetsklassene tatt fra et *varierende materiale* der PAH-utslipp er oppgitt ved kjøring av forskjellige sykluser. Eksempelvis er utslipp som er målt med "US FTP75 Cycle" brukt som faktor for kjøring ved skiltet hastighet 60 og 70 km/t, mens utslipp fra "US Highway Driving Cycle" er brukt for 80 og 90 km/t. Utslipp ved kjøring av en bykjøringsyklus fra TNO (Rijkeboer and Hendriksen 1993) er valgt som representative for 30 og 50 km/t.

I tabell 2.7 er relativ andel av de enkelte PAH-komponentene i PAH-4 fra lette kjøretøy vist, gjennomsnittlige verdier beregnet fra Rijkeboer (1993), Volkswagen (1989) og Parma et. al. (1995).

For lette varebiler og busser har ikke data for utslipp av de enkelte PAH-komponentene vært tilgjengelige. TNO's undersøkelse (Rijkeboer and Hendriksen 1993) omfattet imidlertid målinger av PAH-utslipp for 22 komponenter målt fra både personbiler og noen lette varebiler drevet med bensin, LPG, naturgass og diesel. Disse resultatene, kombinert med faglig skjønn, er benyttet for å estimere relative endringer i korrigert utslipp fra personbiler til lette varebiler og busser. De er vist i tabell 2.8.

Tabell 2.7. Relativ andel av enkeltkomponenter (PAH i ECE-protokollen). Lette kjøretøy

	Bensin uten katalysator			Bensin med katalysator			Diesel uten katalysator		
	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t
Benzo(a)pyrene	0,25	0,24	0,23	0,27	0,23	0,16	0,22	0,19	0,19
Benzo(b)fluoranthren	0,25	0,41	0,39	0,21	0,32	0,53	0,64	0,61	0,63
Bonzo(k)fluoranthren	0,23	0,16	0,18	0,21	0,16	0,16	0,11	0,09	0,10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,28	0,19	0,20	0,32	0,30	0,16	0,04	0,10	0,09

Tabell 2.8. Estimerte relative endringer i PAH-utslipp for sum av 22 komponenter i forhold til bensinpersonbiler med treveiskatalysator (= 1,0). Data fra Rijkeboer (1993)

	Bensin med treveiskatalysator	Diesel	LPG
Personbiler	1,0	7	0,6
Lette nyttekjøretøy	1,5	8	0,7

Faktorene i tabellen er brukt ved beregning av utslippsfaktorene for PAH for lette varebiler og busser (bensin og diesel) (N1) og for LPG-drevne lette biler (både M1 og N1).

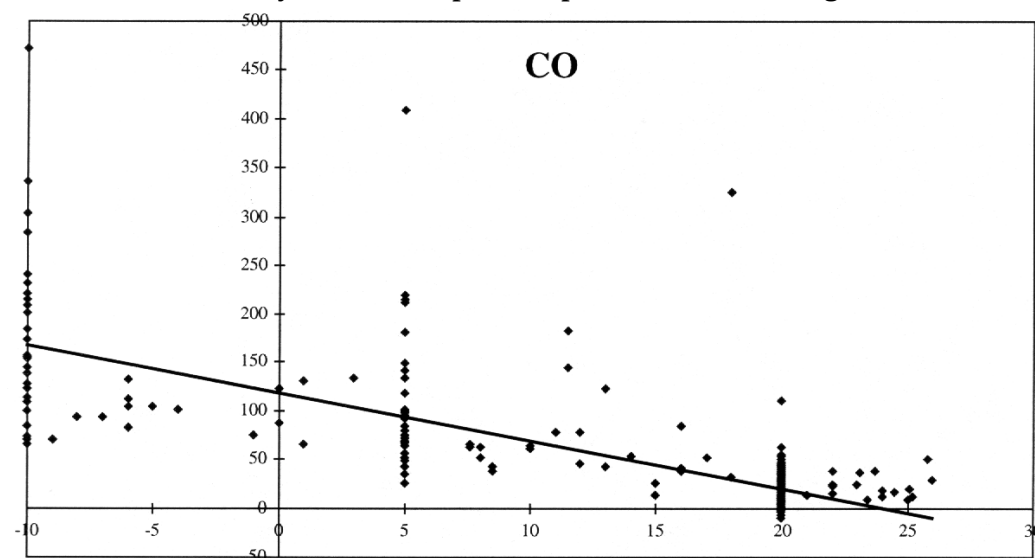
De utslippsfaktorene for PAH som er brukt for lette biler ved forskjellige skilte hastigheter er vist i vedlegg 2.1. Av årsaker som er nevnt tidligere, hovedsakelig manglende og varierende datagrunnlag, er verdiene usikre og er derfor avrundet til hele mikrogram/km.

2.2.2. Personbiler, startutslipp

Start av en motor gir alltid *tillegg i utslippene* og i drivstofforbruket. Hovedårsaken er at for å få startet motoren når det er kaldt, er det nødvendig å bruke fet blanding. Dette medfører *dårlig forbrenning*, og derav følger økte utslipp og drivstofforbruk. Utslipp av alle utslippskomponentene øker ved kjøring i kaldere klima, også NO_x. De øker fordi den indre friksjonen i motoren og drivverket øker. Det medfører økt temperatur i forbrenningsrommet dersom man ønsker samme effekt ut på drivhjulene som når motoren er varm. Samtidig vil imidlertid motoren gå på fetere blanding når det er kaldt i startminuttene, noe som tenderer mot lavere NO_x-utslipp.

Tilleggene øker jo *lavere starttemperaturen* er. Ved start der motortemperaturen er over +20°C, gir starten bare en liten økning i utslipp og forbruk sammenlignet med start med gjennomvarm motor (+80°C). Et eksempel på tillegget av CO som en start gir, er vist i figur 2.6.

Figur 2.6. Kaldstarttillegget av CO (gram) som funksjon av starttemperaturen (°C) fra ulike biler med treveiskatalysator. Hvert punkt representerer en måling med en bil.



Kilde: Sérié og Joumard (1996)

Figuren viser at *spredningen* av de individuelle bilenes kaldstartutslipp er *stor*, og at en matematisk beskrivelse blir gjennomsnittlig. I modellberegningene er det i likhet med blant andre (Sérié og Joumard 1996) brukt en *lineær sammenheng* mellom kaldstarttillegget og starttemperaturen:

$$\text{Kaldstarttillegg (gram/start)} = A \cdot \text{motorstarttemperatur(°C)} + B \quad (13)$$

der A og B er konstanter avhengig av utslippskomponenten og kjøretøytypen.

Verdiene for A og B finnes i vedleggstabell 1 i vedlegg 2.

Hovedkilden for A og B verdiene er Sérié og Joumard (1996) og Copert II (EEA 1997). Sérié og Joumard's rapport er fra desember 1996 og er utarbeidet som en del av arbeidet innen COST 319 (europeisk samarbeids-program for koordinering av nasjonal forskning) og med det såkalte MEET-programmet (Methodologies for Estimating Air Pollution Emissions from Transport). Verdiene gjelder for person- og lette varebiler. De er beregnet ut fra et omfattende datamateriale fra 12 ulike avgasslaboratorier i Europa og omfatter resultater fra målinger av 460 biler uten katalysator, 1 784 biler med katalysator, 315 dieserbiler uten og 9 med katalysator.

Copert II verdiene (EEA 1997) gjelder også for person- og lette varebiler, samt LPG-biler, lastebiler og busser med totalvekt under 3,5 tonn. Copert II er en oppdatering av Eggleston et al (1991). Verdiene for kaldstartutslippene i andre oppdatering er uendret fra første oppdatering fra 1991, som vi også brukte som beregningsgrunnlag i "Utslipp fra veitrafikken i Norge" (SFT 1993). I denne rapporten er altså kaldstarttilleggene beregnet på nytt med A og B konstanter.

I Copert II (EEA 1997) er kaldstartutslippene oppgitt som relative utslippsfaktorer

$e^{\text{cold}}/e^{\text{hot}}$ (utslippet fra en kjøretur etter en *kaldstart* delt på utslippet fra en kjøretur etter en *varmstart*).

De relative faktorene er da omregnet til formen med A og B-verdier ut fra gjennomsnittshastighet 26 km/t og en midlere turlengde på 11 km. Den er satt til 11 km for å være sikker på at vi kan regne med at motoren blir gjennomvarm.

Størrelsen av starttillegget er noe avhengig av den *midlere hastigheten*. I denne rapporten er det valgt å relatere alle starttillegg til bykjøring med gjennomsnittshastighet 26 km/t.

COPERT II (EEA 1997) oppgir at dataene gjelder mellom -10 og +30°C. Dataene fra Sérié og Joumard (1996) er basert på målinger mellom -10 og +26°C. Vi har valgt å sette gyldighetsområdet noe lavere, -10 til +20°C, for å sikre at kaldstarttillegg, som er beregnet fra COPERT II data, ikke blir negative. Formelen for kaldstarttillegget kan benyttes ved lavere temperatur enn -10°C, men underestimerer da kaldstarttillegget. Imidlertid gir det en bedre tilnærming enn å sette kaldstartutslippet lik en konstant verdi, f.eks. kaldstartutslippet ved -10°C. Over 20°C settes kaldstarttillegget lik 0.

Korrigerer for korte turer.

Kaldstarttillegget angir tillegget i utslipp og forbruk for en kjøretur som forutsettes å vare til motoren er *gjennomvarm*. Dersom kjøreturen er *kortere*, og avsluttes før motoren er gjennomvarm, blir det reelle kaldstarttillegget mindre. I beregningene er kaldstarttillegget korrigert for dette med et ekstra ledd:

$$\text{Kaldstarttillegg (gram/start)} = [A \cdot (\text{motorstarttemperatur}^\circ\text{C}) + B] \cdot [1 - e^{C \cdot (\text{turlengde, km})}] \quad (14)$$

der turlengden i km er inkludert og C er en konstant som er avhengig av utslippskomponenten og biltypen.

Verdiene for C for CO, VOC, NO_x og drivstofforbruk er hentet fra Sérié og Joumard (1996). Kildematerialet inneholder ikke C-verdier for partikkelutslipp fra dieslbiler. I beregningene er de satt lik de for CO, som vi antar er den komponenten partikkelutslippene har nærmest sammenheng med. Alle valgte verdier for korreksjonsfaktoren C er vist i vedleggstabell 1 i vedlegg 2.

Når motoren stoppes etter en kjøretur, vil motortemperaturen *synke* gradvis ned mot omgivelsestemperaturen. Hvor *fort* den synker vil være en funksjon av forskjellen mellom utetemperaturen (t_{ute}) og motortemperaturen ved stopp (t_1). Motortemperaturen ved stopp er en funksjon av forrige *starttemperatur* (t_0) og *kjøreturens lengde* (L). Den nye starttemperaturen ($t^\circ\text{C}$) etter en slik stopp av motoren, og en pause (θ min), kan beskrives med følgende empiriske formel:

$$\text{Motorstarttemperatur etter en stopp, }^\circ\text{C} = t_{ute} + [t_0 - t_{ute} + (80 - t_0) \cdot (1 - e^{-0,8 \cdot L})] \cdot 10^{-0,005 \cdot \theta} \quad (15)$$

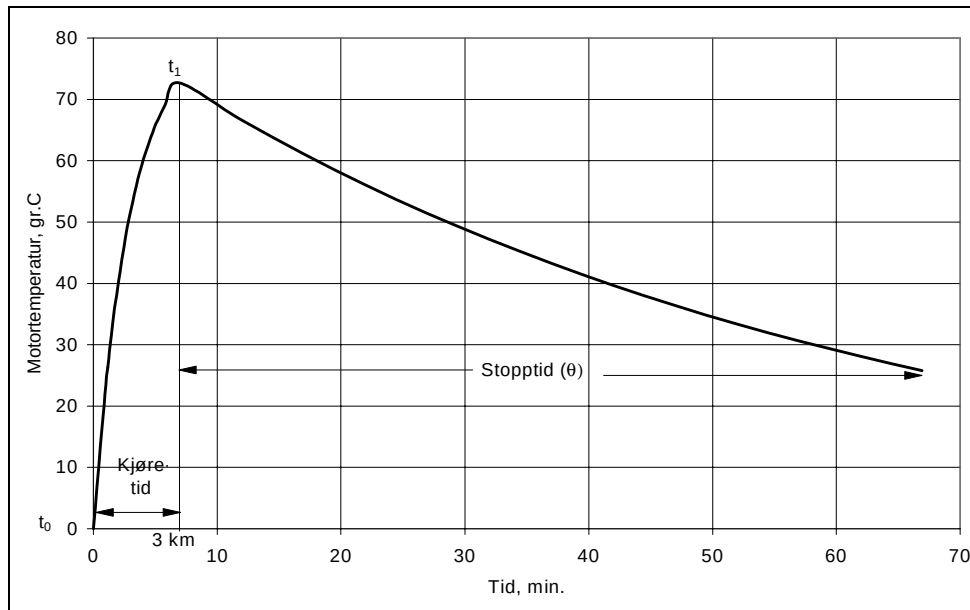
t_{ute} :	Utetemperaturen i °C
t_0 :	Motorens starttemperatur ved foregående start
L:	Kjørelengde i km fra foregående start til motoren stoppes
θ :	Stopptid i minutter.

Forløpet er illustrert i figur 2.7.

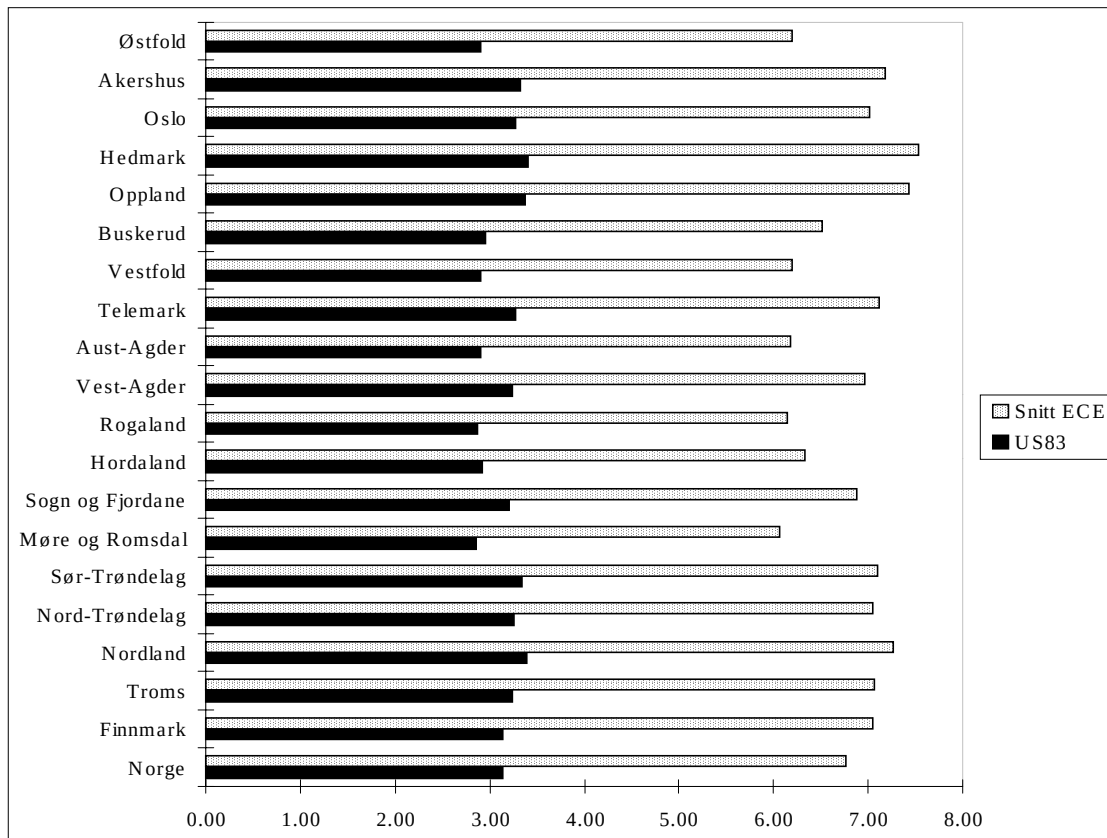
Dersom motoren er tilkoblet en *motorvarmer*, vil motorstarttemperaturen være omtrent 40 grader C høyere enn omgivelsestemperaturen. Modellen korrigerer motorstarttemperaturen utfra bruken av motorvarmer, for nærmere opplysninger om hvordan denne korrigeringen er gjort, se vedlegg 4.

De store *klimatiske forskjellene* mellom regionene i Norge gjenspeiles i utslipps- og forbruksfaktorene. Et eksempel på dette er variasjonen i startutslippet av NMVOC, se figur 2.8. De beregnede faktorene som g/start er vist i vedleggstabell 2 i vedlegg 2.1. Reisevanemønsteret som ligger bak disse beregningene er vist i avsnitt 2.6.5. Det er kun *gjennomsnittsfaktorene* for hele landet som går videre til hovedberegningene i veitrafikkmodellen.

Figur 2.7. Motortemperatur ved start fra 0°C, kjøring i 3 km, deretter stopp. Avkjøling av motoren ved 0°C i 60 minutter.



Figur 2.8. Gjennomsnittlig startutslipp av NMVOC pr. fylke for personbiler. g/start. Korrigert for bruk av motorvarmer



2.2.3. Personbiler, aldringsfaktorer

Når bilene brukes, vil *slitasje*, beleggdannelse i motoren og elding av katalysatoren gjøre at utslippene og drivstofforbruket *endres* etter hvert. Dette er beskrevet i modellen med *aldringsfaktorer*. De er oppgitt som et *tillegg til basisutslippet* pr. 10 000 km kjørt. Faktorene anvendes som følger:

$$Utslipp(s) = Utslipp(0) \cdot (1 + s \cdot aldringsfaktor) \quad (16)$$

Der: $Utslipp(s)$ = Utslipp for en bil som har total kjørelengde s .
 $Utslipp(0)$ = Utslipp fra helt nye biler.
 s = Utkjørt distanse i antall 10 000 km. ($s=8$ svarer til 80 000 km).
 $aldringsfaktor$ = Faktoren som bestemmer økningen i utslippet med økende kjørelengde.

For *katalysatorbiler* vil utslippene og drivstofforbruket *øke* noe ettersom katalysator og motor eldes. Hvor mye drivstofforbruket øker, er det ikke funnet relevante data for. Etter skjønn er det anslått at drivstofforbruket for biler uten katalysator øker med 4 prosent fra den er ny til den har kjørt 150 000 km. Drivstofforbruket for biler med treveiskatalysator er ventet å endres mindre over bilens levetid, idet motoren hele tiden styres av λ -sonden til å operere under mer konstante forbrenningsbetingelser. Imidlertid slites motoren, og det er anslått at forbruket øker med 2 prosent fram til 150 000 km.

Ved elding av katalysatorbiler er det to faktorer som til sammen bidrar til økte utslipp. Den ene er at katalysatoren bruker *lengre tid* på å nå "light-off"-temperaturen (der konverteringen starter), noe som øker startutslippene. Det tar altså lengre tid før katalysatoren vil begynne å redusere utslippene. Dette er spesielt betydningsfullt ved lave temperaturer om vinteren. Den andre faktoren er at katalysatorens *virkningsgrad* blir *dårligere* etter hvert fordi den gradvis bli forurensset av ulike stoffer og i tillegg brytes ned termisk.

Det tilgjengelige datagrunnlaget for beregning av aldringsfaktorer er bedre nå enn i forrige utgave av rapporten (SFT 1993). Blant annet er det flere kilder. I tabell 2.9 har vi vist de beregnede faktorene fra de ulike kildene for katalysatorbiler.

Tabell 2.9. Aldringsfaktorer beregnet fra ulike kilder for biler med treveiskatalysator

Kilder	NO _x	CO	HC
Hassel et al (1994) (regresjonsanalyse av utslipp fra 178 biler)	0,073	0,067	0,064
Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, NL (1996) (420 målinger av ulike biler med kilometerstand fra 1 000 til 187 000 km)	0,091	0,093	0,065
Hassel und Weber (1989) (74 Audi/VW politibiler over 3 år)	0,150	0,050	0,038
Schwitzer et al (1994) (7 biler fra 0 til 100 000 km)	0,049	0,052	0,073
Kutscher (1992) (estimert av TI fra 10 biler med 80 000-150 000 km)	0,027	0,063	0,011
SFT (1993) (Beregnete verdier fra målinger ved TI)	0,17	0,17	0,12

Ved *valg av endelige aldringsfaktorer* for modellen har vi lagt mest vekt på faktorene fra Hassel et al (1994) og Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (1996), se tabell 2.10. De bygger på det mest omfattende materialet. I den første kilden presiseres det at beregning av allmenngyldige aldringsfaktorer bør baseres på målinger av utslipp fra et stort antall brukte biler fra trafikken, og ikke på offisielle stikkprøveresultater av holdbarhet av typegodkjente biler der det ofte blir benyttet biler som er spesielt gjennomgått av fabrikanten på forhånden. Dette er det, så langt det har vært mulig, tatt hensyn til.

Det er ikke på tilsvarende vis beregnet aldringsfaktorer for *lette biler uten katalysator* siden disse utslippsfaktorene delvis er basert på målinger fra bruktbiler. Gjennomsnittsverdiene inkluderer således til en viss grad effekten av aldring. Vi har likevel på skjønn anslått at CO-utslippet øker med 50 prosent, VOC-utslippet øker med 30 prosent og NO_x-utslippet reduseres med 10 prosent fram til kjørte 150 000 km. Disse endringene skyldes både slitasje og manglende vedlikehold. Biltilsynets kontroller av brukte bilers CO-innhold ved tomgang viser at en betydelig del av bilparken overskrider

grenseverdiene. Disse bilene vil sannsynligvis ha høyt CO-utslipp også under andre driftsforhold. Anslagene over virker derfor rimelige.

For *lette dieselbiler* finnes det svært få data. De eneste vi har funnet er fra Nederland¹¹ der utslippene er målt fra 8 dieselpersonbiler med teknologi som tilfredsstiller kravnivå ECE 15-04. Bilene tilsvarer de vi i beregningene har kalt "Ikke krav". Kjørelengden er fra noen hundre opp til 210 000 km. Beregnede gjennomsnittlige aldringsfaktorer basert på dataene er vist i tabell 2.11. Faktoren for forbruket er etter skjønn satt til 0,002.

For *lette dieselbiler* som tilfredsstiller kravnivå US87/90 eller tilsvarende er det bare funnet data fra en kilde og en bil. Beregnede aldringsfaktorer fra dataene er vist i tabell 2.12.

Tabell 2.10. Valgte aldringsfaktorer for lette bensinbiler med og uten treveiskatalysator

	NO _x	CO	VOC	Forbruk
Treveiskatalysator	0,08	0,08	0,07	0,0015 ¹
Uten treveiskatalysator	-0,007	0,033	0,020	0,003

¹ Eget skjønn

Tabell 2.11. Aldringsfaktorer for diesel personbiler uten krav

Kilde	NO _x	CO	VOC	PM
Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, NL (1996) (8 diesel personbiler, max 210 000 km)	-0,03	0,002	0,03	0,04

Tabell 2.12. Aldringsfaktorer for diesel personbil med kravnivå US87/90

Kilde	NO _x	CO	VOC	PM
Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, NL (1996) (1 diesel personbil, 150 000 km)	-0,002	-0,008	0,025	0,007

For *lette dieselbiler* som tilfredsstilte US87/90-krav fantes det holdbarhetskrav i våre nasjonale bestemmelser for utslippene inntil 80 000 km. De var gitt ved de såkalte forringelsesfaktorene:

$$\begin{array}{llll}
 \text{Forringelsesfaktor}_{CO} & = & 1,1 & \text{som gir Aldringsfaktor}_{CO} = 0,013 \\
 \text{Forringelsesfaktor}_{VOC} & = & 1,0 & \text{som gir Aldringsfaktor}_{VOC} = 0 \\
 \text{Forringelsesfaktor}_{NO_x} & = & 1,0 & \text{som gir Aldringsfaktor}_{NO_x} = 0 \\
 \text{Forringelsesfaktor}_{Partikler} & = & 1,2 & \text{som gir Aldringsfaktor}_{Partikler} = 0,025
 \end{array}$$

Med bakgrunn i dette har vi for *lette dieselbiler med kravnivå US87/90 eller strengere* valgt følgende aldringsfaktorer:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Aldringsfaktor}_{CO} & = 0,01 \\
 \text{Aldringsfaktor}_{VOC} & = 0,01 \\
 \text{Aldringsfaktor}_{NO_x} & = 0 \\
 \text{Aldringsfaktor}_{Partikler} & = 0,02 \\
 \text{Aldringsfaktor}_{Forbruk} & = 0,001 \text{ (Eget skjønn)}
 \end{array}$$

Aldringsfaktorene er gitt som et tillegg pr. 10 000 km, se vedlegg 2.1. Selv om utslippene sjelden endres kontinuerlig på denne måten i virkeligheten, gir metoden et brukbart gjennomsnittsbilde av forholdet. Imidlertid kan metoden gi et galt bilde av utslippene dersom kjørelengden blir svært stor. I modellen er det derfor brukt en maksimal kjørelengde for korreksjon av basisfaktorene med aldringsfaktorene. For lette biler er den satt til 200 000 km. Det tilsvarer omtrent den maksimale kjørelengden som har vært tilgjengelig for utslippsfaktorer. Den tilsvarer også den grensen man i den

¹¹ Project In-use Compliance Air Pollution by Cars. Annual report 1994-1995.

såkalte Stockholmsgruppen brukte for “full useful life” for lette biler. For kjørelengder over 200 000 km benyttes utslippsfaktorene ved 200 000 km.

2.2.4. Fordampingsutslipp av NMVOC

Drivstoffer er blandinger av hydrokarboner. En del av dem har *lavt kokepunkt* og *fordamper* i en viss grad fra drivstofftanken og deler av drivstoffsystemet både under kjøring og når bilen er parkert.

Som beskrevet i avsnitt 1.2.10, er det tre typer fordampingsutslipp fra kjøretøy:

- *Døgnutslipp* som følge av temperaturvariasjoner over døgnet (“Diurnal emissions”)
- Utslipp etter *parkering med varm motor* (“Warm and hot soak emissions”. “Warm” betyr at motortemperaturen er $<70^{\circ}\text{C}$ når bilen parkeres, “hot” at den er $>70^{\circ}\text{C}$)
- Fordamping *under kjøring* (“Running losses”).

I tillegg kommer utslipp ved *tanking* (“Filling losses”). Det kommer fra tanken når den fylles med nytt drivstoff. Da fortrenses den mettede drivstoffdampen i tanken og slippes ut til atmosfæren.

Opptankingsutslipp er ikke inkludert i denne modellen. Disse utslippene beregnes i SSBs hovedmodell som omfatter utslipp til luft i Norge fra alle kjente kilder.

Bare *bensinkjøretøy* gir vesentlige fordampingsutslipp. Dieseldrivstoff består hovedsakelig av lite flyktige komponenter som ikke gir nevneverdige fordampingsutslipp. LPG har riktignok lavt kokepunkt, men drivstoffsystemet er helt lukket og gir ikke fordampingsutslipp.

Beregninger

Størrelsen av fordampingsutslippene varierer med *teknologien* i kjøretøyet, *drivstoffets egenskaper* og *omgivelsestemperaturen*.

For beregning av fordampingsutslippene er det valgt å bruke de beregningsformlene som er gjengitt i CORINAIR Emission Inventory Guidebook 1996 (Gasoline Evaporation from Vehicles, table 4) (EEA 1996). De stammer hovedsakelig fra CONCAWE (1987 OG 1990), Eggleston (1991), Heine and Baretti (1987) og US EPA (1990). Forøvrig vises det til Samaras et al (1997 b). Formlene er vist i tabell 2.13.

Tabell 2.13. Formler for beregning av fordampingsutslipp. Corinair (1996)

<i>Fordampingsutslipp</i>	<i>Uten karbonkanister</i>	<i>Med karbonkanister</i>
Døgnutslipp (“Diurnal emissions”), E_d g/døgn	$9,1e^{(0,0158(RVP-61,2) + 0,0574(ta,min - 22,5) + 0,0614(ta, rise - 11,7))}$	$0,2 * \text{“Uten kanister”}$
Utslipp fra forgassermotorer etter parkering med motortemp. $<70^{\circ}\text{C}$, (“warm soak emissions”), $e_{s, warm}$ gram/test	$e^{(-1,644 + RVP + 0,07521ta)}$	$0,2e^{(-2,41 + 0,02302RVP + 0,09408ta)}$
Utslipp fra forgassermotorer etter parkering med motortemp. $>70^{\circ}\text{C}$ (“hot soak emissions”), $e_{s, hot}$ gram/test	$3,0042e^{(0,02 RVP)}$	$0,3e^{(-2,41 + 0,02302RVP + 0,09408ta)}$
Utslipp fra innsprøytningsmotorer etter parkering med varm motor (“warm and hot soak emissions”), e_i gram/test	0,7	Ingen
Fordamping under kjøring med motortemp. $<70^{\circ}\text{C}$ (“warm running losses”), $e_{r, warm}$ g/km	$0,1e^{(-5,967 + 0,04259RVP + 0,1773ta)}$	$0,1 * \text{“Uten kanister”}$
Fordamping under kjøring med motortemp. $>70^{\circ}\text{C}$ (“hot running losses”), $e_{r, hot}$ g/km	$0,136e^{(-5,967 + 0,04259RVP + 0,1773ta)}$	$0,1 * \text{“Uten kanister”}$

I formelen inngår følgende parametre:

- RVP: Drivstoffets damptrykk (Reid Vapor Pressure) i kPa ved 37,8°C
 t_a : Månedlig middeltemperatur, °C
 $t_{a, \min}$: Månedlig midlere minimumstemperatur, °C
 $t_{a, \text{rise}}$: Månedlig midlere dagtemperatur, °C.

I formlene i tabell 2.13. er det ikke tatt hensyn til at utslippsmengdene fra “warm and hot soak” etter en parkering er avhengig av parkeringstiden. Ifølge en utredning (Samaras 1997b) utført for EU om ulike beregningsmetoder har dette liten betydning så lenge parkeringstiden er over 2,5 timer. I våre beregninger har vi imidlertid inkludert en korrigeringsfaktor, k_s , for fordampingsutslippene etter parkering som korrigerer for kortere stopptider. Korreksjonsfaktoren er basert på tyske beregninger (RWTÜV 1993). Den lages med formelen:

$$k_s = [A \cdot (1 - e^{-B \times \text{stopptiden i minutter}}) + C] / (A + C) \quad (17)$$

Benyttede verdier for A, B og C fra RWTÜV (1993) er vist i tabell 2.14.

Tabell 2.14. Konstanter for “warm and hot soak” utslipp ifølge RWTÜV (1993)

	Uten karbonkanister (biler reg. før 1-1-89)			Med karbonkanister (biler reg. etter 1-1-89)		
	A	B	C	A	B	C
Parkering med motortemperatur <70°C	7,073	0,0185	-0,0401	0,831	0,0127	-0,0104
Parkering med motortemperatur >70°C	10,948	0,0630	-0,3020	0,836	0,0203	0

Typisk RVP for *norsk bensin* er ifølge Norsk Petroleumsinstitutt 70 kPa om sommeren og 90 kPa om vinteren. Tilsvarende er året delt i to; en vintersesong og en sommersesong på 6 måneder hver. 12°C er valgt som en typisk sommertemperatur og 0°C som en typisk vintertemperatur (veid middeltemperatur for Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø). Den midlere variasjonen i temperaturen fra dag til natt er satt til 6,4°C. Midlere minimumstemperatur er satt til 8,8°C og -3,2°C for henholdsvis sommer og vinter.

De samlede fordampingsutslippene fra en bil, $E_{\text{fordamping}}$, er beregnet slik:

$$E_{\text{fordamping}} \text{ (gram/bil/døgn)} = E_d + S_f + S_i + R \cdot l \quad (18)$$

- der E_d = døgnutslipp i gram/bil/døgn
 S_f = midlere utslipp i g/døgn fra parkeringer av bil med forgasser, med motortemperatur både over og under 70°C.
 S_i = midlere utslipp i g/døgn fra parkeringer av bil med innsprøytningsanlegg, med motortemperatur både over og under 70°C.
 R = fordamping under kjøring i g/km
 l = midlere kjørelengde pr. døgn i km.

$$S_f = (1-q) \cdot (p \cdot x \cdot e_{s, \text{hot}} \cdot k_{s, \text{hot}} + (1-p) \cdot x \cdot e_{s, \text{warm}} \cdot k_{s, \text{warm}}) \quad (19)$$

$$S_i = q \cdot e_i \cdot x \cdot k_{s, \text{hot/warm}} \quad (20)$$

$$R = p \cdot e_{r, \text{hot}} + (1-p) \cdot e_{r, \text{warm}} \quad (21)$$

hvor

- q = andel av bilene som har bensininsprøytning
 p = andel av turene som avsluttes med motortemperatur >70°C
 x = antall turer pr. dag, regnet ut som gjennomsnitt i året
 $e_{s, \text{hot}}$ = faktor for utslipp etter parkering med motortemperatur >70°C
 $e_{s, \text{warm}}$ = faktor for utslipp etter parkering med motortemperatur <70°C
 e_i = faktor for utslipp etter parkering av biler med bensininsprøytning med motortemperatur både over og under 70°C
 $e_{r, \text{hot}}$ = faktor for utslipp under kjøring med motortemperatur >70°C

$e_{r, \text{warm}}$ = faktor for utslipp under kjøring med motortemperatur $<70^{\circ}\text{C}$
 k_s = korreksjonsfaktor for parkeringstid.

Årlig midlere kjørelengde for biler (l) registrert før 1.1.89 er satt til 12 200 km, mens 17 350 km er valgt som kjørelengde for biler registrert etter denne datoen (upubliserte beregninger fra undersøkelsen Eie og bruk av personbil, Monsrud (1997)).

I TØIs reisevaneundersøkelse fra 1992 er andelen bilreiser med personbil av forskjellig lengde oppgitt, se tabell 2.15.

Tabell 2.15. Data for reiselengder med personbil. 1992.

Reiselengde	Andel Vinter	Andel Sommer
0-1 km	17	15
1-2 km	13	12
2-3 km	11	10
3-4 km	7	7
>4 km	52	56

Kilde: TØI (1993)

I denne undersøkelsen regnes enhver stopp, f.eks. for å gjøre et ærend, som avslutning på en reise. Midlere turlengde er satt til 13,9 km i Transportytelser på norsk område 1945-1996 (Rideng 1997a). Denne verdien er brukt i beregningene.

I beregningene inngår også midlere *antall turer pr. dag* (årgsnitt), som er beregnet ut fra årlig kjørelengde og midlere turlengde:

$$\text{Midlere antall turer pr. dag} = \text{Årlig kjørelengde} / (365 \cdot 13,9) \quad (22)$$

Det gir 2,4 turer pr. dag for biler registrert før 1.1.89 og 3,4 turer for de øvrige.

I beregningene inngår andelen av turer som avsluttes med *motortemperaturer over* (p) og *under* 70°C . Fra en kaldstart er det anslått at en typisk personbil må kjøre 3 km om sommeren og 4 km om vinteren for å nå denne temperaturen. Ifølge tabell 2.15 tilsvarer dette ca. 37 prosent av turene om sommeren og ca. 48 prosent om vinteren. Starter med helt kald motor skjer strengt tatt bare om morgenen og etter arbeidstid. Det er derfor sannsynlig at det bare er 2 av turene pr. dag som *kan* avsluttes med ikke gjennomvarm motor. Det er i gjennomsnitt henholdsvis 37 og 48 prosent sannsynlighet for at de gjør det. Regnestykket kan altså gjøres slik:

Andelen av personbilturer som avsluttes med motortemperatur $<70^{\circ}\text{C}$, (1-p):

<i>Biler registrert før 1.1.89, sommer:</i>	$2/2,4 \cdot 0,37 = 0,31$
<i>Biler registrert før 1.1.89, vinter:</i>	$2/2,4 \cdot 0,48 = 0,40$
<i>Biler registrert etter 1.1.89, sommer:</i>	$2/3,4 \cdot 0,37 = 0,22$
<i>Biler registrert etter 1.1.89, vinter:</i>	$2/3,4 \cdot 0,48 = 0,28$

Ut fra Reisevaneundersøkelsen er det også antatt at turer som avsluttes med motortemperatur under 70°C har stopptid på 60 minutter, mens de som avsluttes med varm motor har stopptid på 40 minutter.

Settes samtlige verdier ovenfor inn i beregningsformlene, fås gjennomsnittlige fordampingsutslipp fra personbiler, $E_{\text{fordamping}}$, som vist i tabell 2.16.

Tabell 2.16. Fordampingsutslipp fra bensindrevne personbiler

Registreringsdato	Sommer		Vinter	
	Før 1-1-89	Etter 1-1-89	Før 1-1-89	Etter 1-1-89
VOC-utslipp, gram/bil/døgn	23	0,9	26	0,5

Faktorene for eldre biler er *betydelig lavere* enn beregnet i forrige utgave av rapporten (som var henholdsvis 36 og 44 g/bil/døgn). Endringene kan hovedsakelig tilskrives at data fra reisevaneundersøkelsen på kjøremønstre er utnyttet fullt ut nå.

Aldringsfaktor

Aldringsfaktorer for fordampingsutslipp har ikke vært tilgjengelige. Det er imidlertid liten grunn til å tro at de endrer seg vesentlig med kjøretøyenes totale kjørelengde eller med alderen. Aldringsfaktoren settes derfor til null.

2.2.5. Utslipp fra mopeder og motorsykler

Utslippsfaktorer

Det finnes svært *få data* for utslipp fra mopeder og motorsykler. Det kildematerialet som Eggleston et al (1991) har basert seg på, er antakelig det beste. I utgangspunktet har man hatt utslippsfaktorer for bykjøring. Disse har så blitt noe korrigert for landeveis- og motorveikjøring. Man har regnet med at mopedene bare kjøres i byen, mens motorsykler har både by-, landeveis- og motorveikjøring. I Eggleston et al (1991) karakteriseres utslippsfaktorene som et røft estimat. De følgende verdiene i tabell 2.17 er beregnet ut fra disse verdiene.

Vi har imidlertid tillatt oss å korrigere dataene for VOC og CO for motorsykler med 2-taktsmotor. De er oppgitt med verdier som betyr henholdsvis 500 g/kg og 730 g/kg drivstoff. Det betyr at halvparten av bensinen går uforbrent gjennom motoren, mens CO-innholdet i eksosen blir 6-7 prosent. Dette er lite realistisk, og verdiene er derfor redusert til henholdsvis 300 og 500 g/kg.

Tabell 2.17. Utslippsfaktorer fra kjøring med motorsykler og mopeder

	Drivstoff- forbruk kg/km	CH ₄ g/kg	N ₂ O g/kg	NO _x g/kg	NMVOC g/kg	CO g/kg	Partikler g/kg
Mopeder, <50ccm	0,018	6	0,06	3	300	560	0,14
Motorsykler, 2-taktsmotor	0,030	5	0,07	3	300	500	0,14
Motorsykler, 4-taktsmotor	0,038	5	0,05	8	70	530	0,14

Når det gjelder fordampingsutslipp fra *mopeder og motorsykler*, er det lite konkrete data å gå ut fra. I Eggleston et al (1991) har man antatt at for mopeder er fordampingsutslippene 0,2 ganger utslippene fra personbiler uten katalysator, og for motorsykler 0,4 ganger så stor. Dette gir 5 g/dag for mopeder og 10 g/dag for motorsykler for sommer og vinter. Resultatene er vist i tabell 2.18.

Tabell 2.18. Fordampingsutslipp fra mopeder og motorsykler

	Sommer	Vinter
Fordampingsutslipp, mopeder, g/moped/dag	5	5
Fordampingsutslipp, motorsykler, g/sykkel/dag	10	10

Aldringsfaktorer

Data for aldringsfaktorer for utslipp fra mopeder og motorsykler har *ikke vært tilgjengelige*. Slike kjøretøy har imidlertid betydelig kortere holdbarhet (som kjørelengde) enn bensindrevne personbiler.

Skjønnsmessig er derfor aldringsfaktorene for mopeder og 2-takts motorsykler satt til 4 ganger så stor som for bensindrevne personbiler, og for 4-takts motorsykler 2 ganger så stor. For metan og lystgass finnes ingen data. Faktorene er vist i tabell 2.19.

Tabell 2.19. Aldringsfaktorer for mopeder og motorsykler

	NO _x	NM VOC	CO	Partikler	CH ₄	N ₂ O	Drivstoffforbruk
Mopeder, <50ccm	-0,03	0,08	0,13	0,01	-	-	0,01
Motorsykler, 2-taktsmotor	-0,03	0,08	0,13	0,01	-	-	0,01
Motorsykler, 4-taktsmotor	-0,01	0,04	0,07	0,01	-	-	0,01

Utslipp (ved S(10 000 km) = Utslippsfaktor * (1 + S*aldringsfaktoren)

Kaldstartfaktorer

Det finnes ikke tilgjengelig materiale om kaldstartfaktorer for mopeder og motorsykler. I likhet med Eggleston et al (1991) er derfor ingen oppgitt.

2.3. Utslippsfaktorer: Biler med totalvekt over 3 500 kg

Biler med totalvekt over 3 500 kg omfatter:

- *Lastebiler* (kjøretøykategori N2 og N3) med bensin, diesel eller LPG
- *Busser* (kjøretøykategori M2 og M3) med bensin, diesel eller LPG.

De kalles ofte “tunge biler”, og internasjonalt “Heavy-Duty Vehicles”, forkortet til HDV.

Alle utslippsfaktorer for tunge kjøretøy som er brukt i modellen er vist i vedlegg 2.2, se vedleggstabellene 9-14.

Det finnes *færre tilgjengelige* utslippsfaktorer for tunge enn for lette biler. Data for kaldstartfaktorer for tyngre kjøretøy har ikke vært tilgjengelig. Antakelig er de av liten betydning utenom for partikler og VOC fra dieslbiler. Kaldstart av tunge dieselskjøretøy kan gi betydelige utslipp av uforbrent dieseldrivstoff (“hvittrøyk”) som regnes som partikler. Imidlertid er det ikke funnet data for slike utslipp.

Dieseldrevne biler har i motsetning til de bensindrevne ikke nevneverdig *fordampingsutslipp*. LPG-bilene har helt lukket drivstoffsystem og ikke fordampingsutslipp. Det er få bensindrevne tunge biler i Norge, og i modellen er deres fordampingsutslipp satt likt med det fra de lette bensindrevne.

Det følgende omtaler inndeling i kjøretøykategorier, beregning av utslippsfaktorene og kort om metodikk for omregning av utslippsfaktorer mellom g/kWh, g/km og g/kg drivstoff.

Kjøremodi

I likhet med lette kjøretøy er også de tunge kjøretøyenes utslipp avhengig av *måten de blir kjørt på*, eller av kjøreprogrammet. Når utslippsverdier oppgis, er de derfor alltid knyttet til et eller annet *kjøreprogram* eller en kjøremodus. Heller ikke for tunge kjøretøy finnes det nevneverdige tilgjengelige måldata for hva de slipper ut i virkelig trafikk.

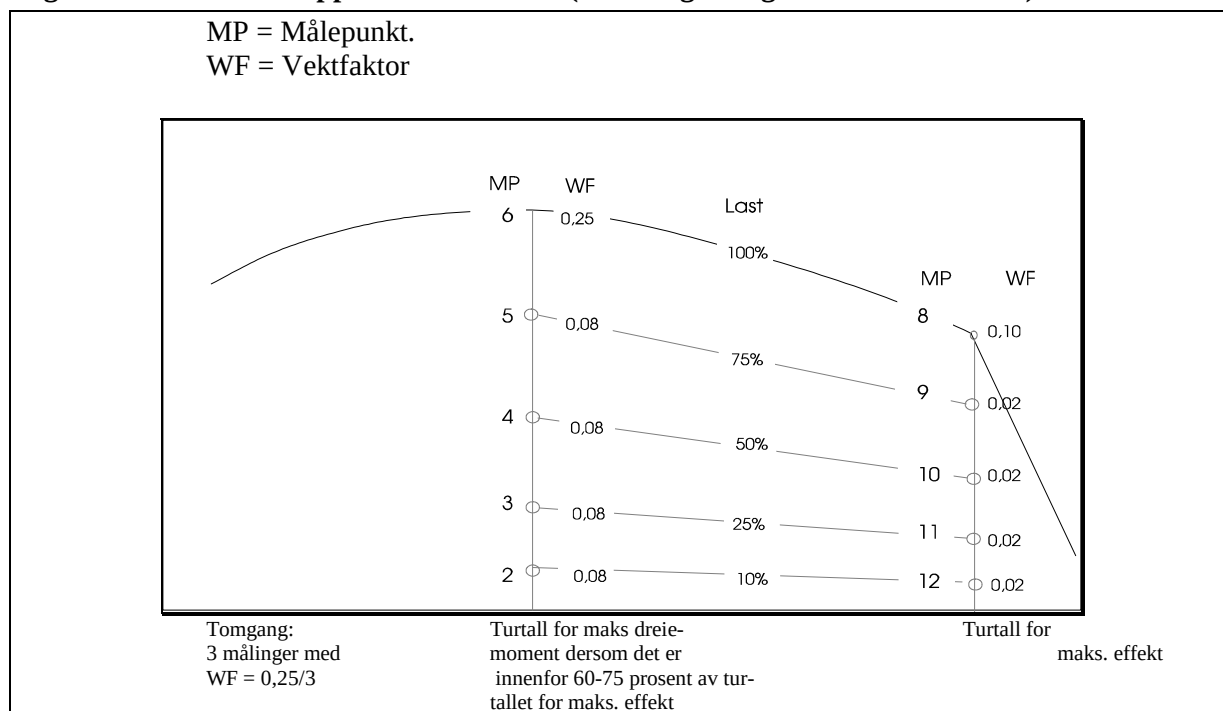
Målinger av utslipp foregår alltid i laboratorier der motorer eller kjøretøyer kjøres gjennom bestemte normerte kjøreprogram, mens utslippene måles. For person- og varebiler er det alltid kjøretøyet som kjøres og da på et chassisdynamometer. For busser og lastebiler er det vanligvis motorene som kjøres

separat i et motordynamometer, men det finnes også resultater fra målinger der hele busser eller lastebiler er kjørt på chassisdynamometer. I disse ulike tilfellene brukes det forskjellige kjøresykluser som skal representere ulike typer kjøring. I Europa bruker man nå bare én kjøresyklus for standardiserte utslipp fra tunge kjøretøy (ECE 13-mode for HDV, som er en motordynamometertest). I USA og Japan brukes andre sykluser, som også brukes til spesielle formål i Europa.

ECE 13-mode.

Dette er det vanlige europeiske program til ca. år 2000 for å kjøre *dieselmotorer* for tunge kjøretøy for å måle utslippene. Utslippene fra motoren måles i 13 punkter i motorens "bruksområde" slik som vist i figur 2.9. ECE og EU arbeider med å få vedtatt nye bestemmelser som inkluderer en revidert 13-mode syklus for typegodkjenning fra år 2000. Det arbeides nå internasjonalt med å få utviklet en "world harmonised test cycle" som skal benyttes fra år 2005.

Figur 2.9. 13-mode utslippstest for motorer (ECE Reg. 49 og EEC direktiv 88/77)



Utslippene måles i hvert av punktene 2-6 og 8-12, samt tre ganger ved tomgang. Hvert utslipp multipliseres med en vektfaktor (WF) og legges til slutt sammen til et samlet utslipp, som oppgis i gram/kWh. Effekten i kWh er effekten som motoren har avgitt under målingene.

Målingene gjøres bare når *motoren er gjennomvarm*. Det måles bare med motoren under konstant turtall og belastning, altså ikke under transiente belastningsendringer slik som i virkelig trafikk. I ECE 13-mode legges det forholdsvis stor vekt på utslippene ved maksimalt dreiemoment (WF = 0,25) og ved tomgang. Når utslipp i gram/kWh skal regnes om til g/km eller g/kg drivstoff må man i tillegg kjenne kjøretøyets midlere spesifikke drivstofforbruk i gram drivstoff/kWh, og drivstofforbruket i liter/mil om utslippene skal regnes om til g/km.

Det er vanlig oppfatning at utslippsfaktorer fra ECE 13-mode målinger gir et rimelig godt bilde av utslippene fra tyngre kjøretøy ved forstads- og landeveiskjøring.

2.3.1. Utslipp fra kjøring med varm motor

Biltyper og teknologiklasser

De tunge bilene (med totalvekt over 3,5 tonn) er inndelt i typer og klasser etter *avgasskravene* i ulike år slik som vist i tabell 2.20.

Tabell 2.20. Inndeling av de tunge bilene i typer og avgasskravnivå

Biltype/Kravnivå	Årsmodell
Godsbiler , bensin > 3,5t, (N2 og N3)	
Ikke krav	-79
ECE 15-03/04	80-00
<i>Euro III (Com(97)/627/EF, forslag)</i>	01-04
Godsbiler, diesel, 3,5-7,5t (N2)	
Før 93-krav	-93
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00
<i>Euro III (Com(97)/627/EF, forslag)</i>	01-04
Godsbiler, diesel 7,5-16t (N2 og del av N3)	
Før 93-krav	-93
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00
<i>Euro III (Com(97)/627/EF, forslag)</i>	01-04
Godsbiler, diesel >16t, (rest N3)	
Før 93-krav	-93
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00
<i>Euro III (Com(97)/627/EF, forslag)</i>	01-04
Busser, bensin (M2 og M3)	
Ikke krav	-79
ECE 15-03/04	80-94
93/59/EEC, 94/12/EEC ¹	95-97
96/69/EEC	98-00
<i>Euro III (Com(97)/627/EF, forslag)</i>	01-04
Busser, diesel (M2 og M3)	
Før 93-krav	-93
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00
<i>Euro III (Com(97)/627/EF, forslag)</i>	01-04
Busser, LPG (M2 og M3)	
med TWC	94-

¹ Direktiver på samme rad i tabellen har samme kravnivå for de respektive kategorier, men trådte i kraft senere i perioden

Basis for beregning av utslippsfaktorene

Som før nevnt er det *færre tilgjengelige data* fra målinger av tunge enn fra lette kjøretøy. De fleste av dem er på formen g/kWh eller g/km. I modellberegningene ønskes faktorene på formen g/kg drivstoff. Det innebærer at drivstofforbruket også må være kjent i den aktuelle kjøremodusen for en omregning fra f.eks. g/km til g/kg. Formen de ulike utslippene blir gitt på, og målt med forskjellige sykluser, gjør at en omregning til skiltede hastighetsklasser, slik som vi har valgt i denne rapporten, er ganske usikker.

I denne rapporten er det derfor valgt å ta utgangspunkt i utslipps- og forbruksfaktorer målt hovedsakelig med ECE 13-mode syklusen, og la dem være representative for skiltet hastighet 60-70

km/t. I SFT (1993) var disse dataene representert ved utslippsfaktorene for “landeveiskjøring”. De ble beregnet ut fra et forholdsvis bredt datagrunnlag og er stort sett beholdt som basis i denne rapporten for utslippene med kravnivå “Før -93 krav”, “Ikke krav” og “Euro I”. For “Euro I” og “Euro II” er utslippsfaktorene for “skiltet hastighet 60-70 km/t” redusert tilsvarende med reduksjonene i kravnivåene.

For utslipp ved *andre skilte hastigheter* er utslippsfaktorene korrigert med faktorer som kan finnes fra de empiriske formlene Copert II (EEA 1997) bruker for utslippene som funksjon av hastigheten. Årsaken til at vi har valgt denne framgangsmåten framfor å benytte Copert IIs empiriske formler for utslippene direkte, er at vi anser utslippsdataene i den forrige rapporten for landeveis kjøring som bedre enn en del av Copert II’s faktorer. Imidlertid anser vi Copert II’s hastighetskorrigering av utslippene for anvendbare. Data for tunge bilers drivstofforbruk er hentet fra UBA (1995).

I modellen brukes *fem hastighetsklasser*. Utslippene fra biler med varm motor er beregnet separat for hver av dem med tilsvarende gjennomsnittshastigheter. I det følgende er vist hvordan utslippsfaktorene er beregnet for hver av klassene. Utslippsfaktoren i den forrige rapporten (SFT 1993) for landeveis kjøring i g/kg er kalt $U_{\text{landeveis kjøring}}$. Gjennomsnittshastigheten ved skiltet hastighet 60-70 km/t er satt til 58 km/t.

Bykjøring med skiltet hastighet 30 km/t

$$\text{Utslipp i g / kg} = U_{\text{landeveis kjøring}} \cdot \frac{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 18,7 km / t}}{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 58 km / t}}$$

Bykjøring med skiltet hastighet 50 km/t

$$\text{Utslipp i g / kg} = U_{\text{landeveis kjøring}} \cdot \frac{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 32 km / t}}{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 58 km / t}}$$

Bykjøring med skiltet hastighet 60-70 km/t

$$\text{Utslipp i g / kg} = U_{\text{landeveis kjøring}}$$

Bykjøring med skiltet hastighet 80 km/t

$$\text{Utslipp i g / kg} = U_{\text{landeveis kjøring}} \cdot \frac{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 67 km / t}}{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 58 km / t}}$$

Bykjøring med skiltet hastighet 90 km/t

$$\text{Utslipp i g / kg} = U_{\text{landeveis kjøring}} \cdot \frac{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 85 km / t}}{\text{Utslippsfaktor fra Copert II ved hastighet 58 km / t}}$$

Benzen

For tunge biler har det ikke vært tilgjengelige data fra direkte målinger av utslipp av benzen. Kildematerialet for lette biler gjør det imidlertid rimelig å anta at det kan være en brukbar korrelasjon mellom benzen-/aromat-innholdet i drivstoffet og benzenutslippet og NMVOC-utslippet. Utslippsfaktorer for tunge biler er derfor bestemt ut fra utslippsfaktorene for lette biler. De lette bilene, med motorteknologi som mest mulig tilsvarende de tunge bilene, er skalert proporsjonalt med deres respektive VOC-utslipp.

Fordi utslippsfaktorene er beregnede, og ikke stammer direkte fra målinger, er *usikkerheten* i dem *betydelig*. Det gjelder særlig i enkeltresultatene. Verdiene er avrundede. Faktorene er oppgitt i vedlegg 2.2 (vedleggstabellene 9-13).

Vanligvis er grunnlagsdataene (for lette biler) gjennomsnittsutslipp som er beregnet fra kjøring av sykluser ved start fra ca. 20°C. VOC-utslippene for tunge biler som er benyttet for å skalere opp benzenutslippene fra de lette, gjelder også for ca. 20°C. Verken data for spesifikke *kaldstarttillegg eller forringelsesfaktorer* for benzenutslipp fra tunge biler har vært tilgjengelige. Derfor er utslippsfaktorene for benzen i tabellene brukt uten spesielle korrigeringer for temperatur eller kjørelengde. Dette resulterer i en *underestimering* av utslippene.

PAH

PAH-forbindelser er nærmere omtalt under lette kjøretøy, se avsnitt 2.2.1.

Det er *få tilgjengelige data* for PAH-utslipp fra tunge kjøretøy. Alle er fra kjøring med gjennomvarme motorer. Kaldstartutslipp av PAH er det ikke funnet data for, og det er derfor ikke inkludert i beregningsmodellen.

I de fleste kildene oppgis PAH-utslippet som en sum av uspesifiserte enkeltkomponenter, der antall komponenter kan være fra 6 til ca. 30. Det vanskeliggjør bruken av dataene som definerte utslippsfaktorer.

Det er funnet grunnlagsdata oppdelt i *enkeltkomponenter* for tunge kjøretøy bare fra én kilde (TNO 1995). Vi har forutsatt at disse utslippsfaktorene gjelder Euro I motorer for diesel (Godsbiler 7,5-16t) og for ECE R15-03/04 teknologi for bensinmotorer (Godsbiler, bensin >3,5t). Faktorene er videre brukt i beregningsmodellen med en del tilpasninger. I kilden er faktorene oppgitt for fem av komponentene for bensindrevne tunge kjøretøy uten katalysator, og for dieseldrevne. De er oppgitt for "Built-up areas" og "Rural areas and highways". Følgende tilpasninger er da benyttet:

- For skilte hastigheter 30 og 50 km/t er faktorene for "Built-up areas" brukt
- For skilte hastigheter 60/70, 80 og 90 km/t er faktorene for "Rural areas and highways" brukt
- PAH-faktorene for tunge dieslbiler med annen motorteknologi enn Euro I og ECE R15-03/04, er antatt å endres tilsvarende med NMVOC-faktorene (i g/kg) for de respektive teknologiene. PAH-komponentens andel av NMVOC-utslippet holdes altså konstant
- Tunge kjøretøy med treveiskatalysator er antatt å ha tilsvarende mindre utslipp i forhold til de uten katalysator, som for lette kjøretøy
- LPG-drevne tunge kjøretøy er antatt å ha mindre utslipp av PAH enn de bensindrevne, tilsvarende som forholdet (0,7:1,5) er for de lette nyttekjøretøyene.

Det beskjedne datagrunnlaget og de mange tilpasningene gjør at utslippsfaktorene for PAH fra tunge kjøretøy blir *usikre*. De må derfor ansees som et første estimat. Dette forsterkes ved at spredningen i faktorene som oppgis for tunge kjøretøy på forskjellige former i andre kilder kan være over en tierpotens.

En generell konklusjon fra undersøkelser av PAH-utslipp er at de er avhengige av både *motorteknikken* og *drivstoffets sammensetning* (Figenbaum og Bang 1994). Det er imidlertid *delte meninger* om forholdet mellom disse faktorene. Dette kan forklare noe av spredningen i forskjellig kildemateriale. Smøreoljeforbruket ser ut til å bidra med <10 prosent av PAH-utslippet fra tunge bensin- og dieslbiler (Figenbaum og Bang 1994).

De beregnede og estimerte utslippsfaktorene for PAH (4 spesies, ECE-PAH) er i utgangspunktet i µg/km. De er omregnet til mg/kg drivstoff til bruk i modellen med forbrukstallene i vedlegg 2.2. Faktorene som er brukt i modellen for tunge biler ved forskjellige skilte hastigheter, er vist i vedlegg 2.2.

I tabell 2.21 er relativ andel av de *enkelte komponentene* i utslippene (ECE-PAH) fra tunge kjøretøy vist. Verdiene er gjennomsnittsverdier, hovedsakelig beregnet fra TNO (TNO 1995).

Tabell 2.21. Relativ andel av enkeltkomponenter (PAH inkludert i ECE-protokollen). Tunge kjøretøy

	Bensin uten katalysator			Bensin med katalysator			Diesel uten katalysator		
	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t	30 og 50 km/t	60 og 70 km/t	80 og 90 km/t
Benzo(a)pyrene	0,32	0,32	0,32	0,33	~0	~0	0,38	0,23	0,23
Benzo(b)fluoranthren	⁻¹	⁻¹	⁻¹	⁻¹	⁻¹	⁻¹	0,35	0,61	0,61
Benzo(k)fluoranthren	0,32	0,32	0,32	0,33	~0	~0	0,28	0,16	0,16
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,37	0,36	0,36	0,33	~0	~0	~0	~0	~0

¹ Ikke tilgjengelige data, men andel trolig < 0,1

Omregninger

Utslippsfaktorene i denne rapporten for tunge kjøretøy er i g/kg drivstoff. I tilfeller der utslippsfaktorer har vært oppgitt enten i g/km eller g/kWh er de regnet om til g/kg drivstoff med følgende formler:

$$\frac{\text{Utslipp}(g / km)}{\text{Drivstofforbruk}(l / km) \bullet \text{Spesifikk drivstoffvekt}(kg / l)} = \text{Utslippsfaktor}(g / kg \text{ drivstoff})$$

Spesifikk drivstoffvekt for diesel har vært satt til 0,83 kg/l og for bensin er brukt 0,74 kg/l. Utslippsfaktorer i g/kWh er omregnet slik:

$$\frac{\text{Utslipp}(g / kWh)}{\text{Spesifikt drivstofforbruk}(g / kWh)} \bullet 1000 = \text{Utslippsfaktor}(g / kg \text{ drivstoff})$$

Spesifikt drivstofforbruk er som oftest blitt oppgitt sammen med 13-mode utslippstallet (g/kWh). Dersom det ikke er det, men den midlere motoreffekt (kW), midlere hastighet(km/t) og forbruket i l/km er kjent, er omregningen gjort slik:

$$\frac{\text{Utslipp}(g / kWh) \bullet \text{Midlere motoreffekt}(kW)}{\text{Midlere hastighet}(km / t) \bullet \text{Drivstofforbruk}(l / km) \bullet \text{Spesifikk drivstoffvekt}(kg / l)} = \text{Utslippsfaktor}(g / kg \text{ drivstoff})$$

Ved eventuelle omregninger fra g/bhph (grams/brake horsepower hour) til g/kWh er faktoren 1,36 blitt brukt.

2.3.2. Tunge kjøretøy, aldringsfaktorer

På tilsvarende vis som for lette biler vil *slitasje*, beleggdannelse i motoren og elding av eventuelle katalysatorer gjøre at utslippene og drivstofforbruket fra tyngre biler endres etterhvert. Dette er med i modellen ved hjelp av aldringsfaktorer. De er oppgitt som et tillegg til basisutslippet pr. 10 000 km. Faktorene anvendes som følger :

$$\text{Utslipp}(s) = \text{Utslipp}(0) * (1 + s \cdot \text{aldringsfaktor}) \quad (16)$$

Der: $\text{Utslipp}(s)$ = Utslipp for en bil som har total kjørelengde s .
 $\text{Utslipp}(0)$ = Utslipp fra helt nye biler.
 s = Utkjørt distanse i antall 10 000 km. ($s=8$ svarer til 80 000 km).
 aldringsfaktor = Faktoren som bestemmer økningen i utslippet med økende kjørelengde.

Data for aldringsfaktorer for utslipp fra tunge kjøretøy finnes i liten grad. I den forrige rapporten (SFT 1993) ble det brukt faktorer basert på endel eldre data fra de amerikanske miljømyndighetene (USEPA) for dieselskjøretøy uten utslippskrav. Disse er beholdt i denne rapporten for ikke-regulerte

dieslbiler fra før 1993. For nyere dieslbiler med såkalt Euro-motorer etter 1993 har vi ikke tilgjengelige data. Deres utslipp vil også endres etter hvert ved bruk, men neppe på samme måte som for de ikke-regulerte motorene. Siden de i betydelig grad er optimalisert for lave utslipp, tror vi de vil kunne øke noe ved bruk og ikke avta. Ut fra faglig skjønn har vi satt aldringsfaktorene til 0,003 for NMVOC, metan, CO og partikler - og 0,001 for NO_x og dieselforbruk. Aldringsfaktorene for tunge kjøretøy er vist i tabell 2.22.

Tabell 2.22. Aldringsfaktorer for tunge kjøretøy (HDV)

	NO _x	CO	NMVOC	Metan	N ₂ O	PM ₁₀ og PM _{2,5}	Drivstoff- forbruk
HDV diesel til -93	-0,003	0,003	-0,005	-0,005	0,000	0,004	0,001
HDV diesel etter -93	0,001	0,003	0,003	0,003	0,000	0,003	0,001
HDV bensin til -99	-0,007	0,033	0,020	0,002	-0,007	0,002	0,002
fra -00 med TWC*	0,010	0,025	0,035	0,035	0,010	0,002	0,002
Alle HDV med LPG	-0,007	0,033	0,020	0,002	-0,007	0,002	0,002

* Three way catalyst

I likhet med aldringsfaktorene for lette biler, er de for tunge gitt som et *tillegg pr. 10 000 km*. Ut fra de samme argumentene som for lette biler, har vi valgt å bruke en *maksimal kjørelengde* for de tunge bilene for korreksjon av basisfaktorene med aldringsfaktorene. For tunge dieslbiler er den satt til 500 000 km. Den tilsvarer kjørelengden man i den såkalte Stockholmsgruppen oppga for “high mileage heavy-duty diesel engines” for tunge biler. For kjørelengder over 500 000 km benyttes utslippsfaktorene ved 500 000. For de øvrige tunge bilene benyttes 200 000 km i likhet med de lette kjøretøyene med bensin- og LPG-drift.

2.3.3. Tunge kjøretøy, kaldstartutslipp

Kaldstartfaktorer for tyngre kjøretøy har som før nevnt ikke vært tilgjengelig. Antakelig er de av *liten betydning* utenom for partikler og VOC fra dieslbiler. Kaldstart av tunge dieselskjøretøy kan gi betydelige utslipp av uforbrente dieseldrivstoff (“hvittrøyk”), som regnes som partikler. Siden kaldstartutslippene av partikler fra tunge kjøretøy ikke kan beregnes, er de *totale partikkelutslippene underestimert*.

2.4. Effekt av endret drivstoffsammensetning. Alle kjøretøy

Nye drivstoffkvaliteter vil *påvirke utslippene* av mange komponenter i *tillegg* til de kravene som stilles til utslippene fra bilene når de måles med såkalt referansedrivstoff, se kapittel 2.2 og 2.3. Endringen vil ha effekt for *alle kjøretøyer* (teknologier) fra det året den nye kvaliteten fases inn. Endringer på grunn av de vedtatte kvalitetskravene er brukt i alle framskrivingene (EU2000 og EU2005 i tabellene nedenfor).

Utslipp og forbruk ved bruk av nye bensin- og dieselkvaliteter er her gitt i forhold til typisk norsk markedskvalitet i dag. Spesifikasjon av kvalitetene er vist i tabellene 2.23 og 2.24.

Tabell 2.23. Spesifikasjon av nye vedtatte bensinkvaliteter i EU og kvalitet foreslått av EU-parlamentet

Beskrivelse	Typisk norsk markeds kvalitet	EU 2000	EU 2005	“2005 Parlamentet”
Damptrykk (RVP), kPa	83	60	(60) ¹	(60) ¹
Destillasjonsforløp, fordampet v/100°C, vol-%	52	46	(46) ¹	(46) ¹
fordampet v/150°C, vol-%	83	75	-	-
Hydrokarboner, olefiner, vol-%	-	18	18	-
alkener, vol-%	11	-	-	10
aromater, vol-%	42	42	35	30
benzen, vol-%	3,2	max 1,0	max 1,0	max 1,0
Oksygeninnhold, vekt-%	0,6	2,3	2,3	2,3
Svovelinhold, ppm	110	150	50	30
Blyinnhold, g/l	0,005	0,005	0,005	0,005

¹Ingen konkrete opplysninger tilgjengelige. Verdi i parentes brukt i beregningene for sammenlikning med typisk norsk markeds kvalitet.

Tabell 2.24. Spesifikasjon av nye vedtatte dieselkvaliteter i EU og svenske MK1 diesel

Beskrivelse	Typisk norsk markeds kvalitet	EU 2000	EU 2005	Svensk MK1
Cetantall	51	51	(51) ¹	min 50
Tetthet ved 15°C, kg/m ³	858	845	(845) ¹	800-820
Destillasjonsforløp, T95, °C	365	360	(360) ¹	285
Aromater, vol-%	-	-	-	max 5
Polyaromater, di+/tri+ ² , vol-%	/<1	11/	1/	/max 0,02
Svovelinhold, ppm	425	max 350	max 50	max 30

¹Ingen konkrete opplysninger tilgjengelige. Verdi i parentes brukt i beregningene for sammenlikning med typisk norsk markeds kvalitet.

² Di+ : Aromater med to eller flere benzenringer. Tri+ : Aromater med tre eller flere benzenringer.

Til beregning av endringene er det brukt *empiriske formler* for utslippene og drivstofforbruket til lette bensindrevne biler med katalysator og tunge dieselmotorer. Formlene stammer hovedsakelig fra det europeiske Auto/Oil-programmet European Programme on Emissions, Fuels and Engines (EPEFE 1995). Datagrunnlaget er solid statistisk fundamentert, og antakelig det best tilgjengelige. I tillegg er det benyttet formler fra Betts et al (1992) og European Automobile Manufacture Association (ACEA 1995) for beregning av endringen i partikkelutslippet ved endret svovelinhold for henholdsvis lette og tunge dieselmotorer.

Vi kjenner ikke til tilsvarende formler eller datagrunnlag for *bensinbiler uten katalysator*. Av de endrede spesifikasjonene for kvalitetene i tabell 2.23, er det sannsynligvis bare det økte innholdet av oksygen som vil gi nevneverdige utslippsendringer. Økt innhold av oksygen vil endre det reaksjonsekvivalente blandingsforholdet (λ -verdien) og gi noe redusert CO-utslipp. Utslippene av HC og NO_x kan også øke noe, men betydelig mindre.

Utslipp av PAH vil reduseres ved bruk av de nye bensin- og dieselkvalitetene. Imidlertid finnes det *ikke datagrunnlag* for å tallfeste denne reduksjonen. Utslipp av PAH er derfor *uendret* i framskrivingene.

Utslipp av *benzen* er avhengig av innholdet av benzen og aromater i drivstoffet. Sammenhengen er vist i avsnitt 2.2.1 (bensin). Utslippene vil gå ned når benzen- og aromatinholdet reduseres.

I beregning av utslipps- (CO, VOC, NO_x og PM) og forbruksendringer for dieselmotorer inngår følgende parametre:

- Tetthet
- Cetantall
- Polyaromatinnhold
- Temperaturen der 95% av drivstoffet er fordampet (T95)
- Svovelinhold.

I beregning av utslipps- (CO, VOC og NO_x) og forbruksendringer for bensinbiler *med katalysator* inngår følgende parametre:

- Fordampet andel ved 100°C (E100)
- Aromatinnhold
- Svovelinhold.

Datagrunnlag for beregning av spesifikke endringer i utslippene av NMVOC, metan, N₂O, NH₃ og PM_{2,5} er ikke kjent. Endringene av NMVOC og metan er derfor satt lik endringene i VOC, endringene i N₂O og NH₃ lik endringene i NO_x -og endringene i PM_{2,5} lik de i PM₁₀.

De beregnede endringene er gitt som faktorer:

Utslipp (forbruk) med alternativ kvalitet = endringsfaktor · utslipp (forbruk) med typisk norsk markedskvalitet

De beregnede endringene for *lette dieselmotorer* er vist i tabellene 2.25, 2.26 og 2.27. Her er endringer ved kjøring av det europeiske bykjøringsprogrammet (ECE) brukt som representative for skiltet hastighet 30 og 50 km/t, mens kjøring av "highway"-delen, EUDC, er brukt for skiltet hastighet 80 og 90 km/t -og kombinasjonen av de to for skiltet hastighet 60 og 70 km/t.

Tabell 2.25. Lette dieselmotorer - endringer i utslipp og forbruk med dieselkvalitet EU 2000 i forhold til med typisk norsk markedsdiesel

	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Forbruk
Skiltet hastighet 30 og 50 km/t (ECE)	0,84	0,84	0,84	0,86	1,06	1,06	1,06	0,90	0,90	1,01
Skiltet hastighet 60 og 70 km/t (ECE+EUDC)	0,85	0,85	0,85	0,88	1,07	1,07	1,07	0,89	0,89	1,01
Skiltet hastighet 80 og 90 km/t (EUDC)	0,87	0,87	0,87	0,88	1,07	1,07	1,07	0,88	0,88	1,02

Tabell 2.26. Lette dieselmotorer - endringer i utslipp og forbruk med dieselkvalitet EU 2005 i forhold til med typisk norsk markedsdiesel

	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Forbruk
Skiltet hastighet 30 og 50 km/t (ECE)	0,92	0,92	0,92	0,92	1,01	1,01	1,01	0,90	0,90	1,00
Skiltet hastighet 60 og 70 km/t (ECE+EUDC)	0,92	0,92	0,92	0,92	1,01	1,01	1,01	0,81	0,81	1,00
Skiltet hastighet 80 og 90 km/t (EUDC)	0,91	0,91	0,91	0,88	1,02	1,02	1,02	0,81	0,81	1,00

Tabell 2.27. Lette dieselbiler - endringer i utslipp og forbruk med dieselkvalitet "Svensk MK1" i forhold til med typisk norsk markedsdiesel.

	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Forbruk
Skiltet hastighet 30 og 50 km/t (ECE)	0,84	0,84	0,84	0,82	1,08	1,08	1,08	0,59	0,59	1,01
Skiltet hastighet 60 og 70 km/t (ECE+EUDC)	0,82	0,82	0,82	0,79	1,11	1,11	1,11	0,36	0,36	1,02
Skiltet hastighet 80 og 90 km/t (EUDC)	0,77	0,77	0,77	0,66	1,12	1,12	1,12	0,37	0,37	1,01

De beregnede endringene for *tunge dieselbiler* er vist i tabell 2.28. Her er alle endringene beregnet ut fra kjøring av den europeiske motortestsyklusen (ECE 13-mode).

De beregnede endringene for *bensinbiler med katalysator* er vist i tabell 2.29-31. I likhet med lette dieselbiler er endringer ved kjøring av delene i det europeiske programmet brukt som representative for de skilte hastighetene.

Tabell 2.28. Tunge dieselbiler - endringer i utslipp og forbruk med dieselkvalitene EU 2000, EU 2005 og svensk MK1 i forhold til med typisk norsk markedsdiesel

	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Forbruk
EU 2000										
Alle hastigheter (ECE 13-mode kjøring)	1,15	1,15	1,15	1,03	1,01	1,01	1,01	1,04	1,04	1,01
EU 2005										
Alle hastigheter (ECE 13-mode kjøring)	1,09	1,09	1,09	1,03	0,98	0,98	0,98	0,94	0,94	1,00
Svensk MK1										
Alle hastigheter (ECE 13-mode kjøring)	1,46	1,46	1,46	1,20	0,97	0,97	0,97	0,92	0,92	1,01

Tabell 2.29. Bensinbiler med katalysator - endringer i utslipp og forbruk med bensinkvalitet EU 2000 i forhold til med typisk norsk markedsbensin

	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Forbruk
Skiltet hastighet 30 og 50 km/t (ECE)	1,00	1,00	1,00	1,01	0,98	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00
Skiltet hastighet 60 og 70 km/t (ECE+EUDC)	1,01	1,01	1,01	1,02	0,98	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00
Skiltet hastighet 80 og 90 km/t (EUDC)	1,09	1,09	1,09	1,14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell 2.30. Bensinbiler med katalysator - endringer i utslipp og forbruk med bensinkvalitet EU 2005 i forhold til med typisk norsk markedsbensin

	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Forbruk
Skiltet hastighet 30 og 50 km/t (ECE)	0,98	0,98	0,98	0,96	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00
Skiltet hastighet 60 og 70 km/t (ECE+EUDC)	0,96	0,96	0,96	0,95	0,97	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00
Skiltet hastighet 80 og 90 km/t (EUDC)	0,86	0,86	0,86	0,84	1,07	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00

Tabell 2.31. Bensinbiler med katalysator - endringer i utslipp og forbruk med bensinkvalitet "2005 Parlamentet" i forhold til med typisk norsk markedsbensin

	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Forbruk
Skiltet hastighet 30 og 50 km/t (ECE)	0,96	0,96	0,96	0,93	0,92	0,92	0,92	1,00	1,00	1,00
Skiltet hastighet 60 og 70 km/t (ECE+EUDC)	0,94	0,94	0,94	0,91	0,98	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00
Skiltet hastighet 80 og 90 km/t (EUDC)	0,81	0,81	0,81	0,72	1,15	1,15	1,15	1,00	1,00	1,00

Bensinens *damptrykk* har betydning for fordampingsutslippet av VOC. Det er beregnet hvor store endringer i fordampingsutslippet en forandring av damptrykket fra RVP 70 kPa om sommeren og 90 om vinteren til RVP 60 kPa hele året vil ha å si for fordampingsutslippene. Resultatene er vist i tabell 2.32. De er beregnet ut fra de samme formlene som i avsnitt 2.2.4. I denne sammenheng er det *ikke* vurdert om en senkning av RVP til 60 kPa hele året kan gi bilene startproblemer i områder med lav temperatur om vinteren.

Tabell 2.32. Relativ endring i fordampingsutslipp av VOC ved å endre bensinens damptrykk fra RVP 70 kPa og 90 om vinteren - til RVP 60 kPa (EU 2000) hele året

Biler registrert	Sommer		Vinter	
	Før 1-1-89	Etter 1-1-89	Før 1-1-89	Etter 1-1-89
Relativ endring i utslipp	0,82	0,80	0,56	0,58

2.5. Utslippsfaktorer fra år 2005 og fra alternative drivstoff og teknologier

2.5.1. Kjøretøykategorier

Utslippsfaktorene for framtidige bensin- og dieslbiler samt alternative drivstoffer og teknologier er her oppgitt for tre kjøretøygrupper; *personbil*, *buss* og *godsbil*. Disse representerer tre vesentlig forskjellige kjøretøygrupper med svært forskjellige bruksområder og kjøremønster. Undergrupper som varebiler, minibusser og lignende finner sin naturlige plass innenfor disse hovedkategoriene. De forskjellige motorteknologier og drivstofftyper som omhandles her, har alle fordeler og ulemper som gjør dem mer eller mindre egnet til ulike kjøretøy og bruksområder. De mest aktuelle motor- og drivstoffalternativene for de respektive kjøretøygruppene er listet nedenfor i avsnitt 2.5.2 *Motor- og drivstoffalternativer*. Det bemerkes at listen ikke er ment som en spådom over hvilke drivstoffer som vil få innpass i en framtidig kjøretøypark. Vi har bare forsøkt å trekke fram eksempler på reelle alternativer. En finere inndeling i flere kjøretøygrupper ville ikke medført noen endring av denne listen.

Dersom det er ønskelig å sammenlikne tradisjonelle og alternative drivstoffer for spesielle undergrupper av kjøretøy, kan dette gjennomføres ved hjelp av de oppgitte utslippsfaktorene. De relative verdiene vil, grovt sett, være representative for undergruppene.

2.5.2. Motor- og drivstoffalternativer

For kjøretøykategorien *personbil* er både bensin og diesel oppgitt som referansedrivstoff. For kategoriene *buss* og *godsbil* er diesel angitt som referansedrivstoff. Nedenfor er de mest aktuelle drivstoffalternativene listet under de respektive referansedrivstoff.

Personbil med bensin som referansedrivstoff.

- LPG - flytende propan
- Elbil - elektromotor med batterier som energilager
- Hybridbil - framdriften besørges av en kombinasjon av elektromotor og forbrenningsmotor med bensin
- Brenselscelle, hydrogen - brenselscellen omdanner hydrogen til strøm, som i sin tur forsyner en elektromotor. Hydrogenet lagres i kjøretøyet
- Brenselscelle med metanolreformer - en *reformer* omdanner flytende metanol til hydrogengass, som igjen omdannes til elektrisk energi i en brenselscelle. Strømmen fra brenselscellen driver en elektromotor.

Personbil med diesel som referansedrivstoff:

- RME - rapsolje-Metylester, et biodiesel.

Buss med diesel som referansedrivstoff:

- RME - rapsolje-Metylester, et biodiesel
- DME - dimetyleter
- CNG - komprimert naturgass
- Hybrid - kombinasjon av elektromotor og forbrenningsmotor med diesel
- Brenselscelle, hydrogen.

Godsbil med diesel som referansedrivstoff:

- RME - rapsolje-Metylester, et biodiesel
- DME - dimetyleter
- Brenselscelle, hydrogen.

2.5.3. Utslippsfaktorene

Utslippsfaktorene for personbiler er oppgitt med utgangspunkt i ECE-EUDC-syklusen. For å få verdier som i størst mulig grad samsvarer med reelle utslipp, har vi valgt å ta med et *moderat kaldstartutslipp* (varierende fra 0 til 15 prosent for forskjellige drivstoff). Dette er i tråd med tanken bak EU-direktivet som settes i kraft i år 2000, hvor testsyklusen starter med kald motor. Det har desverre ikke vært mulig å fremskaffe utslippsfaktorene for buss og godsbil som referer til samme testsyklus. De oppgitte faktorer refererer dels til den såkalte "13-mode" syklusen og dels til Braunschweig syklusen.

Utslippene fra *referansedrivstoffene for personbil* (bensin og diesel) i 2005 er sammenfallende med *utslippskravene* i det nylig vedtatte EU-direktivet som gjelder fra dette år. For øvrig stammer de oppgitte utslippsdata fra Egeback (1997), Holden (1998) og Skedsmo mfl. (1998). Der det er stor sprik mellom faktorene i de forskjellige referansene, er det gjort *enkelte tilpasninger* på et skjønnsmessig grunnlag. Likeledes er enkelte faktorer for godsbil korrigert skjønnsmessig. Det har vært et overordnet mål å få til en innbyrdes konsistens mellom referansedrivstoffene og de respektive alternativer. Det er gjort noen lineærinterpolasjoner (mellom år 2000 og 2010) for å få fram verdier for år 2005.

De relative utslippsfaktorene er vist i tabell 2.33. Utslippsfaktorene i tabellen er benyttet i framskrivningen av utslipp fra bensin- og dieslbiler og for alternative teknologier og drivstoff.

Tabell 2.33. Endringsfaktorer for utslipp ved bruk av alternative drivstoff og teknologier.
Referanse: CO₂ i kg/km, ellers g/km

Personbil								
Referansedrivstoff bensin				CO ₂	NO _x	HC	CO	PM ₁₀
	Bensin	i dag	Absolutt	0,22	0,12	0,27	1,4	0,006
BM1	Referanse	i dag	Relativt	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
BM1	Referanse	2005	Relativt	0,7	0,7	0,4	0,7	0,8
BM1	LPG	i dag		1,0	1,2	0,7	1,0	1,0
BM1	LPG	2005		0,9	0,8	0,4	0,5	0,5
BM1	EI	i dag		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BM1	EI	2005		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BM1	Hybrid	i dag		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
BM1	Hybrid	2005		0,5	0,4	0,2	0,5	0,5
BM1	Brenselcelle, metanol	2005		0,8	0,2	0,1	0,1	0,1
BM1	Brenselcelle, hydrogen	2005		0,0 ¹	0,0	0,0	0,0	0,0
Referansedrivstoff diesel				CO ₂	NO _x	HC	CO	PM ₁₀
	Diesel	i dag	Absolutt	0,18	0,38	0,075	0,25	0,04
DM1	Referanse	i dag	Relativt	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DM1	Referanse	2005	Relativt	0,8	0,7	0,7	1,0	0,6
DM1	RME (Biodiesel)	i dag		0,0	1,2	0,1	1,2	1,3
DM1	RME (Biodiesel)	2005		0,0	0,6	0,1	0,8	0,8
Busser								
Referansedrivstoff diesel				CO ₂	NO _x	HC	CO	PM ₁₀
	Diesel	i dag	Absolutt	0,9	8,0	0,55	1,7	0,16
DHB	Referanse	i dag	Relativt	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DHB	Referanse	2005	Relativt	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7
DHB	RME (Biodiesel)	i dag		0,0	1,3	0,1	0,8	1,1
DHB	RME (Biodiesel)	2005		0,0	1,0	0,1	0,6	0,8
DHB	DME	i dag		0,8	0,7	0,2	0,4	0,6
DHB	DME	2005		0,7	0,6	0,2	0,4	0,5
DHB	CNG	i dag		0,9	0,5	3,6	0,5	0,1
DHB	CNG	2005		0,8	0,5	3,3	0,5	0,1
DHB	Hybrid	i dag		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
DHB	Hybrid	2005		0,6	0,5	0,4	0,5	0,5
DHB	Brenselcelle, hydrogen	2005		0,0 ¹	0,0	0,0	0,0	0,0
Godsbiler								
Referansedrivstoff diesel				CO ₂	NO _x	HC	CO	PM ₁₀
	Diesel	i dag	Absolutt	0,93	8,2	0,56	2,5	0,20
DHL	Referanse	i dag	Relativt	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DHL	Referanse	2005	Relativt	0,9	0,7	0,8	0,7	0,8
DHL	RME (Biodiesel)	i dag		0,0	1,2	0,1	0,8	1,1
DHL	RME (Biodiesel)	2005		0,0	0,9	0,1	0,6	0,8
DHL	DME	i dag		0,8	0,6	0,2	0,4	0,5
DHL	DME	2005		0,7	0,6	0,2	0,4	0,5
DHL	Brenselcelle, hydrogen	i dag		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DHL	Brenselcelle, hydrogen	2005		0,0 ¹	0,0	0,0	0,0	0,0

¹Produksjon av hydrogen vil kunne gi CO₂-utslipp.

I framskrivingene av utslipp fra bensin- og dieselmotorer, se avsnitt 3.4, er faktorene brukt på følgende måte:

- Som basis for framskrivingen av faktorer har vi brukt faktorene for kaldstart og kjøring med varm motor for *nye biler i 1998*
- Faktorene er *skalert med endringsfaktorene* fra tabell 2.33 og lagt inn som en ny teknologiklasse fra og med år 2005
- Endringsfaktorene er *utvidet* til å gjelde kjøretøyklasser og komponenter slik:

Klasse	Bruker endringsfaktor for	Komponent	Bruker endringsfaktor for
BM1	BM1	CO ₂	CO ₂
BN1	BM1	CH ₄	HC
BHB	BM1	N ₂ O	Uendret (alternativt som NO _x)
BHL	Bruker 2001-faktorer, da 1998 ikke har katalysator	SO ₂	Drivstoff + S-innhold
		NO _x	NO _x
DM1	DM1	NH ₃	Uendret
DN1	DM1	NM VOC	HC
DHLL	DHL	CO	CO
DHLM	DHL	Pb	Drivstoff + Pb-innhold
DHLH	DHL	PM10	PM10
DHB	DHB	PM2,5	PM10
		PAH	HC
		Benzen	HC

- Utslipp fra *fordampning* er beholdt uendret. *Aldringsfaktorene* er satt til 0 unntatt for lette bensinbiler, komponentene CH₄, N₂O, NO_x, NM VOC og CO
- Modellen er så beregnet på ordinær måte. Det er imidlertid ikke meningsfylt å splitte resultatene på kjøremodi.

I framskrivingene for alternative teknologier og drivstoffer, se avsnitt 3.5, er faktorene brukt på følgende måte:

- *Nye utslippsfaktorer* er lagd med utgangspunkt i faktorene for nye biler i 1998 på samme måte som i framskrivingene nevnt ovenfor. Det er bare lagd faktorer for komponentene i tabell 2.33
- Faktorene for *varm kjøring* (fem modi) er veid sammen med modusfordelingen for 1996. Faktoren for kaldstart er lagt til. Dette gir én faktor i g/km for hver kjøretøyklasse/analyseår/ komponent
- Utslipp med en gitt andel kjøretøyer med *alternativ teknologi* er beregnet med basisalternativet som referanseutslipp etter følgende formel:

$$\text{Utslipp} = \text{Andel ny teknologi} \cdot \text{trafikkarbeid} \cdot \text{utslipp (g/km)} + (1 - \text{andel ny teknologi}) \cdot \text{referanseutslipp}$$

- Det er ikke lagt inn noen *aldringsfaktor* for de alternative teknologiene og drivstoffene. Det er videre antatt at det ikke er fordampningsutslipp.

I motsetning til dagens- og historiske utslippsdata, som behandles ellers i denne rapporten, refererer faktorene i tabell 2.33 til en veldefinert testsyklus (ECE-EUDC). Utslippene som måles ved kjøring av syklusen er ment å skulle gi en indikasjon på bilenes utslipp i virkelig trafikk, men dette må nødvendigvis bli en forenklet tilnærming. En sammenlikning mellom testsyklusen og den kjøremodusfordeling som beskriver dagens virkelige utslipp, viser at syklusen legger for stor vekt på kjøring i lave hastigheter. Når faktorene i tabellen nyttes for framskriving av utslipp fra virkelig trafikk, introduseres følgelig en feil som skyldes at de forbedringer vi forventer for en total testsyklus, ikke vil være de samme ved alle hastigheter. Feilen vil slå forskjellig ut for de forskjellige utslippskomponenter, og vi har ikke tilstrekkelig faglig grunnlag for å korrigere hver enkelt komponent. For drivstofforbruket, som kommer spesielt galt ut, har vi imidlertid gjort en skjønnsmessig korreksjon.

2.6. Aktivitetsdata

Ved siden av drivstofforbruket og utslippsfaktorer inngår *andeler av trafikkarbeidet* i ligningene 7 og 9, se avsnitt 1.1.2. Disse må beregnes ut fra ulike aktivitetsdata. Trafikkarbeidet blir først fordelt på kjøretøyklassene på grunnlag av antall kjøretøy og midlere årlige kjørelengder. Deretter blir trafikkarbeidet innen hver klasse fordelt på aldersklasser på grunnlag av aldersfordeling av bestand og kjørelengde. Til sist blir trafikkarbeidet fordelt på kjøremodi. Dette er beskrevet i detalj i vedlegg 1.

En samlet oversikt over alle aktivitetsdataene som er benyttet i beregningene, er gitt i vedlegg 3.

2.6.1. Totalt drivstofforbruk

Samlet forbruk av bensin og diesel settes lik *salget* av disse energivarene. Fra dette tallet må en trekke ut *forbruket utenom vei*. Disse beregningene er dokumentert i SSB (1992a) og SSB (1992b), men er oppdatert ut fra nyere undersøkelser utført av SSB på bruk av drivstoff utenom vei i industri og bygg- og anlegg samt nye beregninger (Bang 1993, 1996). Beregningene er vist i tabell 2.34.

Tabell 2.34. Forbruk av bensin og diesel utenom veitrafikk. 1996

<i>Diesel</i>			
Sektor		Forbruk 1 000 tonn	Andel av forbruket i næringen
<i>Motorredskap</i>			
230100	Jordbruk	99,1	1,00
230200	Skogbruk	13,8	1,00
231300-1400	Bergverk	21,3	0,81
232640	Produksjon av mineralprodukter ellers	20,2	1,00
234010	El.produksjon (forbruk på Svalbard)	1,3	0,25
234500	Bygg/anlegg	79,1	0,57
247520	Forsvaret	0,2	0,05
<i>Fyring</i>			
234500	Bygg/anlegg	2,8	0,02
<i>Annet</i>			
236010	Jernbane	22,2	1,00
Private	Småbåt	14,3	0,17
Sum		274,2	0,19

<i>Bensin</i>	Forbruk 1 000 tonn
Snøscooter	3,7
Småbåt (2-takt)	34,0
Småbåt (4-takt)	8,2
Motorredskap (2-takt)	1,5
Motorredskap (4-takt)	16,6
Sum	64,0

Kilde: Beregninger foretatt av SSB

Drivstofforbruket ved *kaldstart* og til *mopeder og motorsykler* trekkes også fra det samlede forbruket før dette inngår i beregningene av utslipp med varm motor.

2.6.2. Fordeling av trafikkarbeid - kjøretøybestand

Som beskrevet i avsnitt 1.2.3, er kjøretøybestanden delt inn i klasser etter drivstoff, totalvekt, nyttelast og biltype.

Innen hver klasse er kjøretøyene fordelt etter *registreringsår*. Biler registrert i samme år som det skal beregnes utslipp for, har alder 0, biler registrert året før har alder 1 osv. Biler registrert 30 år eller mer før beregningsåret er slått sammen til en klasse. Det blir i alt 31 aldersklasser: 0-29 og ≥ 30 . Bestanden

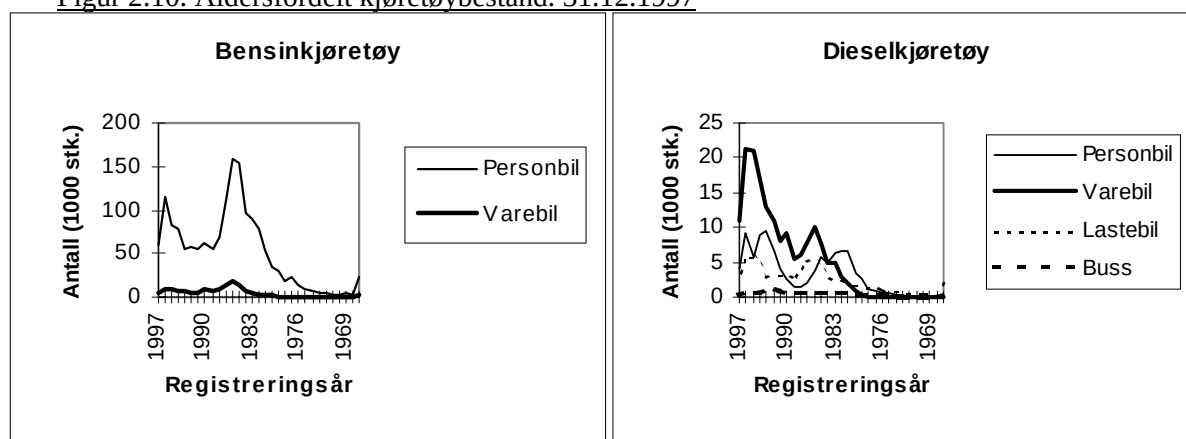
skal være en middelværdi for analyseåret, beregnet som gjennomsnitt av bestanden ved inngangen og utgangen av året. Bestanden i aldersklasse 0 settes til halvparten av bestanden ved årsslutt.¹²

Framgangsmåte 1986-1997:

Kjøretøybestanden pr. 31.12 hvert år er hentet fra SSBs kjøretøyregister. Dette registeret er en kopi av kjøretøyregisteret i Vegdirektoratet.

Aldersfordelingen av kjøretøybestanden i 1997 er illustrert i figur 2.10.

Figur 2.10. Aldersfordelt kjøretøybestand, 31.12.1997



Kilde: SSB, Vegdirektoratet

Framgangsmåte 1973 og 1980:

Kjøretøyregisteret for 1980 og 1973 er vanskelig tilgjengelig. Bestanden for disse årene er fordelt ved hjelp av data publisert i Bil- og Veistatistikk slik det var beskrevet i SFT (1993).

Forsvarets kjøretøy er ikke med i kjøretøyregisteret. Det er ikke gjort noe forsøk på å bestemme antall eller fordelingen på kjøretøyklasser. Forsvarets forbruk av drivstoff er imidlertid med i beregningsgrunnlaget. I praksis betyr dette at Forsvarets bilpark er med i beregningene, og at vi antar at den har samme fordeling på kjøretøyklasse, alder, kjørelengde osv. som den samlede bilparken.

2.6.3. Fordeling av trafikkarbeid - gjennomsnittlige årlige kjørelengder

Gjennomsnittlige kjørelengder for ulike kjøretøyklasser:

BM1: kjørelengde for personbiler hentes fra Rideng (1997a).

BN1: Kjørelengden settes lik BM1. (I samsvar med Rosland (1987) og Bang og Holden (1990)).

BHL: Kjørelengden settes lik DHLL, se nedenfor.

BHB: Kjørelengden settes lik DHB, se nedenfor.

Generelt om kjørelengder for bensinbiler: BM1 og BN1 (personbiler og varebiler/minibuss) har til sammen over 99 prosent av bensinforbruket til bensinbiler. Alle disse får samme kjørelengde. Dette betyr at *andelen* av trafikkarbeidet til disse tre klassene er nærmest uavhengig av absoluttnivået på den anslåtte kjørelengden. Det er bare fordelingen mellom lette og tunge som

¹² Dermed må kjørelengden i aldersklasse 0 settes til et fullt års kjøring, slik at en ikke dobbeltkompenserer for at noen biler ikke kjører hele året.

blir påvirket, men dette spiller svært liten rolle siden bensindrevne busser og lastebiler har så lite forbruk. Med andre ord er utslippsberegningene meget robuste overfor anslaget for lette bensinbilers kjørelengde.

DM1: Kjørelengde for *dieseldrosjer* fram til 1992 hentes fra SSBs årlige drosjestatistikk. For senere år brukes 1992-verdien. For de *øvrige bilene* brukes kjørelengden for varebiler med nyttelast 1 tonn og over ifølge SSBs lastebilundersøkelse (SSB 1997). For 1992 og tidligere år brukes SSBs Snarstatistikk for lastebiler (som bygger på oppgaver fra Toll- og avgiftsdirektoratet). Rosland (1987) bruker tallet fra snarstatistikken for alle diesel varebiler, mens Bang og Holden (1990) antar at DM1 årlig kjører 30 prosent lenger enn BM1.

DN1: Kjørelengde for *varebiler* med nyttelast 1 tonn og over benyttes. Denne hentes fra SSBs lastebilundersøkelse (SSB 1997). For 1992 og tidligere år brukes SSBs snarstatistikk for lastebiler. Bang og Holden (1990) antar at dieseldrevne varebiler kjører 25 prosent lenger enn tilsvarende bensinbiler.

DHLL, DHLM og DHLH: Kjørelengder er hentet fra SSBs *lastebilundersøkelse* (SSB 1997). For 1992 og tidligere år brukes SSBs snarstatistikk for lastebiler. Disse statistikkene oppgir kjørelengde etter nyttevekt. For å regne om til kjørelengde etter totalvekt er følgende omtrentlige sammenstilling brukt:

Klasse	DHLL	DHLM	DHLH
Totalvekt	3,5 - 7,5 t	7,5-16 t	> 16 t
Nyttelast	< 5 t	5 - 10 t	> 10 t

Vognkilometer i alt er regnet om til kjørelengde pr. bil ved hjelp av midlere årlig bestand. For 1987 er det ikke utgitt snarstatistikk, i stedet er 1988-tall brukt. For 1973 er 1980-tallene brukt, siden snarstatistikken ikke var påbegynt.

DHB: Fra SSBs rutebilstatistikk hentes vognkilometer i alt for *passasjertrafikk i rute*. Dette divideres med midlere antall busser i rute ifølge Bil- og Veistatistikk. Slik fås kjørelengde for busser i rute. De aller fleste rutebusser tilhører DHB. DHB omfatter også mange busser som ikke kjører rute (turbusser m.v.), i 1996 om lag 40 prosent av totalbestanden. Det antas i mangel av data at disse bussene har samme årlige kjørelengde som rutebusser.

Aldersfordeling av kjørelengde:

Aldersfordelingen av kjørelengde skal angi den relative utviklingen i kjørelengde med *økende alder innen hver kjøretøyklasse*. *Absoluttnivået* er uten betydning, siden den samlede andelen av trafikkarbeidet for hver klasse er gitt ved antall kjøretøy og midlere kjørelengde. Se også omtalen av akkumulert kjørelengde senere i dette avsnittet.

For å få en rimelig jevn aldersfordeling uten for mye støy i dataene, er alle fordelinger som bygger på data fra SSB lagd på følgende måte:

- For aldersgruppene 0 og 1 brukes data for 1 år gamle biler. I utslippsmodellen vil korreksjon for lavere kjørelengde første år ligge i antall biler
- For aldersgruppene 2-25 brukes et glidende middel av tre aldersgrupper
- For aldersgruppene 26-30 brukes middelet til disse gruppene.

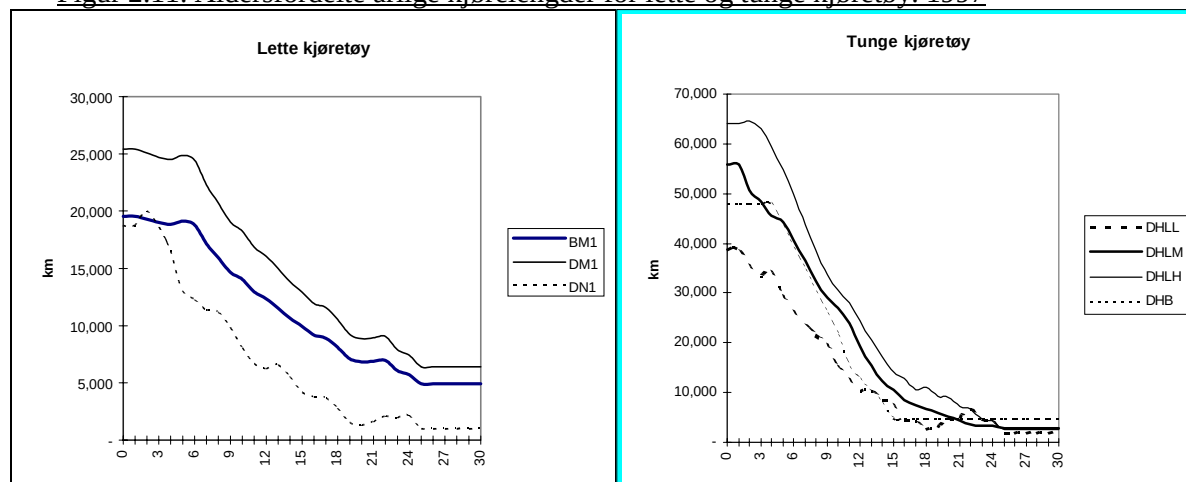
BM1: Kjørelengder hentes fra upubliserte grunnlagsdata for SSBs undersøkelser "Eie og bruk av personbil" 1972/74 (brukes for 1973), 1986/88 (brukes for 1980-1991) og 1995 (brukes for 1992 og senere).

DM1: Kjørelengdene settes lik BM1 økt med 30 prosent, i samsvar med Bang og Holden (1990)

Godsbiler: Kjørelegder hentes fra SSBs lastebilundersøkelse. Det er brukt middelverdier for perioden 1993-1995. For å regne om til kjørelegde etter totalvekt er sammenstillingen i foregående avsnitt brukt. Tunge bensingodsbiler (BHL) settes lik DHLL.

Buss: Kjørelegder er hentet fra Bang og Holden (1990). Det er brukt et veid middel av tall for by- og langdistansebusser.

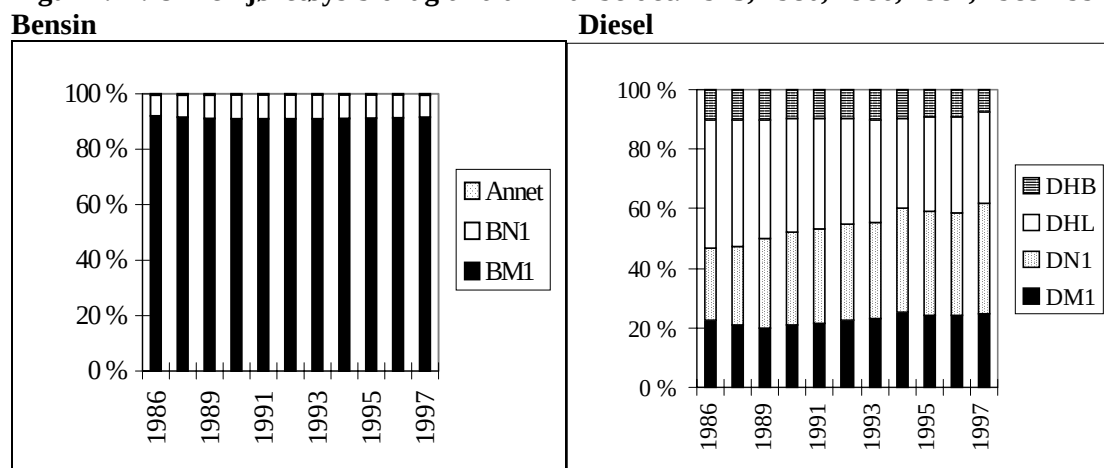
Figur 2.11. Aldersfordelte årlige kjørelegder for lette og tunge kjøretøy. 1997



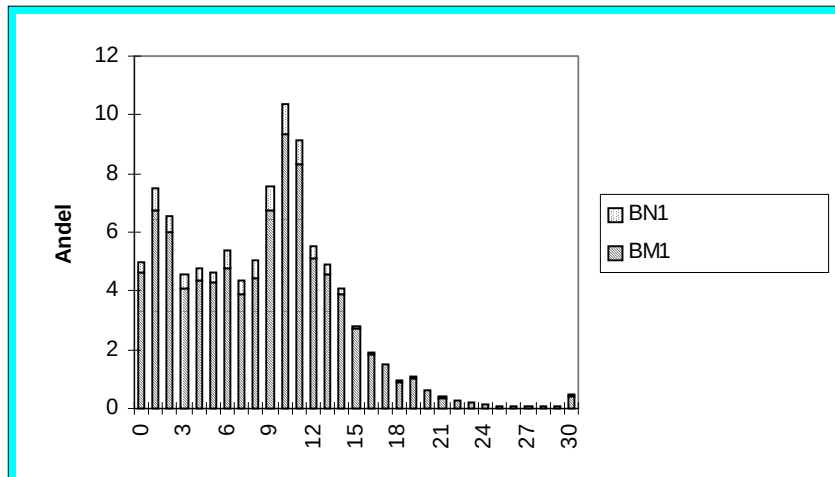
Kilde: SSB, TI, TØI

Kjørelegdedataene for *dieselskjøretøy* er *vesentlig endret* siden forrige utgave av denne rapporten. For de tyngste kjøretøyene synker bruken saktere enn tidligere antatt, mens bruken synker raskere for de lette kjøretøyene. Gjennomsnittlig kjørelegde er høyere enn tidligere antatt for alle typer kjøretøy, unntatt LHL. Slik vi bruker dataene påvirker dette bare aldringsfaktorene. Denne endringen har allikevel bidratt til at samsvaret mellom salg av drivstoff (spesielt diesel) og beregnet forbruk er blitt bedre enn tidligere.

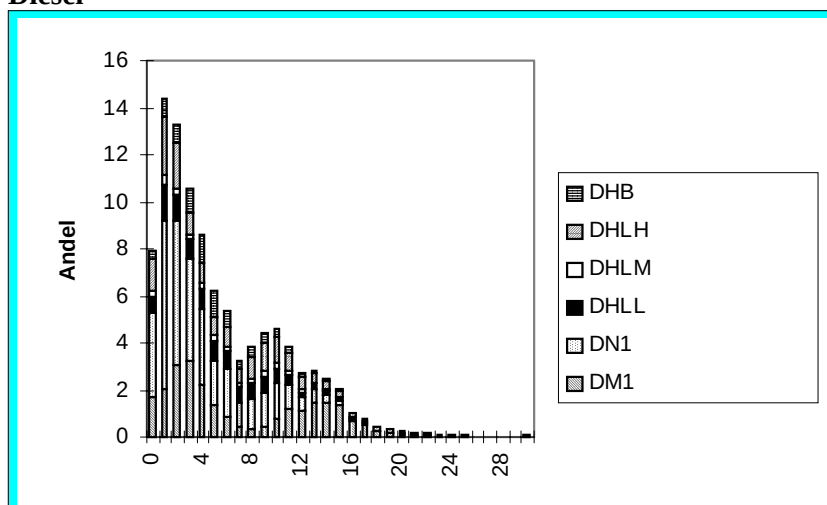
Figur 2.12. Ulike kjøretøys bidrag til trafikkarbeidet. 1973, 1980, 1986, 1987, 1989-1997



Figur 2.13. Trafikkarbeid: aldersfordeling av ulike kjøretøys bidrag 1996. Prosent Bensin



Diesel



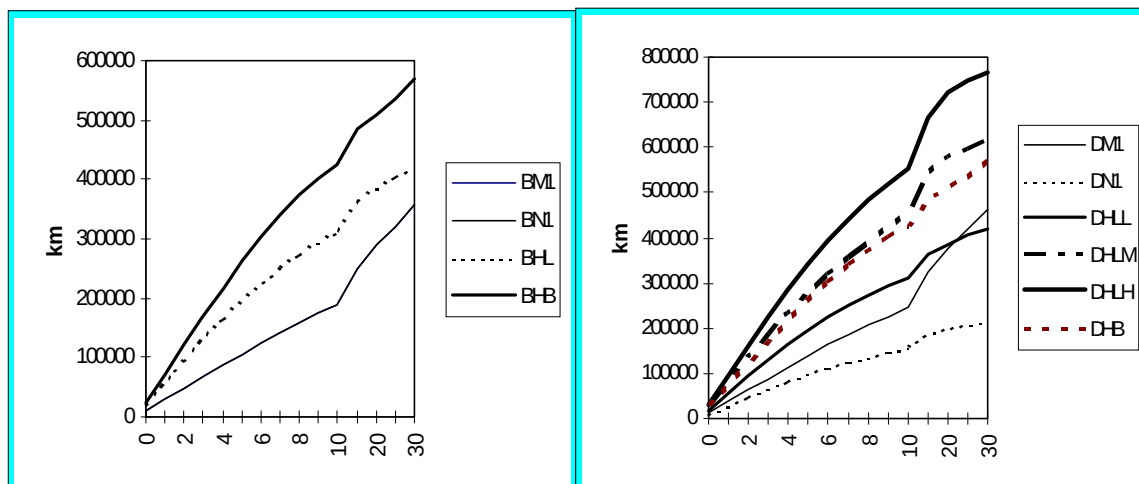
Akkumulert kjørelengde

Aldringsfaktorene for utslippskoeffisientene er oppgitt som *endring pr. 10 000 km*. Det er derfor nødvendig å *knytte kjøretøyets alder til akkumulert kjørelengde*. Dette gjøres ved hjelp av de aldersfordelte kjørelengdene. I denne sammenhengen er også *absoluttnivået* av de aldersfordelte kjørelengdene viktig! Akkumulert kjørelengde for en aldersklasse er satt lik halvparten av årlig kjørelengde for denne aldersklassen pluss kjørelengde for alle tidligere år. På denne måten får vi en midlere akkumulert kjørelengde for aldersklassen.

Akkumulert kjørelengde i 1997 for ulike grupper kjøretøy er illustrert i figur 2.14.

Denne metoden antar at aldersfordelingen av kjørelengde er konstant over tid, slik at kjørelengden til en bil da den var n år yngre er den samme som kjørelengden til en n år yngre bil i dag. I virkeligheten har det vært endringer underveis. Men feil som skyldes dette er trolig mindre enn usikkerheten i absoluttnivået på de aldersfordelte kjørelengdene.

Figur 2.14. Akkumulert kjørelengde. Aldersfordeling 1997
Bensin **Diesel**



2.6.4. Fordeling av trafikkarbeid - kjøremodi

Trafikkarbeidet skal fordeles på fem forskjellige kjøremodi:

Bykjøring (inntil 30 km/t)	Skiltet hastighet inntil 30 km/t
Bykjøring (30-50 km/t)	" 40 og 50 km/t
Landevei (60-70 km/t)	" 60 og 70 km/t
Hovedvei (80 km/t)	" 80 km/t
Motorvei (90 km/t)	" 90 km/t

Fordelingen 1986-1995 er basert på *trafikkarbeidsdata* fra Vegdirektoratets Vegdatabank (alle riks- og fylkesveier) og Transportplanene for Norges 10 største byer (TP10).¹³ Begge kilder oppgir trafikkarbeid fordelt på skiltet hastighet og på lette og tunge kjøretøy. I materialet fra Vegdatabanken er en del veilenker angitt med uoppgett hastighet og/eller tungtrafikkandel lik null. Andelen til tunge kjøretøy ble da satt til 10 prosent, mens veilenker uten hastighet ble fordelt proporsjonalt på de øvrige klassene. Hovedberegningen er gjort med data fra Vegdatabanken for 1991-92 og TP10-data for 1990.

Når data er hentet fra Vegdatabanken og TP10, står vi igjen med en restpost av *kommunale veier*. Dette vil i stor grad dreie seg om sentrumsgater i byer med veinett av eldre dato, lokalveier i boligområder samt til og fra friluftsområder og offentlige serviceinstitusjoner. Trafikkarbeidet på riks- og fylkesveier utgjorde ifølge Vegdatabankens tall 23,8 milliarder vognkm, mens trafikkarbeidet på kommuneveier i TP10-byene var 1,0 milliarder km. Rideng (1991) sine anslag for det samlede trafikkarbeidet i 1990 er 27,4 milliarder km. Dette betyr at trafikkarbeidet på kommuneveier som ikke er dekket av TP10-tallene, utgjør om lag 2,6 milliarder km. Dette trafikkarbeidet fordeles på modi på samme måte som kommuneveiene i TP10.

Resultatet av beregningene er en modusfordeling for lette kjøretøy og en for tunge kjøretøy. Den første er brukt for bensin- og dieslbiler i M1 og N1, mens den andre er brukt for alle tyngre biler. Samme modusfordeling er brukt for alle aldersklasser.

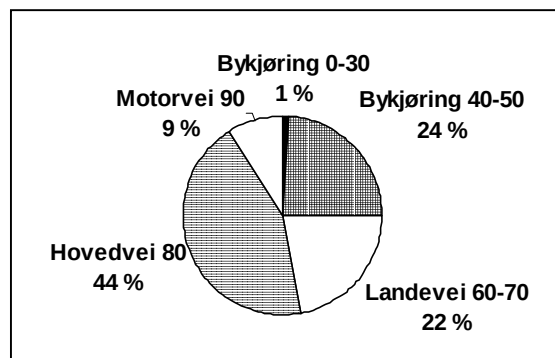
For 1996 og senere er det lagd en *oppdatering* av fordelingen der det er benyttet data fra Vegdatabanken for 1996 og andelen til 30 km/t på kommunale veier er endret i samsvar med data fra Oslo kommune. Denne andelen er svært usikker på landsbasis, men er uansett ikke særlig høy. For 1980 og 1973 er andelen bykjøring justert opp, ut fra en antagelse om at trafikken tidligere fløt saktere enn i dag. Dette er i overensstemmelse med SFT (1983) som foreslår 30 prosent til bykjøring og 70 prosent til landevei. Forholdet lett/tung og forholdet mellom landevei, hovedvei og motorvei er

¹³ TP10; kommunale veier med trafikkarbeid over en viss grense.

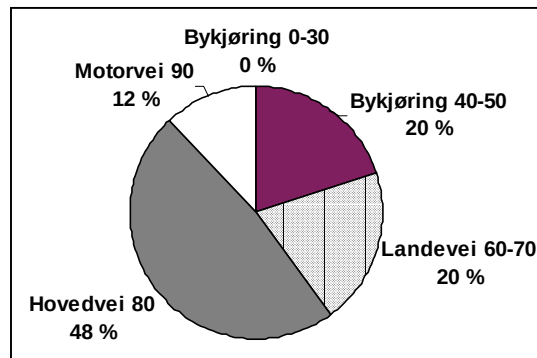
beholdt. Fordelingen i 1996 er illustrert i figur 2.15. Kjøremonsteret er på landsbasis ikke vesentlig endret siden forrige oppdatering.

Figur 2.15. Modusfordeling for lette og tunge kjøretøy. 1996

Lette



Tunge



Kilde: Vegdatabanken og beregninger i SSB

2.6.5. Beregning av kjøring med kald og halvvarm motor

For å beregne kjøring med kald og halvvarm motor trenger vi data på *personbilers kjøremønster*, hvor ofte de starter med helt kald motor, med lunken motor og hvor lang hver stopp er.

Data fra reisevaneundersøkelsen 1997-98 (RVU98¹⁴) fra TØI er brukt til å analysere kjøremønsteret til personbiler. Vi tok utgangspunkt i den delen av undersøkelsen som gjaldt gårdsdagens reiser der intervjuobjektet brukte bil som hovedtransportmiddel. Utvalget omfatter 10 336 reiser og 3 163 intervjuobjekter. RVU98 spurte ikke om hva slags bil intervjuobjektet kjørte, men vi antar at flesteparten av bilene var personbiler, kombinerte biler eller mindre varebiler.

Følgende variable er hentet fra RVU98:

- Løpenummer på intervjuobjektene
- Startpunkt. Hjem, jobb, skole/universitet, annet og ubesvart/vet ikke
- Stoppunkt. Hjem, jobb, skole/universitet, annet og ubesvart/vet ikke
- Intervjuobjektets bostedskommune
- Starttid
- Reisetid i minutter
- Reiselengde i km
- Intervjudato.

RVU98 undersøkte intervjuobjektene reiser og den registrerte *total lengde og tid brukt mellom startpunkt og mål for reisen*. Dette innebærer at selv om det kun benyttes bil som transportmiddel, vil vi også få med distansen vedkommende har gått til fots til og fra bilen, og tiden dette tok. Vi antar her at gangavstanden i forhold til avstanden reist med bil er liten. Selv om tidsandelen nok kan være noe større, har vi valgt å sette denne andelen lik null.

Et annet moment som derimot er viktigere enn gangavstanden, er reiser der flere transportmidler blir tatt i bruk. Vi har bare brukt data der bil var hovedtransportmiddelet, men vi har nok allikevel fått med noen observasjoner som også har benyttet seg av andre transportmidler i tillegg til bil, f.eks. de som parkerer bilen utenfor byen og bruker offentlige transportmidler inn til bykjernen. Vi antar også her at omfanget av slike tilfeller er marginale og velger å godta denne svakheten i datasettet.

¹⁴ Tallene fra denne undersøkelsen er foreløpig upublisert.

Motortemperatur ved start

Beregning av ekstra utslipp og forbruk ved start er avhengig av *turlengden* og *temperaturen på motoren* når bilen startes. Denne temperaturen blir bestemt av utetemperaturen, antall minutter siden motoren ble slått av, lengden på forrige tur, motortemperatur ved forrige start og bruk av motorvarmer¹⁵. Vi brukte data fra TØIs reisevaneundersøkelse (RVU98, foreløpig ikke publisert), SSBs Levekårsundersøkelse 1997¹⁶ (Sundvoll og Teigum 1998) og temperaturdata fra Meteorologisk institutt (DNMI) for å beregne motorstarttemperaturen. Data fra RVU98 ble først koblet til temperaturdata v.h.a. variablene fylke, dato, starttidspunkt og løpenummeret på intervjuobjektet¹⁷. Derne ble resultatdatasettet koblet til bruk av motorvarmer utfra variablene startpunkt (RVU98) og utetemperaturen (DNMI).

Første turen for alle intervjuobjektene er antatt å skje om morgenen, og motortemperaturen ved start er satt lik gjennomsnittlig døgminimum for måneden intervjuet ble foretatt og for fylket vedkommende var bosatt i. For eventuelt andre turer som intervjuobjektet måtte ha foretatt seg den aktuelle dagen, ble gjennomsnittlig døgntemperatur brukt ved beregning av starttemperaturen på motoren. Hvis temperaturen på motoren ved start var over 20°C, er det ekstra utslippet og forbruket som følge av en start, satt lik null. Begrunnelsen for dette er at starter der motorstarttemperaturen er over 20°C påvirker forbruk og utslipp i liten grad, se avsnitt 2.2.2.

Fordelingen av lengden på pausene mellom hver tur, for dem som foretok mer enn en tur med bil, er beskrevet i tabell 2.35. De fleste pausene var under 60 minutter (39 prosent), eller over 3 timer (33 prosent). Resultatet av denne pausefordelingen er mange starter med relativt varm motor og mange starter med kald eller nesten kald motor.

Tabell 2.35. Pause mellom hver tur

Tid (min):	<30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	>180	Totalt
Antall pauser	1722	859	532	601	329	367	2214	6624
Fordeling	26%	13%	8%	9%	5%	6%	33%	100%

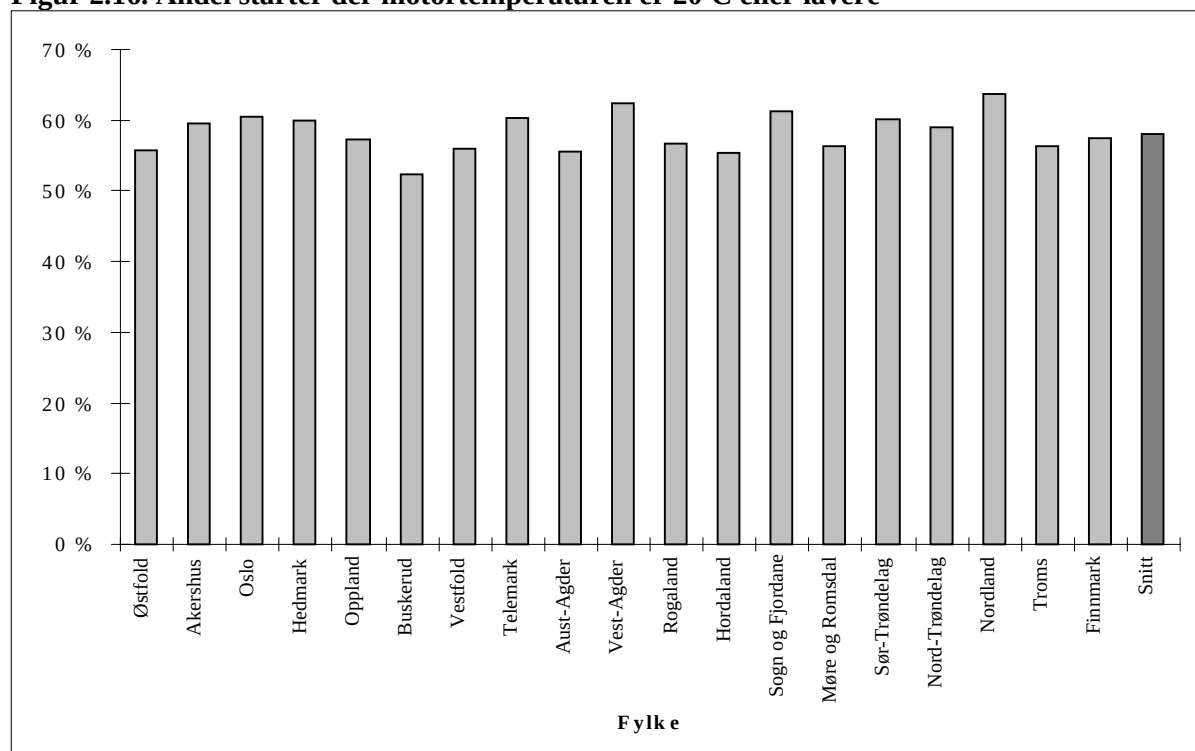
Kilde: TØI, Reisevaneundersøkelsen 1997-98.

Andelen av startene med motortemperatur på 20°C eller lavere var 58 prosent. Nordland hadde den høyeste andelen med 64 prosent, mens Buskerud hadde den laveste andelen med sine 52 prosent. Forholdet er illustrert i figur 2.16.

¹⁵ Korrigering av motorstarttemperaturen mhp. bruk av motorvarmer er beskrevet i vedlegg 4.

¹⁶ Levekårsundersøkelsen 1997 inneholder data om bruk av motorvarmer.

¹⁷ Starttidspunktet og løpenummer ble brukt for å finne hvilken tur som var den første der intervjuobjektet foretok flere turer samme dag.

Figur 2.16. Andel starter der motortemperaturen er 20°C eller lavere

Kilde: TØI, Reisevaneundersøkelsen 1997-98.

Av alle starter, var 17 prosent med helt kald motor, det vil si starter der temperaturen på motoren var lik utetemperaturen. Det var noe større forskjell mellom fylkene med hensyn på starter med helt kald motor sammenlignet med starter med ikke helt varm motor (lavere eller lik 20°C). Nærmere 18 prosentpoeng skilte fylkene med flest kaldstarter fra fylkene med færrest kaldstarter. Imidlertid fører klimatiske forskjeller mellom fylkene til mye større forskjeller mellom utslippene enn variasjonen i antall kaldstarter.

En sammenligning av de dataene vi bruker her med data fra den “gamle” veitrafikkmodellen til SFT og SSB (SFT 1993) og andre studier gjort på samme tema (Bendtsen og Thorsen 1995) blir problematisk siden tilnærmingen er litt annerledes. SFT (1993) opererer med en kaldstartsandel på 2/3 av alle starter, videre brukes kun utetemperaturen til å avgjøre motorstarttemperaturen. Det danske arbeidet (Bendtsen og Thorsen 1995) definerer en kaldstart som de første 2,5 minuttene en bil kjøres etter at den har stått med motoren av i over 2 timer, med en utetemperatur på 7°C. Den danske undersøkelsen kom fram til at 61 prosent av alle starter var med kald motor. Med vår tilnærming måter ender vi opp med to kaldstartsandeler alt etter om vi definerer en kaldstart som en start der motoren er helt kald eller ikke helt varm. Sier vi at en kaldstart er en start der motoren har samme temperatur som omgivelsene (utetemperatur lavere eller lik 20°C), har vi en kaldstartsandel på 17 prosent. Definerer vi en kaldstart som en start der motoren ikke er helt varm (lavere eller lik 20°C), har vi en kaldstartsandel på ca. 58 prosent.

Temperaturdata fra målestasjoner som lå i nærheten av tett befolkede steder og samtidig ikke hadde ekstremverdier for regionen, ble satt til å representere gjennomsnittsverdier for fylket. Der vi var i tvil om hvilke målestasjoner som ga det beste datagrunnlaget, brukte vi gjennomsnittet for flere målestasjoner. Ikke alle målestasjonene som ble plukket ut til å representere gjennomsnittstemperaturene for fylkene, hadde data for midlere døgminimum. Vi var derfor, i mange fylker, nødt til å bruke andre målestasjoner for å finne slik informasjon. Hvilke målestasjoner som ble plukket ut og verdier for disse er beskrevet i vedleggstabell 25 og 26 i vedlegg 3.

Her følger en oversikt over hvilke variabler¹⁸ som trengs for å regne ut *motorstarttemperaturen* etter en stopp og hvor denne informasjonen ble hentet:

- t_{ute} Temperaturdata fra DNMI
- t_0 En funksjon av beregnet starttemperatur for forrige tur til samme intervjuobjekt.
- L Reiselengde i km fra RVU98
- θ Starttidspunkt for den aktuelle turen - Starttidspunkt for den forrige reisen - Reisens lengde i minutter. Dataene hentes fra RVU98.

For intervjuobjektene første tur blir motorstarttemperaturen satt lik utetemperaturen, som igjen er satt til gjennomsnittlig døgminimum for måneden intervjuet ble foretatt og intervjuobjektets hjemstedsfylke.

Effekten som bruk av motorvarmer har på starttemperatur og dermed også ekstrautslipp og forbruk, blir det korrigert for til slutt, se vedlegg 4.

Turlengder

Gjennomsnittlig turlengde for de registrerte turene med personbil var 12,6 km. Fordelingen av turene etter lengde er vist i tabell 2.36. Reisevaneundersøkelsene indikerer at gjennomsnittlig turlengde stadig blir lavere.

Tabell 2.36. Fordeling av turene på lengden i km. 1997/98

Lengde:	<1 km	1-2 km	2-3 km	>3 km	Totalt
Antall turer:	1 630	1 413	1 017	6 276	10 336
Prosentvis fordeling:	16	14	10	61	100

Kilde: TØI, Reisevaneundersøkelsen 1997-98.

RVU98 tok ikke med turer i arbeidstiden der intervjuobjektet var yrkessjåfør, dette medfører at vi har fått med en del av yrkeskjøringen (f.eks. selgere), men ikke alt. Vi antar at gruppen yrkessjåfører som kjører personbiler, mindre varebiler, o.l. ikke er særlig stor (omfatter først og fremst drosjer og budbiler). Derfor har vi ikke undersøkt kjøremønsteret til disse bilene, men antar i denne omgangen at de har samme kjøremønster som resten av bilparken når det gjelder motorstarttemperatur og dermed også startutslipp.

Kjøremønsteret i de forskjellige fylkene varierer en del ifølge reisevaneundersøkelsene til TØI. Vi vil imidlertid understreke at dataene på fylkesnivå er usikre. Gjennomsnittlig turlengde for hele landet lå på 12,6 km. Innbyggerne i Nord-Trøndelag har ifølge undersøkelsen den lengste gjennomsnittlige turlengden på nærmere 24 km, mens finnmarkingene er å finne i den andre enden av skalaen med en gjennomsnittlig turlengde på like under 7 km. Kjøremønstrene for de forskjellige fylkene er illustrert i figur 2.17 og figur 2.18. Gjennomsnittlig antall turer pr. intervjuobjekt er mye jevnere mellom fylkene enn kjørelengden, og ligger mellom 3 og 4.

Her følger en oversikt over hvilke variabler¹⁹ som trengs for å regne ut kaldstarttillegget, i g/start, og hvor denne informasjonen ble hentet:

- Motorstarttemperatur: Se avsnittet over.
- Turlengde i km: RVU98

Det totale kaldstarttillegget blir regnet ut for hele landet og deretter dividert med antall turer²⁰, for å finne g/start, og totalt antall km²¹, for å finne g/km. Landsgjennomsnittlige faktorer for tilleggsutslipp

¹⁸ Se kapittel 2.2.2, likning 15.

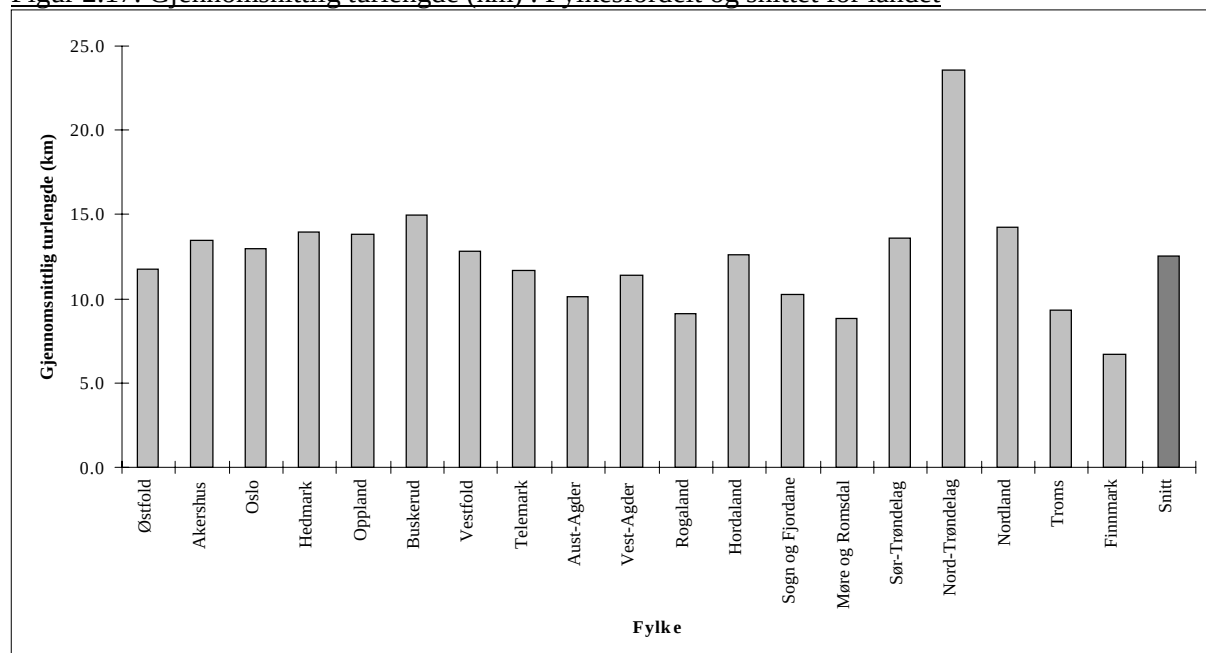
¹⁹ Se kapittel 2.2.2, likning 14.

og forbruk pr. km blir så brukt videre i hovedberegningene, der de blir multiplisert med trafikkarbeidstall, se avsnitt 2.6.3.

2.6.6. Mopeder og motorsykler

Utslipp fra mopeder og motorsykler er beregnet enklere enn for biler, uten fordeling på aldersklasser og kjøremodi. Antallet hentes fra Bil- og Veistatistikk. Årlig kjørelengde er hentet fra Rideng (1998). Akkumulert kjørelengde er beregnet ut fra data i Rideng (1998) og et anslag på 7 år for gjennomsnittlig alder. Trolig er mopeder og lette motorsykler eldre enn dette, mens tunge motorsykler er noe yngre.

Figur 2.17. Gjennomsnittlig turlengde (km) . Fylkesfordelt og snittet for landet

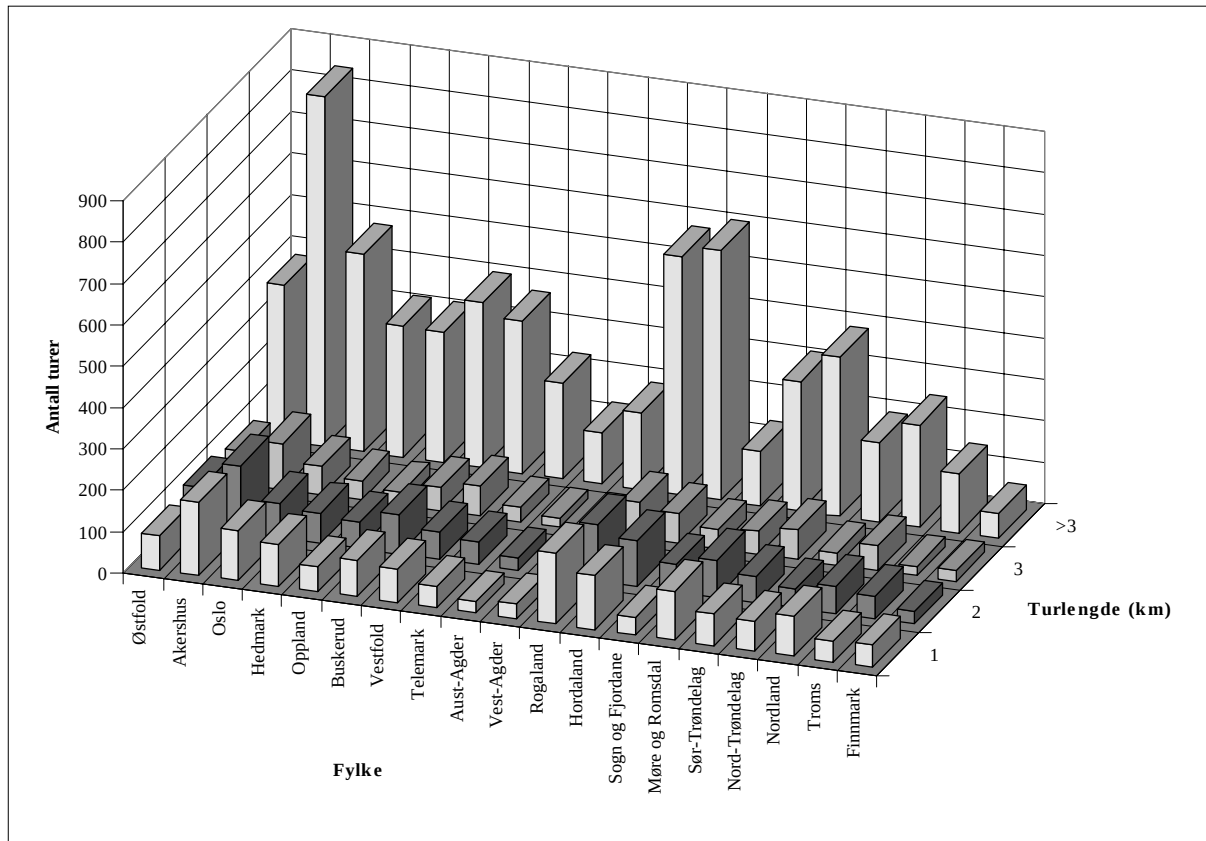


Kilde: TØI, Reisevaneundersøkelsen 1997-98.

Figur 2.18. Kjøremønster for de forskjellige fylkene

²⁰ Hentet fra RVU98.

²¹ Hentet fra RVU98.



Kilde: TØI, Reisevaneundersøkelsen 1997-98.

2.7. Data for å beregne utslipp av veistøv

Støv kan deles i fraksjoner etter størrelsen på partiklene. Grovt kan støvet deles i tre klasser:

- Grove partikler, “diameter” $>10\ \mu\text{m}$ ($\mu=10^{-6}$)
- PM_{10} , “diameter” $<10\ \mu\text{m}$
- $\text{PM}_{2,5}$, “diameter” $<2,5\ \mu\text{m}$.

Grove partikler omfatter partikler fra svært små, helt opp til grov stein. *Helseeffekten* av veistøv er hovedsakelig knyttet til PM_{10} , også kalt svevestøv.

Veistøv defineres som det støvet som kommer fra veien og har sin kilde i oppmalt asfalt, knust materiale fra strøsand og slitasje av bilgummi.

Mengde støv fra slitasje av *bilgummi* er langt mindre enn fra slitasje av veidekket. Om man eksempelvis antar at slitebanen til et personbildekk slites ned ca. 5 mm i løpet av 50 000 km, vil det utgjøre ca. 0,07 gram gummi/km. Noe av det avsettes på veibanen, så utslippet av gummistøv er sannsynligvis mindre. Mengdemessig vil det være under 1 prosent av utslippet fra slitasje av asfalten og bidra lite til utslipp av veistøv. Det vil derfor ikke bli nærmere omtalt her²².

Støv fra strøsand vil i hovedsak bestå av “store” partikler og utgjøre et trivselsproblem, men kan også gi bidrag til utslipp av PM_{10} ifølge “Veg-grepsprosjektet” (Statens vegvesen 1996). Bidraget vil ikke bli nærmere omtalt her på grunn av manglende data.

I det videre vil utslipp av veistøv bli begrenset til steinstøv fra *piggdekkslitasje av asfalt*. Bruk av dekk uten pigger gir betydelig mindre slitasje.

Slitasjelaget på asfaltvei kan bestå av ca. 90 prosent stein (bergarter/mineraler), ca. 5 prosent “filler” (steinstøv) og resten bindemidler (bitumen). Ved piggdekkslitasje slites/knuses steinmaterialet ned til mindre partikler som sammen med løsrevne fragmenter av “filler” og bitumen virvles opp, og blir luftbårne.

Asfaltstøv skyldes hovedsakelig slitasje fra piggdekk. Hvor store mengder asfaltstøv bruk av piggdekk gir er avhengig av en rekke faktorer, slik som

- Piggenes vekt
- Veidekkets motstandsdyktighet mot slitasje
- Kjøretøyenes hastighet
- Andel tunge kjøretøy
- Om veibanen er tørr, våt eller isbelagt.

I kapitlene 2.7.1 og 2.7.2 blir det presentert *to modeller* for å beregne utslipp av veistøv. Når veibanen er våt, vil en stor del av piggdekkstøvet bindes i vannfilmen. Når den tørker, vil en del av støvet kunne virvles opp igjen. Dette er ikke inkludert i veistøvmodell 1. I veistøvmodell 2 er all oppvirvling som skjer i veibanen inkludert.

2.7.1. Veistøvmodell 1 (TI)

²² Støv fra slitasje av bilgummi kan imidlertid bidra til spredning av metaller i miljøet.

I beregningen av midlere utslipp Q (i tonn/år) av PM_{10} fra veistøv i et område er følgende formel brukt:

$$Q_{PM10} \text{ (tonn/år)} = \sum_{\text{alle biltyper}} SPS \cdot n \cdot l \cdot m \cdot p \cdot w \cdot \alpha / 10^6 \quad (23)$$

- SPS: Den spesifikke piggdekkslitasjen angir hvor mye av veidekket som slites vekk på en km vei av et kjøretøy med piggdekk
- n: Antall biler av typen i området
- l: Årlig kjørelengde for biltypen i området, km
- m: Andel av året med piggdekkbruk i området (mellom 0 og 1)
- p: Andel av biltypen som bruker piggdekk (mellom 0 og 1)
- w: Korreksjonsfaktor for fuktig og islagt veibane. I beregningene av w er islagt veibane satt til 0, fuktig veibane til 0,05 og tørr veibane til 1,0. Dersom andelen av kjørelengden med piggdekk på våt og islagt (hard snø/is) veibane er hhv. v og x , blir $w = (0,05 \cdot v) + (1 \cdot (1 - v - x))$
- α : Andel av veistøvet i lufta som er PM_{10} . Denne faktoren finnes det ikke data for. Man bruker derfor PM_{10} -andelen på bakken som utgangspunkt. Størrelsen for denne faktoren finnes det svært varierende data for (Hedalen 1994). Hedalen oppgir PM_{10} -andelen til 3-4 prosent. NILU oppgir imidlertid at ved Klemetsrud i Oslo har 3 prosent av partiklene en diameter mindre enn $38 \mu m$ (Larssen og Haugsbakk 1996), noe som skulle tyde på en α betydelig lavere enn 3 prosent. NILU har funnet en PM_{10} -andel på 0,1 prosent i veistøvdepotet ved tre veier i Oslo (Larssen 1987). Man vet imidlertid ikke hvor representativ α ved bakken er i forhold til i lufta.

I beregningene er 3 prosent brukt som et første estimat. Hedalen (1994) angir at $PM_{2,5}$ -andelen av totalt veistøv er 0,5-1 prosent.

SPS-verdien varierer med alle faktorene ovenfor. På veier med stor trafikk brukes veidekke med større slitestyrke enn der trafikken er liten. Derfor vil SPS-verdien også kunne variere med trafikkmengden. I "Veg-grepsprosjektet" (Statens vegvesen 1996) ble SPS-verdier for ulike ÅDT-intervaller anslått ut fra analyser av spordybder for hele riksveinettet over årene 1988-1995.

SPS er også avhengig av *piggenes vekt*. Piggene har de siste årene *stadig blitt lettere*. I 1988 var kravet fra myndighetene at piggen for lette kjøretøy ikke skulle veie mer enn 2,0 gram, i 1990 ble dette endret til 1,8 gram for så å bli endret igjen i 1992 til 1,1 gram (Statens vegvesen 1997a). De såkalte lettpiggene har en masse på 0,7 gram. Pigger fra dekk til tunge kjøretøy kunne til 1992 veie 8,0 gram, men i 1992 ble dette kravet skjerpet til 3,0 gram. Det er også andre faktorer som har påvirket SPS-verdiene, blant annet kvalitetskrav til steinmaterialer og slitestyrke av veidekket. Tabell 2.37 viser SPS-verdier brukt i dette arbeidet. ViaNova har gitt SPS-verdier fordelt på klasser av ÅDT (Evensen 1997b). I dette arbeidet har man brukt en gjennomsnittsverdi for SPS som er vektet etter størrelsen på trafikkarbeid utført på veier med ulik ÅDT. Verdiene er oppgitt i g/km og gjelder for alle kjøretøy. For å beregne andelen av utslippet som stammer fra henholdsvis lette og tunge kjøretøy, er det forutsatt at tunge kjøretøy sliter 5 ganger så mye som lette. Bilenes hastighet er ikke angitt som noen egen faktor i formelen da den inngår i beregningen av SPS.

Tabell 2.37. SPS-verdier. g/km

ÅDT	1973-80	1981-87	1988-92	1993-97	2002
0-1500	22	20	20	18	16
1500-3000	20	20	18	16	14
3000-5000	16	15	14	12	10
>5000	14	12	11	10	9
Gjennomsnitt ²³	17,1	15,6	14,7	13,1	11,6

Kilde: Evensen (1997b)

Totaltallene for *årlig trafikkarbeid* ($n \cdot l$ i formelen) brukt i beregningene er hentet fra Rideng (1998).

I "Forskrift om bruk av av kjøretøy" (Vegdirektoratet 1990) står det at piggdekk eller kjetting ikke må brukes i tiden fra og med første mandag etter 2. påskedag til og med 31. oktober om ikke føreforholdene gjør det nødvendig. I praksis vil dette si at det er *forbudt å bruke piggdekk* fra ca. 1. mai hvis påsken er veldig sein et år, mens forbudet gjelder allerede fra ca. 1. april hvis påsken kommer tidlig. Det er gjort unntak fra denne regelen i Nordland, Troms og Finnmark der tilsvarende periode er fra og med 1. mai til og med 15. oktober. Det er i beregningene antatt brukt piggdekk i hele den tillatte perioden, dvs. faktoren m i ligningen er 6,5/12 i de tre nordligste fylkene. Som en forenkling har man i resten av landet valgt å bruke 15 april som en standarddato for slutt på piggdekkssesongen. For denne regionen blir altså faktoren m 5,5/12.

Tabell 2.38 viser *andel av bilparken som bruker piggdekk*. Det har de siste årene vært en *nedgang* i bruk av piggdekk i Norge. Faktoren p i ligningen vil derfor variere fra år til år. Opplysninger om piggdekkandel brukt i beregningene i dette arbeidet stammer fra Vegdirektoratet. Datamaterialet baserer seg på undersøkelser gjort ved å intervju bilister ved veikant, på bensinstasjoner, parkeringsplasser osv. (Statens vegvesen 1995a, 1995b og 1998). Skjemaene ble delt ut på dagtid på hverdagene, noe som førte til at hovedtyngden av de som svarte er lokale trafikanter. Storbrukere (årlig kjørelengde mer enn 20 000 km) var av den grunn overrepresentert i undersøkelsen. Videre har intervjuene kun foregått langs riksveiene. Undersøkelsen for 1997 (Statens vegvesen 1997b) er foretatt på en annen måte. I undersøkelsen foreslo man 0,2 som en brukbar piggfriandel. Denne verdien ble så justert av de enkelte veikontorene på bakgrunn av intervjuer eller annen kunnskap (f.eks. fra tidligere tellinger, opplysninger fra dekkimportør og forventninger om trend). Vegdirektoratet har valgt å bruke disse tallene da de mener å få et riktigere bilde når intervjuresultater og lignende justeres ut fra lokalkunnskap.

Undersøkelsen for 1997 har ikke data fra Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Nordland og Finnmark. Man har derfor måttet anta at piggdekkandelen for de to førstnevnte fylkene var lik den i Sør-Trøndelag (unntatt Trondheimsområdet), mens andelen i Nordland og Finnmark er lik den i Troms. Dataene gitt i tabell 2.39 har blitt omregnet slik at de gjelder for ett enkelt år og ikke en sesong siden man i denne rapporten skal presentere utslipp pr. kalenderår. 1993-andelen er f.eks. et gjennomsnitt av verdiene for 1992/93 og 1993/94. Tabell 2.39 viser gjennomsnittlig piggdekkandel i Norge veid etter trafikkarbeid i de ulike kommuner. Tallene for 1995 og 1997 er veid etter trafikkarbeidstall for 1994. For perioden 1973 - 1990 er piggdekkandelen i beregningene satt konstant til 90 prosent.

Tabell 2.38. Andel av biler som bruker piggdekk

²³ Veid etter trafikkarbeid utført på veier med ulik ÅDT

Fylkesnr.	Navn	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1997	1997/98
01	Østfold	0,82	0,86	0,85	0,80	0,80	0,80	0,69
02	Akershus	0,85	0,84	0,83	0,84	0,77	0,80	0,64
03	Oslo	0,84	0,81	0,81	0,78	0,69	0,75	0,51
04	Hedmark	0,90	0,89	0,94	0,91	0,88	0,80	0,85
05	Oppland	0,92	0,93	0,93	0,91	0,87	0,90	0,85
06	Buskerud	0,87	0,88	0,87	0,83	0,79	0,80	0,70
07	Vestfold	0,85	0,86	0,85	0,83	0,76	0,80	0,71
08	Telemark	0,89	0,89	0,87	0,86	0,86	0,80	0,78
09	Aust-Agder	0,92	0,91	0,78	0,89	0,86	0,80	0,81
10	Vest-Agder	0,85	0,75	0,89	0,88	0,89	0,80	0,78
11	Rogaland	0,68	0,82	0,76	0,81	0,86	0,82	0,70
12	Hordaland	0,80	0,83	0,88	0,86	0,82	0,78	0,72
14	Sogn og Fjordane	0,94	0,93	0,94	0,94	0,91	-	0,90
15	Møre og Romsdal	0,95	0,94	0,95	0,92	0,94	-	0,85
16	Sør-Trøndelag - omland	0,96	0,95	0,95	0,95	0,91	0,85	0,80
16	Sør-Trøndelag - Trondheim	-	-	-	-	-	0,78	-
17	Nord-Trøndelag	0,96	0,96	0,95	0,93	0,94	0,90	0,88
18	Nordland	0,97	0,98	0,96	0,96	0,94	-	0,94
19	Troms	0,98	0,99	0,98	0,97	0,97	0,95	0,96
20	Finnmark	0,96	0,98	0,97	0,96	0,96	-	0,93
	Gjennomsnitt	0,90	0,90	0,90	0,89	0,86	0,82	0,80

Kilde: Vegdirektoratet

Tabell 2.39. Gjennomsnittlig piggdekkandel i Norge veid etter trafikkarbeid i de ulike fylkene²⁴

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0,87	0,88	0,88	0,87	0,86	0,83	0,79

Kilde: Beregnet av SSB på grunnlag av data fra Vegdirektoratet.

For å beregne *korreksjonsfaktoren for fuktig veibane* (w) ble det innhentet trafikkarbeidstall fra Vegdatabanken (Evensen, 1997c). Disse var inndelt i kategoriene *tørr bar*, *våt bar*, *slaps*, *løs snø*, *hard snø/is* og *bart i spor*. Formelen (23) bruker imidlertid bare betegnelsene tørr, våt og islagt (hard snø/is) veibane. I dette arbeidet har vi valgt å i hovedsak gruppere betegnelsene som anbefalt av Evensen (1997a). Grupperingen er gjengitt i tabell 2.40. I beregningene av korreksjonsfaktoren (w) blir andelen av kjørelengden på veibane dekket av hard snø/is trukket fra. Andel våt og tørr veibane vil endre seg noe som en følge av endret andel piggdekk. I beregningene har man for årene 1973-1997 brukt en korreksjonsfaktor beregnet ut fra at 80 prosent av lette og 60 prosent av tunge kjøretøy bruker piggdekk.

Tabell 2.40. Gruppering i våt, tørr og islagt (hard snø/is) veibane

Vegdatabanken	Dette arbeidet
Våt bar	Våt
Tørr bar	Tørr
Slaps	Våt
Løs snø	Våt ²⁵
Hard snø/is	Hard snø/is
Bart i spor	80 % Tørr og 20 % våt ²⁶

²⁴ Gjennomsnittstallene for 1995 og 1997 er vektet mot kommunefordelte trafikkarbeidstall for 1994.

²⁵ Antagelse gjort av NILU og SSB.

²⁶ Antagelse gjort av Evensen (1997a).

Verdien α (PM_{10} -andelen i veistøv) er svært usikker. Man kunne også tenke seg å beregne utslippene ut fra ulike hastigheter. Vi har foreløpig antatt en *gjennomsnittlig hastighet* i beregningene. Dette blir ytterligere komplisert av at veidekke på veier med høye hastigheter er av en annen slitestyrke enn andre veidekker.

Tabell 2.41 og 2.42 viser *utslippsfaktorer for veistøv*. Disse er et produkt av SPS-verdi for det aktuelle året og PM_{10} -andelen av utslippet (α). Utslippsfaktorene blir lavere etter hvert som veidekkes slitestyrke økes og piggvekten reduseres. Utslippsfaktorene reflekterer ikke oppvirvling av veistøv, tunge kjøretøy virvler opp mye mer støv enn lette.

Tabell 2.41. Utslippsfaktorer for lette kjøretøy med piggdekk. Gram/kilometer

År	Faktor
1973	0,40
1980	0,40
1986	0,37
1987	0,37
1988	0,34
1989	0,34
1990	0,34
1991	0,34
1992	0,34
1993	0,31
1994	0,31
1995	0,31
1996	0,30
1997	0,30
2002-2020	0,27

Tabell 2.42. Utslippsfaktorer for tunge kjøretøy med piggdekk. Gram/kilometer

År	Faktor
1973	2,01
1980	2,01
1986	1,83
1987	1,83
1988	1,72
1989	1,72
1990	1,72
1991	1,71
1992	1,71
1993	1,54
1994	1,54
1995	1,53
1996	1,52
1997	1,50
2002-2020	1,33

2.7.2. Veistøvmodell 2 (NILU)

NILU har utviklet en annen modell for beregning av veistøv. Denne modellen har et *annet utgangspunkt* enn modell 1 hvor utslippet ble beregnet ut fra en slitasjefaktor, SPS-verdi, gitt i gram/kilometer. I veistøvmodell 2 blir utslippet beregnet ut fra *målinger og et referanseutslipp* av

eksospartikler. Modellen forutsetter at partikler fra veitrafikk hovedsakelig skyldes størrelsesfraksjonen PM_{2,5} partikler i eksos, mens PM_{10-2,5} skyldes veislitasje.

Ligningen under viser hvordan utslippet beregnes:

$$Q_{\text{veistøv}} = Q_{2,5R} \cdot (a \cdot TT + b) \cdot (V_T/V_R)^2 \cdot RP \cdot RW \quad (24)$$

hvor

$Q_{\text{veistøv}}$	Kildestyrke for veistøv (PM ₁₀)
$Q_{2,5R}$	Referanseutslipp eksospartikler (her: 1994)
$(a \cdot TT + b)$	Korreksjon for tungtrafikkandel i trafikkstrømmen. TT i prosent.
V_T/V_R	Korreksjon for avvik av kjørehastighet fra referansehastighet
RP	Reduksjonsfaktor for endring i piggdekkbruk
RW	Reduksjonsfaktor for fuktighet av veibane (samme som w i modell 1).

For $Q_{2,5R}$ settes *referanseutslipp* for eksospartikler inn. I dette arbeidet har man brukt utslippet av partikler fra veitrafikk (unntatt mopeder og motorsykler) i piggdekkseongen i 1994. Verdien 1885 tonn er blitt brukt i beregningene.

Leddene $a \cdot TT + b$ i veistøvmodell 2 beskriver *tungtrafikkandelens betydning* for veistøvutslippet. I dette arbeidet har man antatt en tungtrafikkandel på 10 prosent. Konstantene a og b er satt til hhv. 0,268 og 2,482 på bakgrunn av målinger gjort ved Strømsveien i Oslo.

Som *gjennomsnittlig kjørehastighet* er 73,6 km/t brukt også i denne modellen (V_T). Som referansehastighet brukes den registrerte midlere kjørehastighet ved målepunktet ved Strømsveien, 75 km/t.

Det er antatt at veidekkeslitasjen som følge av piggdekkbruk vil være tilnærmet proporsjonal med *vekten av piggene på lette biler*. Slitasjen fra piggfrie dekk antas å utgjøre 2 prosent av slitasje fra piggdekk²⁷ med piggvekt 1,8 g (NILU 1997). I beregningene ble det for 1994 brukt verdiene 8 prosent piggfrie dekk, 7,5 prosent med piggvekt 1,1 gram og 84,5 prosent med piggvekt 1,8 gram. Referanseåret får derfor en slitasjekoeffisient på 0,89 i forhold til slitasjen dersom samtlige dekk hadde hatt pigger med 1,8 gram pigger. Reduksjonsfaktoren for endring i piggbruk blir da gitt ved uttrykket:

$$RP = (\text{piggandel} + \text{lettpiggandel} \cdot 1,1 / 1,8 + \text{piggfriandel} \cdot 0,02) \cdot 1,1 \quad (25)$$

Uttrykket er multiplisert med 1,1 for at RP skal bli 1 for referanseåret 1994 ($1 / 0,89 = 1,1$).

Reduksjonsfaktoren for fuktighet av veibane (RW) er i denne modellen identisk med korreksjonsfaktoren w i modell 1. Beregningen av denne er forklart tidligere i teksten.

Beregningene gjort ut fra denne modellen kunne forbedres hvis man fikk flere verdier av konstantene a og b i uttrykket $a \cdot TT + b$. Dette uttrykket er en analog til SPS-verdien i modell 1 og vil variere på samme måte. De eksisterende verdiene er beregnet ut fra data for Strømsveien i Oslo og er ikke nødvendigvis representative for resten av landet.

2.7.3. Valg av modell

Begge modellene gir et *godt grunnlag* til å beregne utslipp til luft av veistøv, men de inneholder begge faktorer som er *usikre og kan forbedres*. I kapittel 3.2.2 presenteres resultater av utslippsberegninger

²⁷ Asfaltslitasje fra piggfrie dekk er ikke med i beregningene i Veistøvmodell 1 (TI)

gjort med de to modellene for året 1994. Modellene gir *utslippstall i samme størrelsesområde*. I kapittel 3.7 beskrives usikkerhetene i beregningene.

Det har blitt beregnet *tidsserier* ut fra modell 1 (TI). Modell 2 (NILU) er imidlertid *enklest å forbedre* ved å gjøre nye målinger. Dette vil si at dersom man ønsker sikrere beregningsresultater, er det enklest å gjøre forbedringer basert på modell 2. Denne modellen baserer seg på faktiske målinger av oppvirkvlet støv fra veibanen.

2.7.4. PAH i veistøv

Bindemidlet i asfalt (bitumen) er en blanding av et stort antall organiske forbindelser, også PAH-forbindelser. Bitumen inneholder også metaller slik som nikkel og vanadium (15-100 og 50-600 ppm) (Myran 1995). I Norges rapportering til Corinair ble det brukt en utslippsfaktor på 0,45 mg PAH/km ut fra den antagelsen at 40 prosent av trafikkarbeidet utføres i piggdekkssesongen (NIVA/NILU 1995). 50 prosent av utslippet er regnet som utslipp til luft. Vi synes imidlertid at det er riktigere kun å regne med PM₁₀-PAH i luftutslippsberegningene, det vil si kun ta med PAH bundet på partikler med størrelse mindre enn 10µm. *PAH-innholdet i asfalt* (eller bitumen) er usikkert og kan variere over tid (Bækken 1993). Her sies det at bitumen inneholder 6-66 ppm PAH (asfalt inneholder ca. 5 prosent bitumen). Dersom PAH er jevnt fordelt i alt støv, gir det en faktor på 0,3-3,3 mg PAH/kg veistøv. Larssen (1985) har angitt PAH-innholdet i støv fordelt på ulike fraksjoner, samt henholdsvis våt og tørr vei. PAH-innholdet i inhalerbart støv fra våt vei vil være 330 ppm og fra tørr vei 75 ppm. Utslippene til luft er størst fra tørr vei, og vi har derfor valgt en verdi på 85 ppm. Dette kan være lite representativt siden det kun er basert på målinger fra ett sted (Oslo) i 1985, men er den beste kilden vi har nå. Dette gir et årlig utslipp på omtrent 160 kg total PAH, dette er lavere enn beregnet ut fra faktoren 0,45 mg total PAH/km. Disse faktorene er imidlertid utledet ut fra forskjellige forutsetninger. Siden vi nå har et relativt godt estimat for utslippet av veistøv, velger vi å beregne PAH-utslippet ut fra denne verdien. Utslippstallet på 160 kg PAH er imidlertid *meget usikkert*. Tabell 2.43 viser at bare 6 prosent av dette utslippet omfattes av ECE-protokollen og utslippet blir derfor 9 kg. Dette er en *meget liten andel av avgassutslippet* som har vært 7-800 kg per år de senere årene.

Tabell 2.43. PAH profil for veistøv. Prosent

	Av målte PAH	Inkludert i ECE-protokollen
Phenanthrene	16	
2-methylphenantherne	8	
1-methylphenantherne	3	
Fluoranthene	19	
Pyrene	23	
Benzo(a)fluorene		
Retene	16	
Benzo(b)fluorene		
Benzo(g,h,i)fluoranthene		
Benzo(a)fluoranthene		
Cyklopenta(c,d)pyrene		
Benz(a)anthracene		
Chrysene/Triphenylene	5	
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	6	Ja
Benzo(e)pyrene		
Benzo(a)pyrene		Ja
Perylene		
Indeno-(1,2,3-c,d)pyrene		Ja
Benzo(g,h,i)perylene	3	
Anthantrene		
Coronene		

2.7.5. Kommunefordeling av veistøvutslipp

De årlige totaltallene for veistøvutslipp i Norge beregnet ut fra veistøvmodell 1 har blitt fordelt på kommunene i Norge. Til fordelingen er det brukt en *fordelingsnøkkel* som er et produkt av trafikkarbeidet i kommunen ($l \cdot n$), piggdekkandel (p), korreksjonsfaktoren for fuktighet (w) og andel av året med piggdekkbruk (m). Metoden denne fordelingen er gjort på har en stor svakhet ved at den ikke tar hensyn til ulikheter i SPS-verdier fra kommune til kommune. Slitestyrken til veidekkene som brukes, varierer sterkt fra kommune til kommune, men også fra vei til vei innen samme kommune.

Ifølge beregninger gjort for 1995 har *Oslo det største veistøvutslippet* med 8,8 prosent av Norges totalutslipp. Bergen, Bærum, Stavanger, Kristiansand, Asker og Trondheim følger videre med andeler på hhv. 3,9, 2,9, 2,0, 1,8, 1,6 og 1,4 prosent.

Det er grunn til å tro at hvis man hadde tatt hensyn til *ulik slitestyrke i veidekkene* i de forskjellige kommuner, ville f.eks. Trondheim fått et enda større utslipp. Det er målt til dels meget høye PM_{10} -verdier i de mest trafikkeksponerte gatene i Trondheim i forhold til de andre norske kommunene hvor de foretar målinger (Larssen og Hagen 1997).

2.8. Metode og datagrunnlag for framskrivninger av aktivitetsdata

Når modellen brukes til framskrivninger, trenger vi et *datagrunnlag med utslippsfaktorer og aktivitetsdata*, på samme måte som for historiske beregninger. Framtidige utslippsfaktorer er presentert i de foregående avsnittene. I dette avsnittet viser vi hvordan vi framskriver aktivitetsdata.

For de historiske beregningene faller aktivitetsdataene i to grupper: *Drivstofforbruk*, som bestemmer det samlede nivået på utslippene, og *bestand og kjørelengder* som brukes til fordeling av drivstofforbruket. I framskrivingene har vi ikke uavhengige kilder til disse dataene. I stedet har vi valgt å lage framskrivninger av bestand og kjørelengde. Utviklingen i drivstofforbruket beregnes så internt i modellen på grunnlag av faktorer for forbruk pr. kilometer.

2.8.1. Kjøretøybestand

Framskriving av bestand er det viktigste grunnlaget for beregningene av framtidig utslipp. Vi trenger i prinsippet to typer informasjon om bilbestanden i analyseårene: *totalbestand* og *aldersfordeling*. Vi har brukt følgende metode:

1. Utviklingen av *totalbestanden* for hver kjøretøyklasse hentes fra andre kilder eller egne analyser. Basisalternativet i denne rapporten bruker utviklingsbaner for trafikkarbeid basert på Regjeringens Langtidsprogram 1998-2001. I Stortingsmelding nr. 36 (1996-97) er det gjengitt slike framskrivninger som er utarbeidet av Transportøkonomisk Institutt (TØI). Beregningene viser 1,3 prosent årlig vekst for personbiler, 1,0 prosent for kollektivtransport (buss) og 1,9 prosent for godstransport på veg. Ved å holde årlig kjørelengde pr. bil konstant, vil trafikkarbeidet som beregnes i modellen få riktig utvikling.

Det er også lagd framskrivninger der utviklingen i totalbestand på ulike måter avviker fra basisalternativet. Disse er beskrevet i resultatkapitlets avsnitt 3.4.1.

2. *Overlevelsesserater* viser hvor mange av bilene i en gitt klasse, aldersgruppe og år som fortsatt er registrert året etter. Gitt bestanden i ett år gir disse ratene bestanden i året etter for alle aldersklasser untatt nye biler.

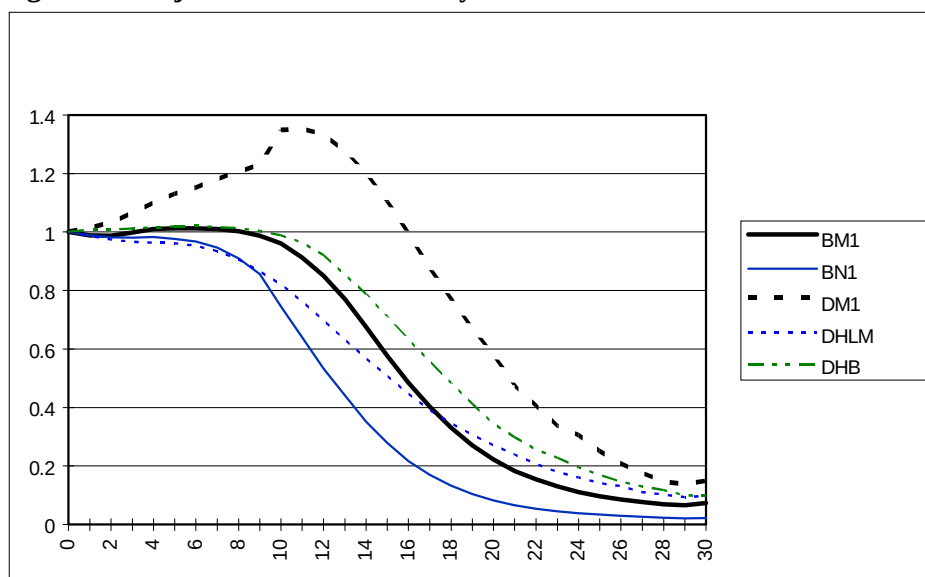
Overlevelsesseratene beregnes som gjennomsnitt av historiske rater for perioden 1986-1995. Året 1996 brukes ikke på grunn av den forhøyede vrakpanten, som ville gitt altfor lave verdier. Ratene

for enkelte klasser er vist i figur 2.19, omregnet til hvor stor andel av nybilbestanden som er igjen til enhver tid.

Bruktbilimport blir fanget opp når overlevelsesratene beregnes på denne måten, idet raten for de yngre aldersklassene til dels vil være større enn 1. Vi forutsetter således at bruktbilimporten vil holde seg på middelnivået for perioden. Det er særlig for diesel-personbiler (DN1) det har vært en merkbar import.

3. Nybilsalget - antall i aldersklasse 0 - restbestemmes ut fra totalen fra punkt 1 og summen av de øvrige aldersklassene i punkt 2. Til sammen gir punktene 2 og 3 aldersfordeling for bestanden.

Figur 2.19. Gjenstående andel av nybilbestand etter alder



2.8.2. Kjøreengder

I denne rapporten er alle kjøreengdedata holdt konstant med 1997 som basisår. Dette gjelder midlere kjøreengde for klassene, aldersfordelte kjøreengder og modusfordeling. Utviklingen i trafikkarbeid blir dermed proporsjonal med utviklingen i bestand. Det kan være argumenter for å øke de framtidige årlige kjøreengdene i modellen. Siden utgangspunktet for framskrivinger er antatt økning i trafikkarbeidet, ville økt kjøreengde føre til lavere vekst i antall biler, og en litt eldre bilpark. Effekten på utslippstallene ville imidlertid bli liten.

2.8.3. Drivstofforbruk

Som nevnt har vi valgt å beregne det framtidige drivstofforbruket internt i modellen på grunnlag av *antall kjøretøy, kjøreengder og faktorer for forbruk pr. kilometer*. Dette betyr i praksis at vi går over fra en *top-down*-metode der et gitt forbruk fordeles ved hjelp av aktivitetsdata til en *bottom-up*-metode der framtidig forbruk beregnes ut fra aktivitet og spesifikt forbruk. For å unngå brudd i tidsserien mellom historiske og framskrevne data må vi ha en korreksjonsfaktor for hvert drivstoff som viser forskjellen mellom samlet forbruk ved de to metodene.

I de historiske beregningene omgår vi problemet med avviket mellom beregnet (bottom-up) og faktisk (top-down) forbruk ved at vi har en drivstoffbasert modell. I modeller basert på trafikkarbeid må problemet løses på andre måter. I COPERT (EUs anbefalte modell for å beregne utslipp fra veitrafikk) anbefales for eksempel at parametrene i modellen (kjøreengder og spesifikt drivstoff-forbruk) "justeres" slik at avviket blir minst mulig.

Korreksjonsfaktoren beregnes for hvert drivstoff for historiske år og har formen

$$k = \frac{top_down}{bottom_up} = \frac{M_{varm}}{\bar{l} \cdot T} \quad (26)$$

der

M_{varm} er forbruket ved varm kjøring basert på salg, fratrasket kaldstart, fordamping og forbruk fra motorsyklus som er bottom-up også for historiske utslipp.

$\bar{l}$ er gjennomsnittlig forbruk pr. km.

T er samlet trafikkarbeid (antall * kjørelengde).

Korreksjonsfaktorene viser hvor godt modellen “treffer” det virkelige drivstofforbruket. I framskrivingene må vi velge et referanseår for faktorene. Faktorene fra dette året blir multiplisert med forbruket som beregnes bottom-up i framskrivingene. For framskrivingene i denne rapporten har vi brukt 1997 som basisår med faktorene 0,983 for bensin og 1,270 for diesel. Årsakene til den høye faktoren for diesel er uviss. Det er usikkerhet både i anslaget for forbruket på vei (M), for spesifikt forbruk ($\bar{l}$) og for kjørelengder (T).

Del 3. Resultater

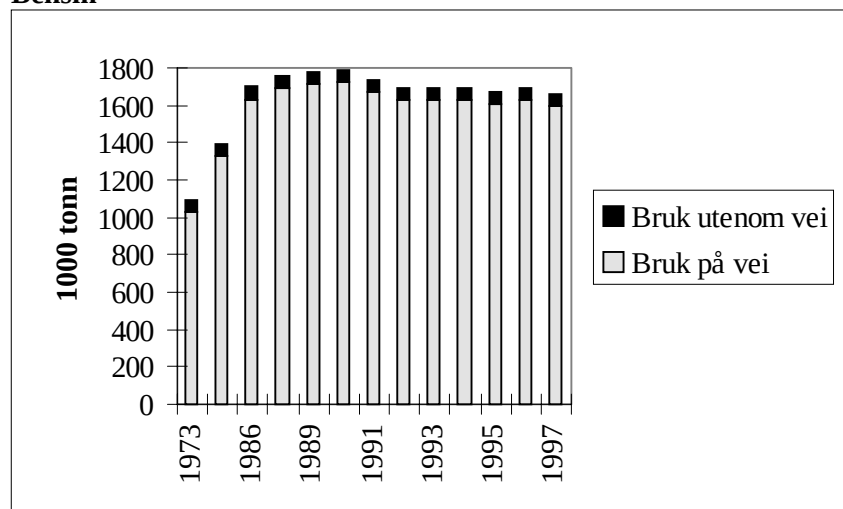
Utslippstall er beregnet for årene 1976, 1980, 1986, 1987 og 1989-1997. Data for 1997 er foreløpige siden en del statistiske data ikke var klare da denne rapporten ble laget. Dataene for 1973 og 1980 er beregnet noe forenklet siden noen grunnlagsdata ikke er tilgjengelige.

3.1. Drivstofforbruk

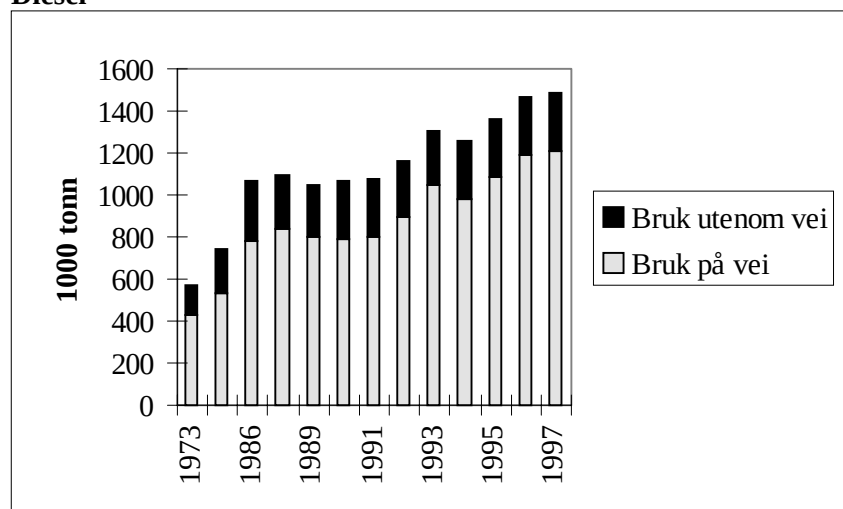
En mindre andel av bensinforbruket og en vesentlig andel av autodieselforbruket går med til *andre formål enn veitrafikk*. Utslippene fra disse blir beregnet i SSBs hovedutslippsmodell, og ikke i veimodellen. Beregningene av drivstofforbruket til motorredskap er *usikre* og bør revideres etter som datamaterialet blir bedre. Framgangsmåten er beskrevet i avsnitt 2.6.1. Utviklingen i forbruket av drivstoff er vist i figur 3.1 og vedlegg 3. Mens forbruket av *bensin* har vært relativt *stabilt* på 90-tallet, har forbruket av *diesel* fortsatt å *øke*. Dette skyldes dels mer energieffektive bensinkjøretøy, men også at en del av trafikkarbeidet er flyttet fra bensin- til dieselskjøretøy.

Figur 3.1. Forbruk av bensin og diesel til veitrafikk og andre formål. 1976, 1980, 1986, 1987 og 1989-1997

Bensin



Diesel

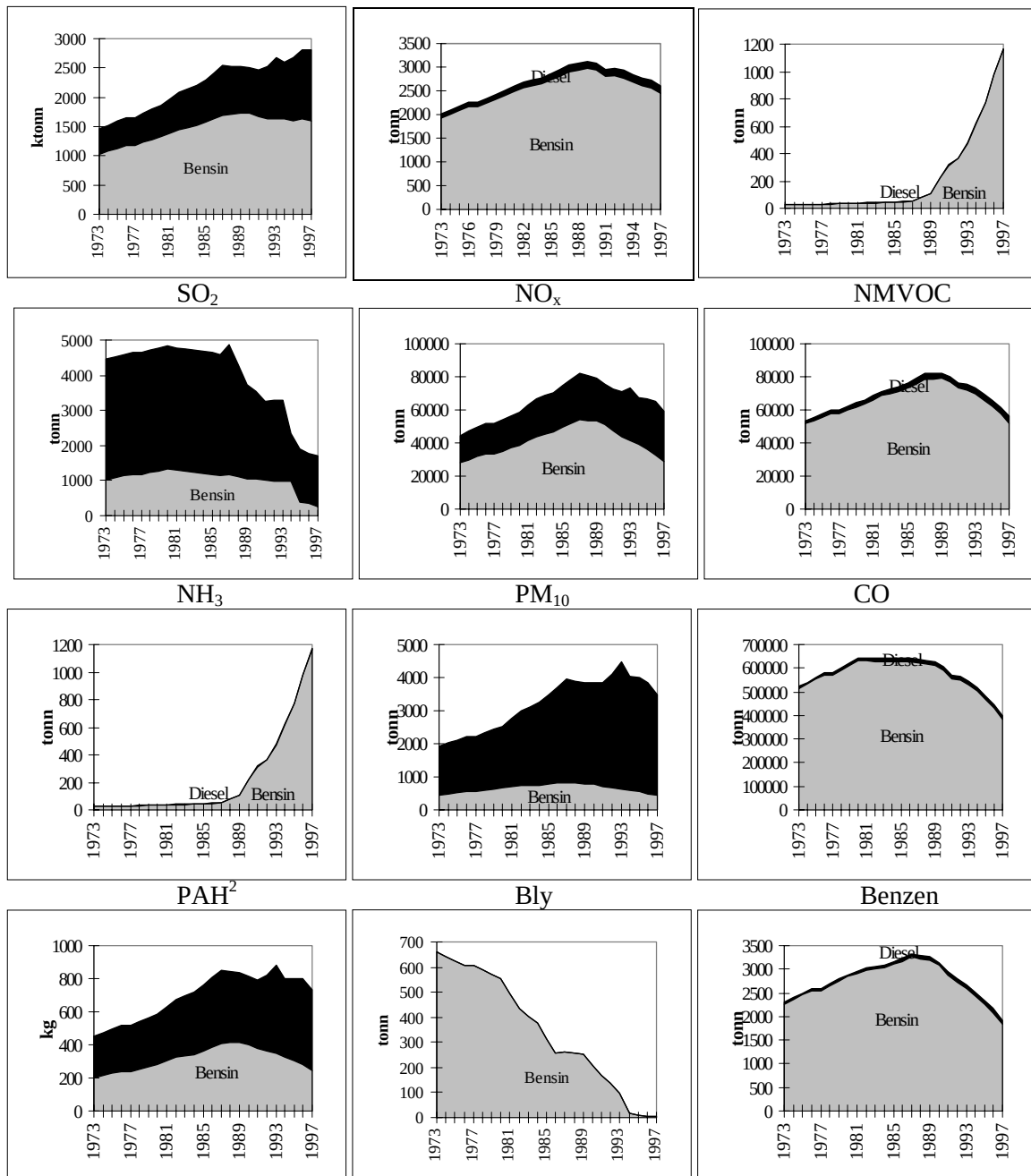


Figur 3.2. Utviklingen av avgass- og fordampingsutslippene fra veitrafikk i Norge

Drivstoff¹

CH₄

N₂O



¹ CO₂ endres i takt med drivstofforbruket

² Fire komponenter (ECE-PAH)

3.2. Historiske utslippstall

3.2.1. Avgassutslipp

De *totale utslippene* fra veitrafikk de aktuelle årene er vist i tabell 3.1 og figur 3.2. For år som ikke er beregnet i veimodellen er utslippstallene estimert ut fra salget av drivstoff og interpolasjon mellom gjennomsnittlige utslippsfaktorer²⁸. Mer detaljerte utslippstall er vist i vedlegg 5, mens andre tabeller kan tas ut ved spesialkjøringer.

Tabell 3.1. Avgassutslipp og fordamping fra motoren og forbruk av drivstoff. 1973, 1980, 1986, 1987, 1989-1997. tonn. CO₂ og forbruk av drivstoff i ktonn. PAH i kg

Klimagasser	Forbruk	CO ₂	CH ₄	N ₂ O						
1973	1 457	4 578	2 022	81						
1980	1 862	5 849	2 515	115						
1986	2 415	7 590	2 919	176						
1987	2 535	7 969	3 013	187						
1989	2 519	7 916	3 076	198						
1990	2 512	7 893	3 039	235						
1991	2 475	7 779	2 910	276						
1992	2 524	7 936	2 930	327						
1993	2 674	8 413	2 897	415						
1994	2 603	8 188	2 802	521						
1995	2 684	8 445	2 736	651						
1996	2 819	8 870	2 695	819						
1997	2 808	8 839	2 675	984						
Andre komponenter	SO ₂	NO _x	NH ₃	NMVOC	CO	Bly	PM ₁₀ ¹	PM _{2,5} ¹	PAH ²	Benzen
1973	4 475	46 222	24	53 999	523 429	661	2 047	1 965	449	2 301
1980	4 846	60 264	35	66 435	642 264	554	2 698	2 590	588	2 882
1986	4 584	78 685	50	78 657	635 119	256	3 891	3 728	798	3 170
1987	4 886	82 044	52	81 212	631 830	261	4 144	3 968	848	3 251
1989	3 746	78 854	105	81 652	616 762	254	4 040	3 871	826	3 182
1990	3 556	75 647	217	79 445	598 107	210	4 020	3 852	805	3 059
1991	3 246	72 433	307	75 680	562 130	170	4 031	3 860	788	2 864
1992	3 293	71 445	357	74 984	555 051	139	4 331	4 143	817	2 710
1993	3 277	73 785	464	72 974	536 573	97	4 722	4 512	871	2 602
1994	2 345	67 461	599	69 199	508 243	16	4 230	4 044	790	2 447
1995	1 899	66 550	751	65 335	474 905	10	4 197	4 008	793	2 261
1996	1 788	65 519	951	61 237	442 291	3	4 077	3 889	794	2 109
1997	1 707	59 619	1 134	56 260	402 136	2	3 676	3 507	733	1 874

¹ Inkluderer ikke veislitasje

² Benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten og indeno(1,2,3-cd)pyren

²⁸ Dette gjelder årene 1974-1979, 1981-1985 og 1988.

3.2.2. Veistøv

Veistøvmodell 1 (TI)

Tabell 3.2 viser *veistøvutslipp* for årene 1973, 1980 og 1986 - 1997 etter veistøvmodell 1. Modellen kan i prinsippet fordele de nasjonale utslippstallene på PM_{10} og $PM_{2,5}$. $PM_{2,5}$ er imidlertid ikke oppgitt i denne rapporten pga. stor usikkerhet i beregningene. Figur 3.3. viser utviklingen i PM_{10} -utslipp 1973 - 1997.

Utslippene av veistøv har blitt *nær doblet* i perioden 1973 - 1987. Dette skyldes at den store økningen i trafikkarbeidet har betydd mer for utslippene enn redusert spesifikk slitasje (SPS). *Fra 1988* er SPS ytterligere redusert, og for perioden 1991 - 1997 viser undersøkelser over piggdekkbruk at piggdekkandelen har *blitt redusert* fra 87 til 79 prosent (veid etter kjørelengde i fylkene). Disse faktorene gjør at man til tross for et fortsatt økt trafikkarbeid fra 1988 stort sett har fått *redusert veistøvutslippet*.

Tabell 3.2. Veistøv. PM_{10} .**Totalt lette og tunge kjøretøy. Tonn**

År	Totalt
1973	1 246
1980	1 707
1986	2 096
1987	2 206
1988	2 109
1989	2 144
1990	2 164
1991	2 092
1992	2 113
1993	1 924
1994	1 958
1995	1 944
1996	1 973
1997	1 912

Figur 3.3. Utslipp til luft fra veistøv. Totalt lette og tunge kjøretøy. 1973-1997. PM_{10} . Tonn

Veistøvmodell 2 (NILU)

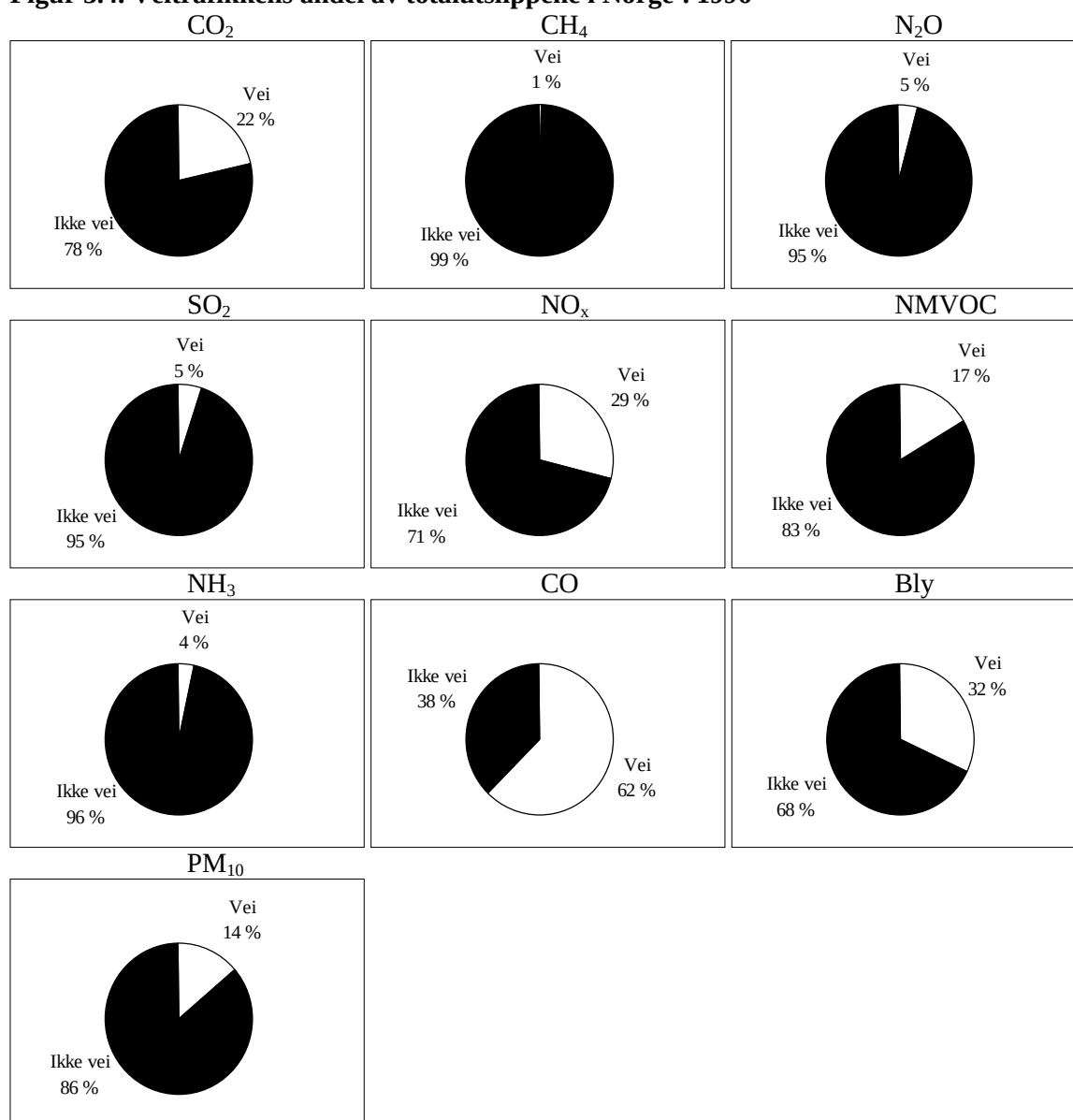
Utslippstall for NILUs modell har blitt beregnet for 1994. Ifølge denne modellen ble det sluppet ut 2 062 tonn veistøv (PM₁₀) i Norge i 1994. Tabell 3.3 viser en sammenligning av resultatene for de to modellene for 1994. Til tross for at modellene har to helt forskjellige utgangspunkt (hhv. SPS-verdi og eksospartikkelutslipp) gir de utslippstall i *samme størrelsesområde*.

Siden modellene gir såpass like resultater og TI-metoden er enklest å bruke ved generering av tidsserier, er dataene i denne rapporten basert på denne metoden. Dersom resultatene skal forbedres ved hjelp av målinger, vil det antagelig være best å ta utgangspunkt i NILUs metode.

Tabell 3.3. Utslipp til luft fra veistøv 1994. Lette og tunge kjøretøy. PM₁₀. Tonn

Modell	PM ₁₀
Modell 1 (TI)	1 958
Modell 2 (NILU)	2 034

Figur 3.4. Veitrafikkens andel av totalutslippene i Norge¹. 1996



PM₁₀ = Kun avgassutslipp

¹ For PAH og benzen mangler sammenlignbare totaltall for Norge

3.3. Kommentarer til historisk utvikling i nasjonalt utslippsnivå

Utviklingen i utslippene fra veitrafikk i Norge er illustrert i figur 3.2, se side 84, og *veitrafikkens andel* av totalutslippene i figur 3.4 på side 88.

I 1996 utgjorde utslipp fra veitrafikk 62 prosent av *CO₂-utslippene* i Norge. Veitrafikk står også for en *vesentlig andel* av totalutslippene av *NO_x, bly, NMVOC, CO₂ og partikler*. Imidlertid vil veitrafikk i *lokal sammenheng* mange steder utgjøre en mye større andel av utslippene.

For de fleste komponentene er det ingen direkte sammenheng mellom drivstofforbruket og utslippene. Dette skyldes at kjøretøyene tilfredsstiller ulike *avgasskrav* og at utslippene vil variere med *alderen på bilen*. Figur 3.5. viser at 10-13 år gamle biler i forhold til 1997 står for en stor andel av utslippene, se side 90. Disse bilene ble solgt før katalysatorkravet ble innført, samtidig som salget av nye biler, som fremdeles er i bruk, var høyt i disse årene. *Utslippene pr. enhet trafikkarbeid* er illustrert i figur 3.6, se side 91. Figuren viser tydelig hvor mye gjennomsnittsutslippene av disse komponentene er blitt redusert pr. årsklasse. Biler som er 8 år eller yngre har treveis katalysator.

CO₂-utslippene fra veitrafikk har økt med 16 prosent siden 1986. Utslippene fra bensinkjøretøy har vært omtrent uendret, mens utslippene fra diesel har økt med mer enn 50 prosent. Til sammenligning har persontransportarbeidet på vei (personkm) økt med 12 prosent og godstransportarbeidet på vei (godskm) økt med 65 prosent. En gjennomsnittlig ny bensinbil vil slippe ut 5-10 prosent mindre pr. kilometer enn en fra 1988. Økningen i totalt utslipp har vært relativt jevn, med unntak av en stagnasjon på begynnelsen av 90-tallet.

Utslippene av *metan* er størst fra bensinbiler og har avtatt med 10 prosent siden 1986 på grunn av skjerpede avgasskrav til VOC.

Både bensin- og dieselskjøretøy bidrar til utslippene av *lystgass*. Utslippene er *flerdoblet* de senere årene fordi tiltak som reduserer NO_x øker lystgassutslippene.

Utslippene av *SO₂ og bly* vil være avhengig av forbruket av drivstoff og svovel- og blyinnholdet i drivstoffet. Svovel og bly i drivstoffet er blitt *reduert* mye de siste 20 årene. Utslippene av SO₂ er redusert med mer enn 60 prosent, nedgangen gjelder både bensin- og dieselskjøretøy. Utslippene av bly er kraftig redusert. Blybensin er nå praktisk talt ikke i bruk. Nedgangen var særlig stor mellom 1993 og 1994. I framskrivingene er det regnet med at svovelinnholdet vil synke ytterligere, mens blyinnholdet i bensin forblir på dagens nivå.

Både bensin- og dieselskjøretøy er viktige utslippskilder til NO_x i nasjonal sammenheng, veitrafikk utgjør nesten 1/3 av totalt utslipp. Utslippene er *vesentlig lavere* for bensinbiler med treveis katalysator enn eldre teknologier. Innførte avgasskrav til dieselskjøretøy reduserer utslippene med omtrent 50 prosent for person- og godsbiler, mindre for busser. Nye avgasskrav fra 2000 og sannsynligvis 2005 vil redusere utslippene fra tunge kjøretøy og diesel personbil ytterligere. Totalutslippene fra bensinbiler har avtatt med 44 prosent siden 1986 som følge av strengere avgasskrav. Utslippene fra dieslbiler har økt med 14 prosent, altså lavere enn økningen i forbruket av drivstoff. Totalt har utslippene fra veitrafikk gått ned med 25 prosent.

Bensinkjøretøy bidrar mest til utslipp av NMVOC fra veitrafikk (nesten 95 prosent). Av dette stammer 20 prosent fra fordamping og 30 prosent fra kaldstart (1997). Både utslippene fra kjøring, start med lunken motor og fordamping (pga. bensininnspøyting) blir *vesentlig redusert* på bensinbiler med katalysator. Utslippene fra veitrafikk er derfor redusert med nesten 30 prosent siden 1986.

Bensinkjøretøy bidrar mest til utslippene av *ammoniakk* fra veitrafikk. Utslippsfaktorene er imidlertid meget usikre. Utslippene har økt med en størrelsesorden fordi tiltak som reduserer NO_x øker ammoniakksutslippene.

CO-utslippene er særlig store fra biler uten katalysator samt ved start med kald og lunken motor. Innføringen av avgasskrav til bensinkjøretøy har derfor ført til en reduksjon i utslippene. Ved kjøring med varm motor vil en ny katalysator fjerne omtrent 85 prosent av utslippene. Totalutslippene har gått ned med nesten 40 prosent siden 1986 som følge av skjerpede avgasskrav.

Kaldstartutslippet utgjør nesten 50 prosent av CO-utslippene fra veitrafikk. Dette skyldes at katalysatoren ikke virker når motoren er helt kald. Katalysatoren har imidlertid en effekt på start med halvvarm motor.

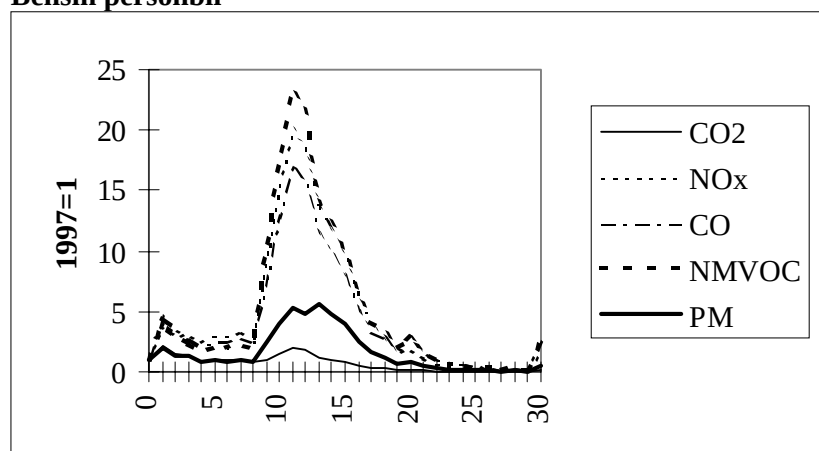
Dieselskjøretøy er viktigste utslippskilde til *partikler* (PM_{10} og $PM_{2,5}$) med 88 prosent av avgassutslippene fra veitrafikk i 1997. Avgasskrav har ført til en vesentlig reduksjon i de spesifikke utslippene fra både bensin- og dieselskjøretøy. Dette har ført til en halvering av avgassutslippene fra bensinbiler siden 1986, mens utslipp fra dieslbiler har økt med over 5 prosent, altså mindre enn økningen i forbruket av drivstoff.

I tidligere år var bensin- og dieselskjøretøy omtrent like viktige for utslippene av *PAH*. Utslippene fra bensinbiler har imidlertid blitt mye *redusert* på grunn av nye avgasskrav til andre komponenter som indirekte også reduserer PAH. Utslippene fra dieselskjøretøy har økt som en følge av økt forbruk av drivstoff. Samlede PAH-utslipp fra veitrafikken er redusert med omtrent 10 prosent fra 1986 til 1997. Det er imidlertid svært stor usikkerhet knyttet til utslipp av PAH.

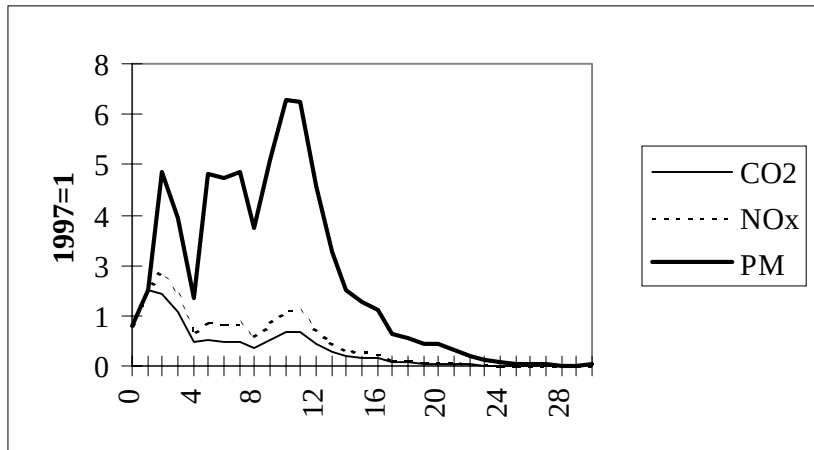
Veitrafikk, og særlig bensinkjøretøy, bidrar til *utslipp av benzen*. Som følge av avgasskrav til andre komponenter (særlig NMVOC) er utslippene redusert med omtrent 40 % siden 1986.

Figur 3.5. Utslipp etter kjøretøyets alder. 1997. Relativt til 1997-modell

Bensin personbil

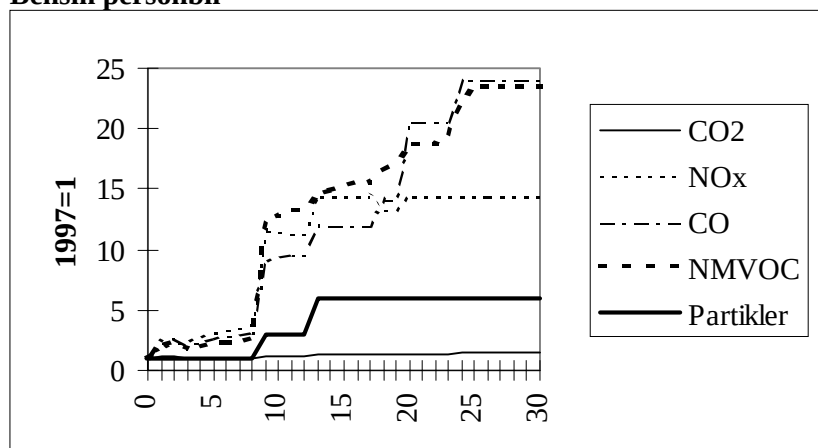


Diesel lastebil

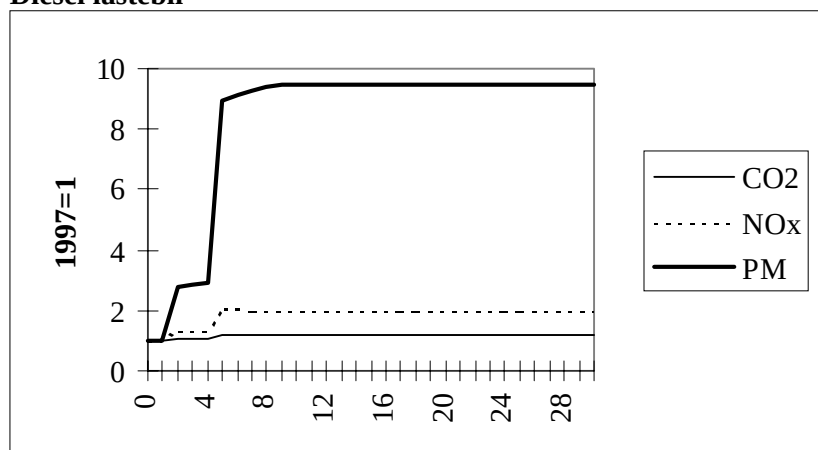


Figur 3.6. Utslipp pr. km for ulike årsmodeller bensindrevne personbiler. 1997. Realtivt til 1997-modell

Bensin personbil



Diesel lastebil



3.4. Framskrevne utslippstall

3.4.1. Avgassutslipp

Framskrivningen er basert på regjeringens langtidsprogram (LTP) for 1998-2001 Finansdepartementet (1997), se avsnitt 2.8. Det er utført følgende kjøring:

1. *Basisalternativ*: Prognose for trafikkarbeid basert på Regjeringens Langtidsprogram for 1998-2001 (LTP) + nye avgasskrav og drivstoffkrav (EU-direktiver) fra 2000, EUs forslag til krav fra 2005 samt krav til drivstoffkvalitet i årene framover. Avgasskravene for år 2000 og 2005 er de forslagene/vedtakene til direktiv som er lagt fram for person- og varebiler og tunge kjøretøy. Dette alternativet innebærer at personbilbestanden vokser med 1,3 prosent pr. år, busser med 1,0 prosent pr. år og godsbiler med 1,9 prosent. Ifølge TØI har senere beregninger vist betydelig sterkere vekst (TØI 1997).
2. *Teknologialternativ (nullvekstalternativ)*: Som 1, men uten volumvekst. Totalbestanden for hver klasse holdes fast. Slik isoleres effekten av endringer i teknologi og drivstoff fra trafikkvekst.

Vi har også gjort noen enkle kjøring som viser eksempler på effekten av endringer i reisevanemønsteret. Alt er ellers basert på basisalternativet:

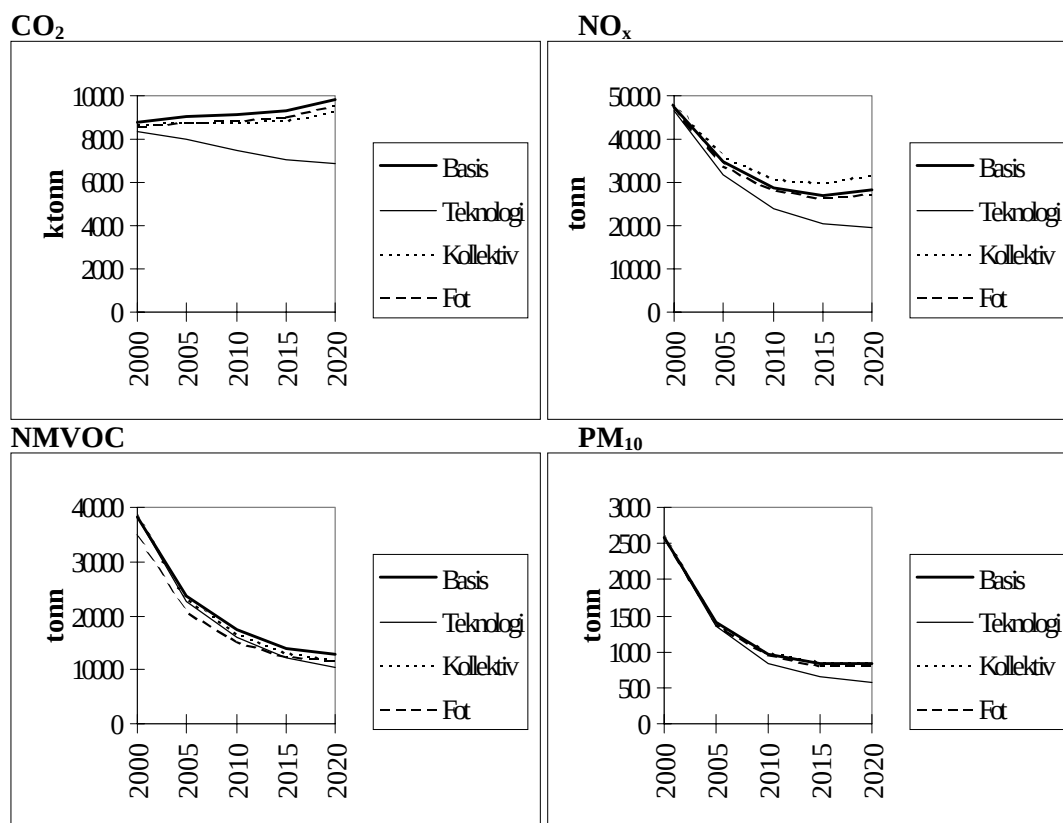
1. *Gange-/sykkelalternativ («fot»)*: Alle reiser under 2 km med personbil gjøres til fots eller med sykkel. Ellers som basisalternativet.

2. *Kollektivalternativ*: Den forventede veksten i trafikkarbeid til personbiler overføres til kollektivtrafikk. Personbilbestanden holdes fast. Ellers som basisalternativet. Det antas at forholdet mellom buss og bane blir som i dag. Vi har her regnet om veksten til personkilometer med dagens satser for personbelegg i personbil, overført dette til buss/bane og beregnet økning i vognkilometer buss ut fra gjennomsnittlig personbelegg i busser. Dvs. vi har antatt at kapasitetsutnyttelsen til både busser og personbiler forblir uendret i dette scenariet.

Framskrivingene er utført for 2000, 2005, 2010, 2015 og 2020.

Resultatene er vist i tabell 3.4-3.9., og figur 3.7.

Figur 3.7. Utslipp av CO₂, NO_x, NMVOC og partikler for de ulike alternativene



Basisalternativet gir alltid høyest utslipp, med unntak av NO_x hvor kollektivalternativet er høyest (pga. høye NO_x-utslipp fra busser). Fot-alternativet har først og fremst effekt på NMVOC-utslipp, men kan kanskje ha effekt på utslipp lokalt av andre komponenter. Utover dette gir basis-, fot- og kollektivalternativet relativt like utslippstall på nasjonalt nivå.

Tabell 3.4. Utslipp i basialternativet. ktonn. CO₂ i mill. tonn. Bly i tonn. Endring i prosent

	Trafikk-arbeid	Drivstoff	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM-VOC	CO	Pb	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Benzen
1997	32,6	2,8	8,8	2,7	1,0	1,7	59,6	1,1	56,3	402,1	2,4	3,7	3,5	0,7	1,9
2000	33,3	2,8	8,8	2,3	1,5	1,3	47,6	1,7	38,4	285,3	2,3	2,6	2,5	0,6	0,9
2005	35,7	2,9	9,0	1,8	2,4	0,3	34,6	2,3	23,7	168,8	2,4	1,4	1,4	0,5	0,5
2010	38,3	2,9	9,1	1,4	2,9	0,3	28,8	2,6	17,4	127,2	2,4	1,0	0,9	0,4	0,3
2015	41,0	3,0	9,3	1,1	3,1	0,3	27,1	2,8	14,0	110,2	2,4	0,8	0,8	0,4	0,3
2020	44,0	3,1	9,8	1,0	3,3	0,3	28,1	3,0	12,8	111,8	2,5	0,8	0,8	0,4	0,2
Endring 1997-2020	35,1	11,2	11,3	-61,3	234,0	-81,7	-52,8	166,9	-77,2	-72,2	5,9	-77,3	-77,2	-49,8	-87,4
Gj.sn. årlig end.	1,3	0,5	0,5	-4,0	5,4	-7,1	-3,2	4,4	-6,2	-5,4	0,2	-6,2	-6,2	-3,0	-8,6

Mens trafikkarbeidet øker med 35 prosent fra 1997 til 2020 er *forbruket av drivstoff* i basialternativet framskrevet til å øke med bare 11 prosent, tabell 3.4. Dette skyldes mer *energieffektive kjøretøy*. Nye avgasskrav og utfasing av eldre teknologier fører til stor nedgang i utslippene av CO, NMVOC og partikler, og en noe lavere nedgang i NO_x-utslippene. Utslipp av ammoniakk vil øke, men utslippene fra veitrafikk er små i nasjonal sammenheng. Krav til nye *drivstoffkvaliteter* påvirker først og fremst utslippene av SO₂, men også *partikler og benzen*.

Framtidige utslipp av *lystgass* er *usikre*. I framskrivingen er det en tredobling fra 1997-2020 og utslippene i 2010 vil være omtrent *fjorten ganger høyere* enn i 1990. Dette er basert på en antagelse om at utslippene per km for nye generasjoner katalysatorbiler vil være som de første. Utslipp av lystgass vil imidlertid *sannsynligvis avta* som følge av økt oppmerksomhet rundt de ulemper katalysatoren har medført for utslippet av denne viktige klimagassen²⁹. Dersom utslippene blir redusert i takt med NO_x, vil lystgassutslippene reduseres med 26 prosent fra nivået i 1997 innen 2020. Effekten på utslippene i 2010 vil være mindre.

Teknologialternativet, tabell 3.5, fører til *lavere utslipp* av alle komponenter i år 2020 i forhold til 1997, med unntak av ammoniakk og lystgass. CO₂-utslippene vil gå ned med 1,1 prosent årlig og andre typer utslipp vil bli mer enn halvert dersom trafikkarbeidet ikke øker.

Tabell 3.5. Utslipp i teknologialternativet (nullvekstalternativet). Tonn. CO₂ i ktonn. Endring i prosent

	Trafikk-arbeid	Drivstoff	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM-VOC	CO	Pb	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Benzen
1997	32,6	2,8	8,8	2,7	1,0	1,7	59,6	1,1	56,3	402,1	2,4	3,7	3,5	0,7	1,9
2000	31,7	2,7	8,4	2,3	1,5	1,3	46,5	1,6	38,1	284,5	2,2	2,6	2,5	0,6	0,9
2005	31,7	2,5	8,0	1,7	2,2	0,3	31,8	2,0	22,8	162,6	2,1	1,3	1,3	0,4	0,5
2010	31,7	2,4	7,5	1,3	2,5	0,2	24,1	2,2	15,9	114,4	2,0	0,8	0,8	0,3	0,3
2015	31,7	2,2	7,1	0,9	2,4	0,2	20,6	2,2	12,0	91,4	1,9	0,6	0,6	0,3	0,2
2020	31,7	2,2	6,9	0,8	2,5	0,2	19,6	2,2	10,4	86,3	1,8	0,6	0,6	0,2	0,2
Endring 1997-2020	-2,8	-22,0	-22,0	-70,3	149,3	-87,2	-67,1	94,5	-81,5	-78,5	-23,5	-84,3	-84,2	-66,1	-90,9
Gj.sn. årlig end.	-0,1	-1,1	-1,1	-5,1	4,1	-8,5	-4,7	2,9	-7,1	-6,5	-1,2	-7,7	-7,7	-4,6	-9,9

²⁹ Et arbeid av Harvey Michaels (USEPA) lagt fram på USEPA & AWMAs møte "Emission inventories - living in a global environment" i desember 1998 indikerer at lystgassutslippene fra katalysatorbiler i USA er gått ned. Disse dataene kan imidlertid ikke anvendes direkte på europeiske forhold.

Tabell 3.6. Utslipp i kollektivalternativet. Tonn. CO₂ i ktonn. Endring i prosent

	Trafikk-arbeid	Driv-stoff	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM-VOC	CO	Pb	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Ben-zen
1997	32,6	2,8	8,8	2,7	1,0	1,7	59,6	1,1	56,3	402,1	2,4	3,7	3,5	0,7	1,9
2000	32,3	2,8	8,7	2,3	1,5	1,3	48,4	1,6	38,4	285,1	2,3	2,6	2,5	0,6	0,9
2005	33,2	2,8	8,8	1,7	2,2	0,3	36,1	2,1	23,3	164,6	2,2	1,4	1,4	0,5	0,5
2010	34,2	2,8	8,8	1,3	2,5	0,3	30,8	2,2	16,7	117,7	2,1	1,0	0,9	0,4	0,3
2015	35,3	2,8	8,9	1,0	2,5	0,3	29,8	2,3	13,2	96,1	2,0	0,9	0,8	0,4	0,2
2020	36,5	2,9	9,3	0,9	2,6	0,3	31,7	2,3	11,9	92,5	2,0	0,9	0,8	0,4	0,2
Endring 1997-2020	12,1	4,8	4,9	-67,7	162,3	-82,8	-46,9	103,9	-78,9	-77,0	-14,7	-76,5	-76,6	-47,9	-89,4
Gj.sn. årlig end.	0,5	0,2	0,2	-4,8	4,3	-7,4	-2,7	3,1	-6,5	-6,2	-0,7	-6,1	-6,1	-2,8	-9,3

I kollektivalternativet, tabell 3.6, vil utslippene fra bensinkjøretøy gå ned, mens utslippene fra buss vil øke mer enn i basisalternativet (trafikkarbeidet vil øke med 118 vs. 22 prosent). Økningen i de totale CO₂-utslippene vil være omtrent halparten av basisalternativet, forutsatt uendret kapasitetsutnyttelse av buss og bil. Totalutslippene av CO og NMVOC vil synke mer enn i basisalternativet, mens utslippene av NO_x vil gå mindre ned.

Tabell 3.7. Utslipp i fotalternativet. Tonn. CO₂ i ktonn. Endring i prosent

	Trafikk-arbeid	Driv-stoff	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	NM-VOC	CO	Pb	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Ben-zen
1997	32,6	2,8	8,8	2,7	1,0	1,7	59,6	1,1	56,3	402,1	2,4	3,7	3,5	0,7	1,9
2000	32,7	2,7	8,6	1,9	1,5	1,3	47,1	1,6	34,1	249,5	2,3	2,5	2,4	0,6	0,9
2005	35,1	2,8	8,8	1,5	2,3	0,3	33,9	2,3	20,6	141,3	2,3	1,4	1,3	0,5	0,5
2010	37,7	2,8	8,9	1,1	2,8	0,3	28,1	2,5	15,2	105,4	2,3	0,9	0,9	0,4	0,3
2015	40,4	2,9	9,1	0,9	3,0	0,3	26,5	2,8	12,4	91,6	2,3	0,8	0,8	0,4	0,3
2020	43,3	3,0	9,6	0,8	3,2	0,3	27,5	3,0	11,5	92,6	2,4	0,8	0,8	0,4	0,2
Endring 1997-2020	33,0	8,1	8,1	-68,3	227,3	-82,2	-53,9	161,6	-79,2	-76,6	1,3	-77,9	-77,9	-50,1	-87,6
Gj.sn. årlig end.	1,2	0,3	0,3	-4,9	5,3	-7,2	-3,3	4,3	-6,6	-6,1	0,1	-6,4	-6,3	-3,0	-8,7

Dersom alle de korte turene med personbil (under 2 kilometer) blir overført til fot/sykkel, se fotalternativet tabell 3.7, blir det totale trafikkarbeidet lite påvirket (synker med 2,2 prosentpoeng målt som vognkilometer), mens CO₂-utslippene vil gå ned med 3 prosentpoeng i forhold til basisalternativet. På grunn av at antall kaldstarter reduseres med hele 28 prosent, vil utslipp av CO, NO_x og særlig NMVOC bli litt lavere enn i basisalternativet, mens partikkelutslippene blir omtrent uendret. Imidlertid kan det være slik at effekten på utslippene i lokal sammenheng vil være vesentlig større. En såpass liten effekt på de totale utslippene skyldes at selv om et stort antall turer er korte, utgjør disse en liten andel av totalt trafikkarbeid målt som vognkilometer.

3.4.2. Veistøv

Tabellene 3.8 og figur 3.8 viser framskrivningen av veistøvutslipp beregnet med veistøvmodell 1 ved to scenarier av piggdekkbruk i år 2002, 2005, 2010, 2015 og 2020. Det ene er opprettholdelse av dagens piggdekkandel på 80 prosent for lette og 60 prosent for tunge kjøretøy. Det andre scenariet er myndighetenes målsetning om piggdekkbruk på 20 og 15 prosent for henholdsvis lette og tunge kjøretøy. Vegdirektoratets prognose for trafikkarbeid i år 2002 er blitt brukt i beregningene for 2002. For perioden 2005-2020 bygger framskrivningen på regjeringens langtidsprogram (LTP) for 1998-2001

(Finansdepartementet 1997). Til framskrivingene er det brukt en SPS-verdi på 11,6 g/km, se tabell 2.37.

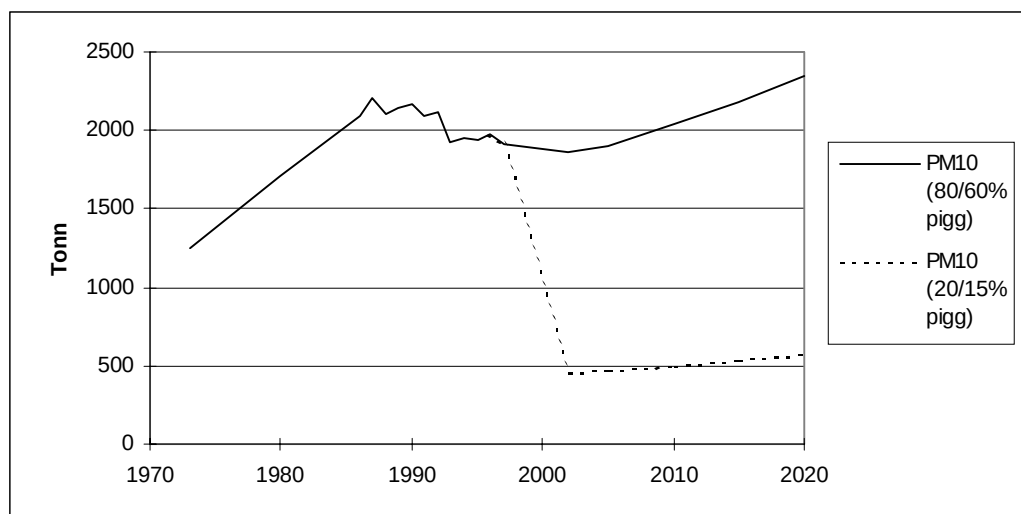
Tabell 3.8. Framskrivning av utslipp av veistøv. PM₁₀. 2002-2020.

Piggdekkbruk som idag og myndighetenes målsetting. Tonn

År	Piggandel		Utslipp
	Lette	Tunge	
1997	80	60	1 912
2002	80	60	1 858
2005	80	60	1 900
2010	80	60	2 037
2015	80	60	2 183
2020	80	60	2 341
2002	20	15	456
2005	20	15	467
2010	20	15	500
2015	20	15	536
2020	20	15	575

Figur 3.8. Utslipp til luft fra veistøv. Totalt lette og tunge kjøretøy. 1973-1997.

Framskrivning³⁰ for 1998-2002. PM₁₀. Tonn



3.5. Utslipp ved bruk av alternative teknologier og drivstoff

³⁰ Framskrivningene gjelder piggdekkandel 80 og 60 prosent for lette og tunge kjøretøy og 20 og 15 prosent (myndighetenes målsetting i år 2002).

Det er gjort framskriving av utslippene basert på *basisframskrivingen av trafikkarbeidet og forutsetningene* i tabell 3.9.

Tabell 3.9. Forutsetninger om substituerings.

	Kode	2010	2020
Elektrisitet	El	5 % av personbiler	20 % av personbiler
Hybrid	Hyb	5 % av personbiler og 10 % av busser	20 % av personbiler og 50 % av busser
Naturgass	CNG	10 % av tunge busser	50 % av tunge busser
Biodiesel	Bio	5 % av lette og 10 % av tunge	20 % av lette og 50 % av tunge
DME	DME	10 % av tunge	50 % av tunge
Brenselcelle	BC	5 % av lette og 10 % av tunge	20 % av lette og 50 % av tunge
LPG	LPG	5 % av lette og 10 % av tunge	20 % av lette og 50 % av tunge

Sannsynligheten av innføring av de ulike alternativene er ikke vurdert her, tabellen er rent skjematisk satt opp.

Utslippene er beregnet ut fra

$$\text{Andel ny teknologi} \cdot \text{trafikkarbeid} \cdot \text{utslipp (g/km)} + (1 - \text{andel ny teknologi}) \cdot \text{referanseframskriving}$$

Resultatene sammenholdt med basisframskrivingen er vist i tabell 3.10.

Tabell 3.10. Utslipp fra veitrafikk i 2010 og 2020 gitt innføring av ny teknologi og drivstoff. ktonn. CO₂ i mill. tonn

2010

	CO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	NMVOC
Basis	9,1	28,8	127,2	1,0	17,4
El	8,9	28,4	122,5	1,0	17,0
Hyb	9,0	28,0	123,7	1,0	17,0
CNG	9,1	28,6	127,2	1,0	17,5
Bio	8,8	28,6	127,0	1,0	17,2
DME	9,0	28,1	127,0	1,0	17,3
BC- Hydrogen	8,6 ¹	26,7	121,6	0,9	16,7
BC- Metanol	9,1	28,4	122,3	1,0	17,0
LPG	9,1	28,5	123,5	1,0	17,0

2020

	CO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	NMVOC
Basis	9,8	28,1	111,8	0,8	12,8
El	9,0	27,0	95,7	0,8	11,8
Hyb	9,6	26,7	106,6	0,8	12,3
CNG	9,7	27,1	111,6	0,8	13,2
Bio	8,0	28,5	110,8	0,8	11,6
DME	9,2	25,1	110,6	0,7	11,8
BC - Hydrogen	7,3 ¹	17,3	92,1	0,6	10,4
BC- Metanol	9,8	27,0	95,5	0,8	11,8
LPG	10,0	27,6	100,9	0,8	12,2

¹ Tar ikke hensyn til utslipp av CO₂ ved produksjon av hydrogen.

De fleste av alternativene har ikke noen stor effekt på framtidige utslipp sammenlignet med bensin og diesel. Denne konklusjonen skyldes dels at de foreslåtte kravene til avgasser og drivstoffkvalitet gjeldende for bensin- og dieselmotorer i 2005 vil være strenge. Gitt forutsetningene om innslag av alternativene i disse kjøringene gir alternativene med *elektrisk bil, brenselcelle (hydrogen) og DME lavest utslipp*. Biodiesel vil føre til stor nedgang i CO₂-utslippene. Brenselcelle (hydrogen) gir "ingen" utslipp og kan potensielt erstatte både bensin- og dieselmotorer og framstår slik sett som det beste alternativet i disse beregningene.

3.6. Sammenligning med tidligere resultater

Utslippene beregnet før og nå er sammenlignet for 1987 og 1995 i tabell 3.11.

En viktig endring er at beregningsmetoden for utslipp fra *kaldstart* er forbedret. Både *beregningsmetode og utslippsdata* er endret, og det korrigeres nå for bruk av *motorvarmer*. Det er lagt inn oppdaterte data på utslipp fra alle kjøretøy. Årlige aldersfordelte *kjørelengdedata* er justert for alle kjøretøyklasser. Det er lagt inn *skranker på aldring* av alle kjøretøy, dvs. at utslippene ikke endres etter at de har nådd en viss akkumulert kjørelengde. Antall aldersklasser er økt til 31.

Det skilles videre mellom utslipp av PM_{10} og $PM_{2,5}$. Utslipp av *PAH og benzen* er blitt inkludert i modellen. Kjøretøyklassene er endret slik at de nå er sammenfallende med klassene som *EUs utslippskrav* er basert på, men dette betyr ingenting for totaltallene.

Den største endringen dette fører til er at dataene for utslipp av *CO fra bensinbiler* er over 10 prosent lavere enn tidligere antatt. Dette skyldes både *endrede utslippsfaktorer* (kjøring og kaldstart) og *korrigering for motorvarmer*. Korrigering for motorvarmer betyr mest i 1995. Også utslippstallene for NO_x og NMVOC er lavere enn vist tidligere. Endringen for NO_x skyldes nesten bare justering av utslippsfaktorer for kjøring med varm motor. Høyere NO_x -utslippsfaktor fra nye katalysatorbiler enn tidligere antatt, men lavere aldringsfaktor, bidrar sammen med endringene over til at NO_x -utslippene fra både tunge og lette kjøretøy er lavere enn tidligere antatt.

Utslippene av NMVOC fra *fordamping* av bensin fra biler er blitt lavere på grunn av at informasjon om kjøremønster er utnyttet fullt ut. *Endrede utslippsfaktorer* for kjøring med varm motor og korrigering for bruk av *motorvarmer* forklarer også nedgangen, mens *endrede kaldstartfaktorer* i seg selv bidrar til en økning i utslippene.

Nye vurderinger har også ført til høyere utslipp av *metan* samt høyere utslipp av *lystgass* fra katalysatorbiler, men lavere for eldre teknologier. Utslippsfaktorer for LPG-person- og LPG-varebiler er betydelig oppjustert, men siden disse brukes lite, er dette av mindre betydning.

Korrigering for motorvarmer har, som før nevnt, ikke tidligere vært inkludert i modellen. Ved at en tredjedel av personbilene bruker motorvarmer eller oppvarmet garasje, fører dette til en 15 prosent reduksjon i kaldstartutslippene av CO og NMVOC på landsbasis.

Tabell 3.11. Utslipp til luft fra veitrafikk. 1987 og 1995. Gammel og ny metode. 1 000 tonn.
1987

	CO		NO_x		Partikler		NMVOC		CH_4		N_2O		NH_3	
	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny
Bensinbiler	732,6	609,6	56,5	51,0	0,8	0,8	80,4	70,9	1,7	2,7	0,2	0,1	0,05	0,05
Dieselbiler	16,1	15,3	30,0	27,7	3,2	3,1	4,5	3,6	0,1	0,1	0,3	0,0	0,01	0,00
Sum biler	748,7	624,8	86,5	78,6	4,0	3,9	84,9	74,5	1,8	2,8	0,5	0,2	0,06	0,05
Moped/MC	10,6	10,6	0,1	0,1	0,0	0,0	4,1	4,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,00	0,0
Total	759,3	635,1	86,6	78,7	4,0	3,9	89,1	78,7	1,9	2,9	0,5	0,2	0,06	0,05

1995

	CO		NO_x		Partikler		NMVOC		CH_4		N_2O		NH_3	
	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny	G	Ny
Bensinbiler	518,2	445,8	41,0	34,7	0,6	0,5	62,7	57,3	1,4	2,5	0,4	0,6	0,78	0,74
Dieselbiler	16,6	17,2	32,4	31,7	3,5	3,7	4,6	4,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,01	0,00
Sum biler	534,8	462,9	73,4	66,4	4,1	4,2	67,3	61,5	1,5	2,6	0,8	0,7	0,79	0,75
Moped/MC	11,91	11,9	0,1	0,1	0,0	0,0	3,8	3,8	0,1	0,1	0,0	0,0	0,00	0,00
Total	546,7	474,9	73,5	66,5	4,1	4,2	71,1	65,3	1,6	2,7	0,8	0,7	0,80	0,75

3.7. Usikkerhet

3.7.1. Avgassutslipp

Måten modellen er bygd opp på, hvor trafikkarbeidet ikke beregnes eksplisitt, men *andeler av det totale trafikkarbeidet* fordeles på kombinasjoner av kjøretøyklasser, alder og kjøremodus, gjør at den

er relativt *robust* overfor verdiene på aktivitetsdataene som legges inn. Usikkerhet i antall kjøretøy, kjørelengder, drivstofforbruk pr. mil, og aldersfordelte kjørelengder vil ha liten effekt på utslippsestimatene. Det totale *drivstofforbruket* er viktigst for utslippsnivået. Forbruket av bilbensin og autodiesel er *godt bestemt* fra salgsstatistikken. *NO_x-estimatet* avhenger mest av fordelingen på kjøremodi. Ett unntak fra dette er beregning av *kaldstart og fordamping* hvor aktivitetsdataene (særlig antall turer og pauser mellom disse pr. dag) vil ha en stor betydning for størrelsen på utslippene. Ved anvendelse av faktorene i *lokale beregninger* vil den absolutte usikkerheten i aktivitet ha en betydning. Betydningen av ulike forutsetninger på de nasjonale utslippene ble illustrert i detalj i forrige utgave av denne rapporten (SFT 1993).

For mange komponenter vil imidlertid den viktigste usikkerheten ligge i selve *utslippsfaktorene*, og ikke i aktivitetsdataene som ligger til grunn for beregningene. Usikkerheten i utslippsfaktorene er både avhengig av *antall målinger* og av hvor *representative* de standardiserte *kjøresyklusene* er for virkelig kjøring. Utslippsfaktorene er generelt best bestemt for personbiler og er mer usikre for både varebiler, lastebiler og busser. Usikkerheten er *minst* for utslipp av *SO₂, CO₂ og bly*. Utslippene av *NO_x* er relativt godt bestemt, etterfulgt av *CO, VOC og partikler* (avgass). Usikkerheten er *størst* for fordelingen av VOC på NMVOC og *metan, N₂O, PAH, benzen og NH₃*.

NO_x-utslippene fra både bensin- og dieselskjøretøy kan regnes som *bedre bestemt* enn de andre teknologiavhengige komponentene. Av utslippskomponenter som er vesentlige utslippskilder, sett i relasjon til totalutslippene i Norge, er *CO og NMVOC* fra bensinkjøretøy (spesielt fra henholdsvis kaldstart og fordamping), *partikler, PAH og benzen* særlig *usikre*.

Verdiene som presenteres i enkelte av tabellene i denne rapporten er å betrakte som mellomregninger. Antall siffer beskriver derfor ikke de reelle usikkerhetene.

3.7.2. Veistøv

Ligningene som utslippstallene er beregnet fra, er et *produkt av flere faktorer*. Derfor vil en endring i en av faktorene på f.eks. 5 prosent resultere i 5 prosent endring i utslippstallene.

Korreksjonsfaktoren for *fuktig og islagt veibane* (w og RW) inngår i begge veistøvmodellene. Den er regnet ut fra trafikkarbeidsprognosen fra Vegdirektoratet (Evensen 1997c). Som nevnt tidligere vet man lite om usikkerheter i disse tallene utover at de sannsynligvis utgjør en underestimert. Dette vil sannsynligvis i liten grad påvirke korreksjonsfaktoren. En reduksjon i piggdekkbruken fra 80 og 60 prosent i dag for henholdsvis lette og tunge kjøretøy til 20 og 15 prosent, vil kun føre til en endring i korreksjonsfaktoren fra 0,447 til 0,439. Dette ville føre til en reduksjon av utslippene på ca. 1,8 prosent³¹.

Veistøvmodell 1 (TI)

Den *spesifikke piggdekkslitasjen* (SPS) varierer som nevnt med flere faktorer. En av disse er *piggenes masse*. Kravene til piggenes masse har variert de siste årene. Dette vil si at massen av pigger som nå er i bruk, *varierer*. Det er derfor vanskelig å anslå en gjennomsnittlig SPS-verdi. Denne er også usikker. SPS varierer videre med veidekkenes slitestyrke. Det bør skaffes mer informasjon om geografisk fordeling av SPS.

Ifølge Rideng (1997b) er det ikke gjort noen overslag over usikkerhetene i *trafikkarbeidstallene*. Han mener likevel at tallene gir et godt bilde av utviklingen, men at det kan være en viss underestimert. En feil i trafikkarbeidet på 5 prosent gir en feil på 5 prosent i utslippstallene.

I dette arbeidet forutsettes at bilistene *braker piggdekk* i hele *perioden* hvor det er tillatt. Dette er sannsynligvis ikke noen urimelig antagelse, og den introduserer antagelig ikke noen store feil i beregningene. I 1994 varte piggdekkssesongen i Norge gjennomsnittlig 46,6 prosent av året, dvs. 5,6/12 av året. Hvis man tenker seg at sesongen egentlig er bare 5/12 av året, blir de totale utslippene av PM₁₀ redusert med ca. 11 prosent. En piggdekkssesong på 5 måneder i hele året er imidlertid i underkant av det man kan tenke seg, da den tillatte perioden f.eks. i de tre nordligste fylkene er hele 6,5 måneder.

³¹ I tillegg kommer selvsagt reduksjonen i utslippene som følge av reduksjonen i piggdekkbruk direkte.

De fylkesvise tallene for piggdekkbruk bygger på undersøkelser. Dette medfører en mulighet for å introdusere feil hvis utvalget ikke er representativt. I 1994 var den gjennomsnittlige piggdekkandelen i Norge ca. 87 prosent. Hvis man antar at dette tallet har en usikkerhet på ± 5 prosent, vil usikkerheten i utslippstallet også være ± 5 prosent med hensyn på denne faktoren.

Andelen av veistøvet som er PM_{10} i luft (α) er ikke bestemt. Det er gjort undersøkelser hvor man har funnet andel PM_{10} i veistøvdepotet - ikke i luft. Som nevnt tidligere i teksten oppgir Hedalen (1994) at andelen PM_{10} i veistøv ligger på 3-4 prosent, mens $PM_{2,5}$ -andelen ligger på 0,5-1 prosent. Larssen (1987) oppgir PM_{10} -andelen til 0,1 prosent. I dette arbeidet har man valgt å legge seg på 3 prosent. Veistøvmodell 2 baserer seg som nevnt på empiriske data som gjelder for Strømsveien. For å få en test på hvor god den benyttede verdien av PM_{10} -andel er i modell 1, har man framskaffet en SPS-verdi for den aktuelle strekningen av Strømsveien (SPS = 9 g/km; Evensen (1997b)). Ved å bruke utslippstallet beregnet fra modell 2 og de andre faktorene som inngår i modell 1, ble PM_{10} -andelen for Strømsveien beregnet til 4,68 prosent. Denne verdien stemmer relativt godt overens med SINTEFs verdi på 3-4 prosent, men ville gitt en økning i det beregnede utslippet på 56 prosent. Hvis man hadde valgt NILUs PM_{10} -andel på 0,1 prosent, ville det beregnede utslippet derimot blitt 96,7 prosent lavere. Dette er derfor den største usikkerheten i beregningene med denne modellen.

Man må anta at α varierer noe over tid. Dette skyldes endring i piggenes vekt og ulike krav til steinmaterialet i asfalten. Det er sannsynlig at α tidligere var mindre enn den er i dag. Man har ikke funnet data på denne endringen, slik at i dette arbeidet antas det at faktoren er konstant med tiden.

Tabell 3.12. Følsomhetsanalyse. Antatt mulig endring av utslippstallene pga. usikkerhet i faktorene. Prosent

	SPS	$n \times l$	m	p	w	α (PM_{10} -andel)
PM_{10}	..	± 5	-11	± 5	-1,5	+56/-96,7

Veistøvmodell 2 (NILU)

En stor fordel ved modell 2 er at *alle faktorene* som inngår i ligningen er kjent. Leddet $a \cdot TT + b$ som beskriver *tungtrafikkandelens* betydning for veistøvutslippet, er sannsynligvis denne modellens mest usikre ledd. Dette leddet er *empirisk bestemt* for Strømsveien i Oslo. Det brukes, av mangel på bedre data, for hele Norge i beregningene. Hvis dette skal bli korrekt, forutsettes det at Strømsveien er *representativ* for norske veier, noe den sannsynligvis ikke er. Det bør derfor ideelt sett gjøres flere målinger slik at man kan bestemme dette tungtrafikkleddet for flere veistreknings i Norge. SPS-verdien for Strømsveien på det aktuelle tidspunktet oppgis å være 9 g/km (Evensen 1997b), mens den for resten av landet som gjennomsnitt er satt til 13. Dette tyder på at veidekket på Strømsveien slites mindre enn gjennomsnittlig.

Hastighetsfunksjonen er gitt som $(V_T/V_R)^2$ der V_R er referansehastigheten for Strømsveien, mens V_T er gjennomsnittshastighet for Norge. Av formelen kan man se at utslippet øker med *kvadratet av forholdet* mellom gjennomsnittshastighet og referansehastighet.

Reduksjonsfaktoren for *endring av piggdekkbruk* er for 1994 pr. definisjon lik 1. Her er det dermed ingen usikkerhet siden beregninger kun er gjort for 1994 med veistøvmodell 2.

I perioden 1981-92 har det i store deler av landet, men ikke alle fylkene, vært en klar overgang til mer finkornige, kvartsrike bergarter i *veidekkene*. Det antas at man vil være nødt til å gjennomføre nye målinger og se nærmere på veidekkenes sammensetning ved målestedene dersom man skal etablere en mer pålitelig sammenheng mellom bortslitt masse og støvmengden i lufta (Evensen 1979b).

Veistøvberegningene kan antagelig forbedres ved å *kombinere de to modellene*, for eksempel ved å trekke inn SPS data fra andre veier relativt til Strømsveien i modell 2.

De beregnede *framskrivingene* av utslipp av veistøv er basert på framskrivinger av trafikkarbeidet gjort av Vegdirektoratet (år 2002) og Finansdepartementet (1997) (årene 2005-2020). Det er vanskelig å si noe om usikkerheter i slike framskrivinger. De er basert på forutsetninger om f.eks. økonomisk vekst. Vegdirektoratet sier imidlertid at modellen er basert på en økonomisk vekst som er en del mindre enn dagens (Johansen 1997). Dette vil si at det nasjonale trafikkarbeidstallet for år 2002 sannsynligvis ligger noe over det tallet som er brukt i framskrivingene ellers i dette arbeidet. En feil i trafikkarbeidsestimatet på 5 prosent vil føre til en feil på 5 prosent i utslippstallene. Videre antyder Johansen at det kan være svakheter i den fylkesvise fordelingen av trafikkarbeidstallene. Dette skyldes at befolkningsprognosene i modellen baserer seg på et mønster av innenlandsk flytting likt det man så på starten av 1980-tallet. I dag foregår imidlertid en større del av flyttingene inn til de største byene. Modellen underestimerer også fylker med mye gjennomgangstrafikk.

Vedlegg

Vedlegg 1. Detaljert modellformulering

Dette vedlegget viser detaljene i hvordan modellen som er skissert i avsnitt 1.1.2, er brukt i beregningene. Utgangspunktet er ligning 9 fra avsnitt 1.1.2.

$$Q_{jk} = M_k \sum_i q_{ijk} \frac{1}{l_k} \left(\frac{T_{ik}}{T_k} \right) \quad (\text{v.1})$$

Der:

Q er utslipp

M_k er samlet drivstofforbruk

q_{ijk} er utslippsfaktor [g/km] av utslippskomponenten j fra drivstofftype k for kombinasjonen i av kjøretøylasse/kjøretøyalders/kjøremodus

l_{ik} er drivstofforbruk [kg/km]

$\bar{l}_k$ er gjennomsnittlig spesifikt drivstofforbruk med drivstoff k , og bestemmes fra $\sum_k l_{ik} \left(\frac{T_{ik}}{T_k} \right)$

T_{ik}/T_k er den andelen av trafikkarbeidet med drivstoff k som brukes til kombinasjonen i av kjøretøylasse/kjøretøyalders/kjøremodus.

I ligning v.1 representerer indeksen i en kombinasjon av kjøretøylasse, kjøretøyalders og kjøremodus.

I det følgende er indeksene for utslippskomponent (j) og drivstoff (k) droppet. I stedet brukes disse indeksene:

i = kjøretøylasse

j = alder

k = kjøremodus

For en gitt komponent og drivstofftype er utslippet da beregnet som:

$$Q = M \sum_{ijk} q_{ijk} \frac{1}{\bar{l}} \left(\frac{T_{ijk}}{T} \right) \quad (\text{v.2})$$

Faktorene som inngår i ligning v.2 er forklart i ligningene 3-6 nedenfor.

Forbruk:

$$M = M_0 - M_{kald} - M_{damp} - M_{mc} \quad (\text{v.3})$$

Der:

M = forbruk ved varm kjøring

M_0 = totalt forbruk på vei

M_{kald} = forbruk ved kaldstart

M_{damp} = tap ved fordamping

M_{mc} = forbruk til mopeder og motorsykler

Utslippsfaktor:

$$q_{ijk} = q_{ijk}^0 (1 + a_{ij} * c_{ij}) \quad (\text{v.4})$$

Der:

q_{ijk}^0 = aldringskorrigert utslippsfaktor for kjøretøyklasse i , alder j og kjøremodus k
 q_{ijk} = Utslippskoeffisient da kjøretøyet var nytt
 a_{ij} = Aldringsfaktor, endring pr. 10 000 km
 c_{ij} = Akkumulert kjørelengde i 10 000 km
 q_{ijk} og a_{ij} vil variere fra komponent til komponent.

Midlere forbruk:

$$\bar{l} = \sum_{ijk} l_{ijk} \left(\frac{T_{ijk}}{T} \right) \quad (\text{v.5})$$

Der:

l_{ijk} = forbruk i kg/km, aldringskorrigert på samme måte som q_{ijk} ovenfor

Andel av trafikkarbeid:

$$\frac{T_{ijk}}{T} = \frac{N_i k_i}{\sum_i N_i k_i} * \frac{N_{ij} k_{ij}^a}{\sum_j N_{ij} k_{ij}^a} * d_{ik} \quad (\text{v.6})$$

Der

N_i, N_{ij} er antall kjøretøy i klasse i totalt og i klasse i , alder j
 k_i = midlere årlig kjørelengde i klasse i
 k_{ij}^a = aldersavhengig årlig kjørelengde i klasse i , alder j
 d_{ik} = andel av trafikkarbeidet til klasse i i modus k

I uttrykket for T_{ijk}/T innebærer det første leddet, $N_i k_i / \sum_i N_i k_i$, en fordeling av trafikkarbeidet på kjøretøyklasser, ifølge antall kjøretøy og midlere kjørelengde. Det andre leddet, $N_{ij} k_{ij}^a / \sum_j N_{ij} k_{ij}^a$, innebærer at trafikkarbeidet innen hver klasse fordeles på aldersklasser ifølge antall kjøretøy og aldersfordelt kjørelengde. Til sist fordeles trafikkarbeidet på kjøremodi (d_{ik}).

To omskrivninger av formlene ovenfor illustrerer egenskaper ved modellen. Uttrykket for andel av trafikkarbeidet kan omskrives slik:

$$\frac{T_{ijk}}{T} = \frac{N_{ij} k_{ij}^a}{\sum_i N_i k_i} * \frac{k_i}{\frac{1}{N_i} \sum_j N_{ij} k_{ij}^a} * d_{ik} = \frac{N_{ij} k_{ij}^a}{\sum_i N_i k_i} * \frac{k_i}{k_i^a} * d_{ik} \quad (\text{v.7})$$

Her er:

$k_i^a = \frac{1}{N_i} \sum_j N_{ij} k_{ij}^a$ den midlere årlige kjørelengden for kjøretøyklasse i som fremkommer som et veid middel av de aldersavhengige kjørelengdene. (Disse stammer fra andre kilder enn den midlere årlige kjørelengden k_i). Oppsettet kan altså ses på som at de aldersfordelte kjørelengdene skaleres med en faktor k_i/k_i^a .

Uttrykket for utslipp (v.2) kan omskrives slik, idet vi setter inn uttrykket for M og $\bar{l}$:

$$Q = M \sum_{ijk} q_{ijk} \frac{1}{\bar{l}} \left(\frac{T_{ijk}}{T} \right) = (M_0 - M_{kald} - M_{damp} - M_{mc}) * \frac{\sum q_{ijk} \left(\frac{T_{ijk}}{T} \right)}{\sum l_{ijk} \left(\frac{T_{ijk}}{T} \right)} \quad (\text{v.8})$$

Dette uttrykket viser for det første at det beregnede utslippet ved varm kjøring påvirkes av forbruket til kaldstart og mopeder/motorsykler, også der det ikke er noe direkte utslipp fra kaldstart. Se vurderingen av antall kaldstarter i avsnitt 2.2.2 og 2.6.5. Uttrykket viser videre at andelen av trafikkarbeid, T_{ijk}/T , inngår både i teller og nevner i uttrykket. Det fører til at en gitt endring i T_{ijk}/T kan gi både økning og nedgang i utslippet, avhengig av sammenhengen mellom q_{ijk} og l_{ijk} i de aktuelle klassene.

Vedlegg 2. Utslippsfaktorer

V.2.1. Utslippsfaktorer for lette kjøretøy

Tabell v.1. Startutslipp. Basisfaktorer^{*,}**

Biltype/krav	Årsmodell	Metan			NMVOC			CO			NOx			Partikler			Forbruk		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Personbil, bensin(M1)																			
Pre ECE	-74	-0,068	1,7	-2,6	-1,3	31	-2,6	-15	408	-1,0	-0,013	-0,045	-0,76	0	0	0	-6,2	212	-1,0
ECE 15-00	74-77	-0,055	1,3	-2,6	-1,1	26	-2,6	-14	363	-1,0	-0,013	-0,045	-0,76	0	0	0	-5,9	198	-1,0
ECE 15-02	78-79	-0,047	1,2	-2,6	-0,89	22	-2,6	-10	266	-1,0	-0,005	-0,19	-0,76	0	0	0	-5,3	179	-1,0
ECE 15-03	80-84	-0,045	1,1	-2,6	-0,86	21	-2,6	-8,3	221	-1,0	-0,010	-0,078	-0,76	0	0	0	-5,0	171	-1,0
ECE 15-03/04	85-88	-0,046	1,2	-2,6	-0,87	22	-2,6	-6,5	182	-1,0	-0,013	-0,17	-0,76	0	0	0	-4,2	153	-1,0
US-83	89-94	-0,037	1,1	-1,9	-0,27	7,8	-1,9	-3,2	82	-1,7	-0,058	2,3	-0,28	0	0	0	-4,1	135	-1,1
93/59/EEC	95-96	-0,044	1,4	-1,9	-0,33	10	-1,9	-4,0	108	-1,7	-0,030	2,5	-0,28	0	0	0	-4,1	143	-1,1
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	-0,019	0,76	-2,0	-0,14	5,5	-2,0	-1,5	47	-2,0	-0,015	1,2	-0,40	0	0	0	-4,2	140	-1,1
98/69/EF-trinn I	01-04	-0,0078	0,35	-2,0	-0,06	2,6	-2,0	-0,56	20	-2,0	-0,010	0,65	-0,50	0	0	0	-4,2	140	-1,1
Personbil, LPG (M1)																			
Diverse krav	-94	-0,0074	0,16	-2,6	-0,24	5,1	-2,6	-1,7	42	-1,0	-0,072	1,6	-0,76	0	0	0	-3,7	124	-1,0
93/59/EEC	95-96	-0,0030	0,062	-1,9	-0,098	2,0	-1,9	-0,86	22	-1,7	-0,007	-0,018	-0,28	0	0	0	-3,2	110	-1,1
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	-0,0021	0,043	-2,0	-0,068	1,4	-2,0	-0,60	15	-2,0	-0,004	-0,011	-0,40	0	0	0	-2,2	77	-1,1
98/69/EF-trinn I	01-04	-0,0015	0,030	-2,0	-0,048	0,98	-2,0	-0,42	11	-2,0	-0,003	-0,008	-0,50	0	0	0	-1,6	54	-1,1
Personbil diesel (M1)																			
Ikke krav	-90	-0,0031	0,082	-0,36	-0,074	2,0	-0,36	-0,12	3,8	-0,50	-0,027	0,66	-0,10	-0,044	1,5	-0,36	-2,7	105	-1,7
US-87	91-94	-0,0017	0,040	-0,36	-0,040	0,95	-0,36	-0,090	2,7	-0,50	-0,036	0,92	-0,10	-0,041	0,87	-0,36	-2,0	90	-1,7
93/59/EEC	95-96	-0,0019	0,054	-0,36	-0,046	1,3	-0,36	-0,094	3,1	-0,50	-0,017	0,42	-0,10	-0,0048	0,34	-0,36	-2,5	97	-1,7
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	-0,0015	0,043	-0,36	-0,036	1,0	-0,36	-0,055	1,8	-0,50	-0,011	0,28	-0,10	-0,0040	0,27	-0,36	-2,3	97	-1,7
98/69/EF-trinn I	01-04	-0,00069	0,020	-0,36	-0,016	0,47	-0,36	-0,045	1,5	-0,50	-0,010	0,27	-0,10	-0,0032	0,22	-0,36	-2,2	89	-1,7
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)																			
Pre ECE	-74	-0,080	2,0	-2,6	-1,5	37	-2,6	-20	542	-1,0	-0,010	-0,21	-0,8	0	0	0	-7,3	268	-1,0
ECE 15-00	74-77	-0,073	1,8	-2,6	-1,4	34	-2,6	-18	477	-1,0	-0,010	-0,21	-0,8	0	0	0	-7,0	251	-1,0
ECE 15-02	78-79	-0,073	1,8	-2,6	-1,4	34	-2,6	-16	427	-1,0	-0,001	-0,35	-0,8	0	0	0	-6,7	239	-1,0
ECE 15-03	80-84	-0,055	1,4	-2,6	-1,0	26	-2,6	-12	320	-1,0	-0,014	-0,020	-0,8	0	0	0	-6,4	218	-1,0
ECE 15-03/04	85-91	-0,051	1,3	-2,6	-1,0	25	-2,6	-8,3	229	-1,0	-0,015	-0,18	-0,8	0	0	0	-5,3	190	-1,0
US-90	92-94	-0,047	1,3	-1,9	-0,35	9,5	-1,9	-5,6	140	-1,7	-0,097	4,0	-0,3	0	0	0	-5,7	187	-1,1
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	-0,039	1,2	-1,9	-0,29	8,6	-1,9	-3,9	101	-1,7	-0,031	3,0	-0,3	0	0	0	-5,1	178	-1,1
96/69/EC	98-00	-0,012	0,45	-2,0	-0,089	3,3	-2,0	-1,2	36	-2,0	-0,016	1,5	-0,4	0	0	0	-6,3	210	-1,1
98/69/EF-trinn I	01-04	-0,010	0,35	-2,0	-0,077	2,6	-2,0	-1,0	30	-2,0	-0,009	1,1	-0,5	0	0	0	-6,3	210	-1,1
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)																			
Ikke krav	-91	-0,0069	0,20	-0,36	-0,16	4,8	-0,36	-0,21	6,6	-0,50	-0,060	1,4	-0,10	-0,11	2,9	-0,36	-3,8	142	-1,7
US-90	92-94	-0,0024	0,066	-0,36	-0,058	1,6	-0,36	-0,11	3,7	-0,50	-0,035	0,93	-0,10	-0,034	0,91	-0,36	-3,4	140	-1,7
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	-0,0033	0,083	-0,36	-0,079	2,0	-0,36	-0,12	3,7	-0,50	-0,024	0,60	-0,10	-0,039	1,0	-0,36	-4,4	153	-1,7
96/69/EC	98-00	-0,0024	0,062	-0,36	-0,058	1,5	-0,36	-0,09	2,9	-0,50	-0,017	0,42	-0,10	-0,028	0,76	-0,36	-3,9	153	-1,7
98/69/EF-trinn I	01-04	-0,0019	0,051	-0,36	-0,045	1,2	-0,36	-0,08	2,5	-0,50	-0,014	0,36	-0,10	-0,021	0,61	-0,36	-3,9	153	-1,7
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)																			
Diverse krav	94-	-0,0045	0,093	-2,0	-0,15	3,0	-2,0	-1,3	33	-2,0	-0,010	-0,027	-0,40	0	0	0	-4,7	164	-1,1

* Startutslipp (gram/start) = $[A \cdot (\text{motorstarttemperatur}^\circ\text{C}) + B] \cdot [1 - e^{-C \cdot (\text{turlengde, km})}]$. Ligningen er gyldig fra motorstarttemperatur -10 til +20°C, ved høyere starttemperatur settes startutslippet = 0

**Startutslipp av PAH beregnes ut fra partikler

Tabell v.2. Startutslipp beregnede gjennomsnittsfaktorer^{*,**}. g/start

Biltype/Kravnivå	Årsmodell	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	Partikler	Forbruk
		gram/start	gram/start	gram/start	gram/start	gram/start	gram/start	gram/start
Personbil, bensin (M1)								
Pre ECE	-74	12,14	0,61	11,54	147,48	-0,08	0,00	90,30
ECE 15-00	74-77	9,89	0,49	9,40	130,82	-0,08	0,00	84,30
ECE 15-02	78-79	8,54	0,43	8,11	96,20	-0,12	0,00	76,20
ECE 15-03	80-84	8,29	0,41	7,88	80,05	-0,08	0,00	72,81
ECE 15-03/04	85-88	8,87	0,44	8,43	67,59	-0,14	0,00	65,96
US-83	89-94	3,56	0,43	3,13	31,64	0,85	0,00	57,51
93/59/EEC	95-96	4,94	0,59	4,35	42,41	0,97	0,00	61,70
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	2,72	0,33	2,40	19,67	0,52	0,00	59,76
98/69/EF-trinn I	01-04	1,29	0,16	1,14	8,45	0,29	0,00	59,76
Personbiler, LPG (M1)								
Diverse krav	-94	1,82	0,05	1,76	14,84	0,51	0,00	52,80
93/59/EEC	95-96	0,67	0,02	0,65	8,11	-0,03	0,00	47,23
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,47	0,01	0,46	5,74	-0,02	0,00	33,06
98/69/EF-trinn I	01-04	0,33	0,01	0,32	4,02	-0,02	0,00	23,14
Personbil diesel (M1)								
Ikke krav	-90	0,62	0,02	0,60	1,33	0,12	0,51	48,98
US-87	91-94	0,29	0,01	0,27	0,93	0,18	0,23	42,81
93/59/EEC	95-96	0,42	0,02	0,40	1,09	0,08	0,13	45,25
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,34	0,01	0,32	0,64	0,05	0,11	45,71
98/69/EF-trinn I	01-04	0,15	0,01	0,15	0,54	0,05	0,08	42,05
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)								
Pre ECE	-74	14,50	0,73	13,78	195,88	-0,15	0,00	115,72
ECE 15-00	74-77	13,02	0,65	12,37	171,93	-0,15	0,00	107,86
ECE 15-02	78-79	13,01	0,65	12,36	153,43	-0,18	0,00	102,75
ECE 15-03	80-84	10,13	0,51	9,62	115,71	-0,07	0,00	93,16
ECE 15-03/04	85-91	9,96	0,50	9,46	84,50	-0,16	0,00	81,47
US-90	92-94	4,32	0,52	3,80	54,01	1,46	0,00	79,63
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	3,99	0,48	3,51	39,49	1,17	0,00	76,60
96/69/EC	98-00	1,59	0,19	1,40	15,00	0,67	0,00	89,68
98/69/EF-trinn I	01-04	1,24	0,15	1,09	12,14	0,51	0,00	89,68
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)								
Ikke krav	-91	1,57	0,06	1,51	2,32	0,26	0,87	66,19
US-90	92-94	0,51	0,02	0,49	1,31	0,18	0,28	66,12
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,62	0,02	0,59	1,27	0,11	0,31	70,26
96/69/EC	98-00	0,47	0,02	0,45	1,01	0,08	0,23	71,58
98/69/EF-trinn I	01-04	0,39	0,02	0,37	0,86	0,07	0,19	71,58
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)								
Diverse krav	94-	1,01	0,03	0,98	12,30	-0,05	0,00	70,84

* Korrigert for bruk av motorvarmer

** Startutslipp av PAH beregnes ut fra partikler

Tabell v.3. Utslipp bykjøring < 30 km/time

Biltype/Kravnivå	Års-modell	Metan g/km	NMVOC g/km	CO g/km	NO _x g/km	N ₂ O mg/km	NH ₃ mg/km	PM ₁₀ mg/km	PM _{2,5} mg/km	PAH µg/km	Benzen mg/km	Forbruk g/km
Personbil, bensin (M1)												
Pre ECE	-74	0,15	3,3	37	1,8	5	2	40	40	20	270	116
ECE 15-00	74-77	0,14	2,9	31	1,9	5	2	40	40	20	230	117
ECE 15-02	78-79	0,13	2,6	24	1,8	5	2	40	40	20	200	107
ECE 15-03	80-84	0,13	2,6	20	2,0	5	2	40	40	20	200	102
ECE 15-03/04	85-88	0,12	2,4	16	1,8	5	2	20	20	20	200	91
US-83	89-94	0,020	0,13	1,1	0,17	15	70	4	4	8	30	84
93/59/EEC	95-96	0,018	0,13	1,5	0,17	15	70	4	4	8	35	90
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,008	0,06	0,9	0,11	15	70	4	4	8	20	72
98/69/EF-trinn I	01-04	0,008	0,06	0,38	0,07	15	70	4	4	8	10	70
Personbiler, LPG (M1)												
Diverse krav	-94	0,043	1,23	3,5	1,3	4	2	5	5	10	12	88
93/59/EEC	95-96	0,014	0,34	1,7	0,30	28	70	6	6	5	3	87
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,006	0,15	1,21	0,13	12	70	6	6	5	2	70
98/69/EF-trinn I	01-04	0,005	0,13	0,26	0,12	11	70	6	6	5	1	68
Personbil diesel (M1)												
Ikke krav	-90	0,015	0,38	1,35	0,99	10	1	259	246	15	11	84
US-87	91-94	0,004	0,11	0,80	0,72	8	1	80	76	15	3	60
93/59/EEC	95-96	0,004	0,10	0,74	0,70	10	1	71	67	15	3	66
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,004	0,09	0,65	0,49	4	1	47	45	15	3	46
98/69/EF-trinn I	01-04	0,002	0,06	0,51	0,30	2	1	29	28	15	2	45
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)												
Pre ECE	-74	0,188	4,1	38	2,4	6	2	50	50	30	330	140
ECE 15-00	74-77	0,179	3,8	34	2,4	6	2	50	50	30	300	130
ECE 15-02	78-79	0,179	3,8	33	2,3	6	2	50	50	30	300	124
ECE 15-03	80-84	0,135	3,0	23	2,0	6	2	50	50	30	230	120
ECE 15-03/04	85-91	0,144	3,0	22	1,9	6	2	25	25	30	230	115
US-90	92-94	0,011	0,08	0,80	0,26	20	70	5	5	12	30	115
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,012	0,09	0,98	0,30	10	70	5	5	12	30	114
96/69/EC	98-00	0,006	0,05	0,64	0,13	10	70	5	5	12	10	112
98/69/EF-trinn I	01-04	0,006	0,05	0,34	0,12	10	70	5	5	12	10	110
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)												
Ikke krav	-91	0,035	0,84	2,2	1,5	16	1	560	532	15	20	88
US-90	92-94	0,009	0,24	1,1	0,85	14	1	166	157	15	7	86
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,012	0,29	1,3	0,74	17	1	163	155	15	8	86
96/69/EC	98-00	0,007	0,17	1,0	0,56	10	1	82	78	15	5	84
98/69/EF-trinn I	01-04	0,005	0,11	0,8	0,49	7	1	60	57	15	4	80
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)												
Diverse krav	94-	0,016	0,50	1,96	0,47	50	70	6	6	15	3	107

Tabell v.4. Utslipp bykjøring 30-50 km/time

Biltype/Kravnivå	Års-modell	Metan g/km	NMVOG g/km	CO g/km	NOx g/km	N ₂ O mg/km	NH ₃ mg/km	PM ₁₀ mg/km	PM _{2,5} mg/km	PAH µg/km	Benzen mg/km	Forbruk g/km
Personbil, bensin (M1)												
Pre ECE	-74	0,13	2,9	32	1,9	5	2	40	40	20	250	101
ECE 15-00	74-77	0,10	2,3	24	1,9	5	2	40	40	20	200	90
ECE 15-02	78-79	0,10	2,3	19	1,7	5	2	40	40	20	180	85
ECE 15-03	80-84	0,10	2,3	19	1,9	5	2	40	40	20	160	85
ECE 15-03/04	85-88	0,09	1,8	13	1,7	5	2	20	20	20	150	73
US-83	89-94	0,014	0,02	0,77	0,15	15	70	5	5	8	25	72
93/59/EEC	95-96	0,013	0,09	1,1	0,15	15	70	5	5	8	30	75
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,006	0,04	0,7	0,09	15	70	5	5	8	20	72
98/69/EF-trinn I	01-04	0,005	0,04	0,3	0,06	15	70	4	4	8	10	70
Personbiler, LPG (M1)												
Diverse krav	-94	0,033	0,93	2,5	1,4	3	2	4	4	10	7	71
93/59/EEC	95-96	0,011	0,27	1,4	0,28	27	70	5	5	5	3	72
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,005	0,12	0,96	0,12	12	70	5	5	5	1	69
98/69/EF-trinn I	01-04	0,004	0,11	0,21	0,11	11	70	5	5	5	1	67
Personbil diesel (M1)												
Ikke krav	-90	0,006	0,16	0,76	0,80	10	1	220	209	15	5	60
US-87	91-94	0,003	0,09	0,66	0,63	8	1	77	73	15	3	47
93/59/EEC	95-96	0,003	0,08	0,59	0,59	10	1	62	59	15	3	48
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,003	0,07	0,51	0,41	10	1	43	41	15	3	46
98/69/EF-trinn I	01-04	0,002	0,04	0,40	0,25	10	1	19	18	15	1	45
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)												
Pre ECE	-74	0,120	3,9	43	2,4	6	2	50	50	30	310	124
ECE 15-00	74-77	0,093	3,0	33	2,4	6	2	50	50	30	260	115
ECE 15-02	78-79	0,093	3,0	28	2,0	6	2	50	50	30	260	105
ECE 15-03	80-84	0,093	3,0	16	2,0	6	2	50	50	30	190	105
ECE 15-03/04	85-91	0,103	2,2	17	2,0	6	2	25	25	30	190	97
US-90	92-94	0,007	0,05	0,6	0,23	20	70	5	5	12	30	98
93/59/EEC, 94/12 EC	95-97	0,008	0,06	0,8	0,27	10	70	5	5	12	25	97
96/69/EC	98-00	0,004	0,03	0,5	0,12	10	70	5	5	12	10	95
98/69/EF-trinn I	01-04	0,004	0,03	0,2	0,11	10	70	5	5	12	10	93
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)												
Ikke krav	-91	0,011	0,30	1,2	1,2	16	1	280	266	15	10	80
US-90	92-94	0,008	0,20	0,92	0,85	14	1	145	138	15	6	78
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,010	0,25	1,14	0,67	17	1	139	132	15	7	78
96/69/EC	98-00	0,006	0,14	0,92	0,50	10	1	69	66	15	5	76
98/69/EF-trinn I	01-04	0,004	0,09	0,77	0,45	7	1	51	49	15	3	71
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)												
Diverse krav	94-	0,013	0,41	1,61	0,49	50	70	6	6	15	3	90

Tabell v.5. Utslipp ved landeveiskjøring i 50-70 km/t soner. Hastighet 60 km/t

Biltype/Kravnivå	Årsmodell	Metan g/km	NMVOC g/km	CO g/km	NO _x g/km	N ₂ O mg/km	NH ₃ mg/km	PM ₁₀ mg/km	PM _{2,5} mg/km	PAH µg/km	Benzen mg/km	Forbruk g/km
Personbil, bensin (M1)												
Pre ECE	-74	0,07	1,6	19	2,5	6	2	40	40	15	190	64
ECE 15-00	74-77	0,07	1,4	14	2,5	6	2	40	40	15	150	55
ECE 15-02	78-79	0,06	1,3	10	2,2	6	2	40	40	15	140	54
ECE 15-03	80-84	0,06	1,2	8	2,3	6	2	40	40	15	110	53
ECE 15-03/04	85-88	0,05	1,0	6	1,9	6	2	20	20	15	110	45
US-83	89-94	0,008	0,05	0,61	0,17	16	100	6	6	1	20	45
93/59/EEC	95-96	0,006	0,05	0,6	0,14	15	100	6	6	1	30	49
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,003	0,02	0,4	0,09	15	100	6	6	1	15	44
98/69/EF-trinn I	01-04	0,003	0,02	0,17	0,06	15	100	6	6	1	10	43
Personbiler, LPG (M1)												
Diverse krav	-94	0,021	0,69	0,9	1,7	5	2	6	6	10	6	44
93/59/EEC	95-96	0,005	0,07	0,8	0,21	23	100	5	5	1	1	48
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,001	0,04	0,58	0,09	10	100	5	5	1	0,8	43
98/69/EF-trinn I	01-04	0,001	0,03	0,12	0,08	9	100	5	5	1	0,6	42
Personbil diesel (M1)												
Ikke krav	-90	0,005	0,13	0,64	0,71	11	1	132	126	15	5	47
US-87	91-94	0,003	0,06	0,32	0,45	10	1	77	73	15	3	54
93/59/EEC	95-96	0,002	0,04	0,28	0,33	10	1	54	52	15	3	36
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,002	0,04	0,24	0,24	10	1	42	40	15	2	40
98/69/EF-trinn I	01-04	0,001	0,02	0,18	0,15	10	1	16	15	15	1	39
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)												
Pre ECE	-74	0,085	1,9	21	3,3	8	2	50	50	25	220	95
ECE 15-00	74-77	0,080	1,8	18	3,3	8	2	50	50	25	200	90
ECE 15-02	78-79	0,080	1,8	17	3,1	8	2	50	50	25	200	88
ECE 15-03	80-84	0,051	1,2	7	2,4	8	2	50	50	25	150	86
ECE 15-03/04	85-91	0,048	1,0	7	2,2	8	2	25	25	25	140	86
US-90	92-94	0,008	0,04	0,80	0,26	19	100	7	7	1	30	89
93/59/EEC, 94/12 EC	95-97	0,006	0,04	0,85	0,26	17	100	7	7	1	25	88
96/69/EC	98-00	0,003	0,02	0,56	0,12	17	100	7	7	1	10	86
98/69/EF-trinn I	01-04	0,003	0,02	0,27	0,11	17	100	7	7	1	10	84
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)												
Ikke krav	-91	0,013	0,31	1,2	1,2	18	1	308	293	15	10	70
US-90	92-94	0,006	0,14	0,50	0,9	16	1	154	146	15	5	68
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,006	0,14	0,79	0,45	17	1	77	73	15	5	68
96/69/EC	98-00	0,003	0,08	0,65	0,35	10	1	38	36	15	4	66
98/69/EF-trinn I	01-04	0,002	0,05	0,56	0,33	7	1	28	27	15	3	62
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)												
Diverse krav	94-	0,007	0,11	1,19	0,67	23	70	8	8	10	2	82

Tabell v.6. Utslipp landeveis-/motorveikjøring, skiltet hastighet 80-90 km/t

Biltype/Kravnivå	Års-modell	Metan g/km	NMVOG g/km	CO g/km	NO _x g/km	N ₂ O mg/km	NH ₃ mg/km	PM ₁₀ mg/km	PM _{2,5} mg/km	PAH µg/km	Benzen mg/km	Forbruk g/km
Personbil, bensin (M1)												
Pre ECE	-74	0,06	1,3	16	2,8	6	2	40	40	15	170	64
ECE 15-00	74-77	0,06	1,2	15	2,9	6	2	40	40	15	150	55
ECE 15-02	78-79	0,05	1,0	8	2,7	6	2	40	40	15	120	54
ECE 15-03	80-84	0,04	0,9	6	2,9	6	2	40	40	15	100	53
ECE 15-03/04	85-88	0,04	0,8	6	2,1	6	2	20	20	15	100	48
US-83	89-94	0,006	0,04	0,60	0,20	16	100	8	8	1	25	45
93/59/EEC	95-96	0,005	0,04	0,8	0,17	15	100	8	8	1	30	49
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,002	0,02	0,5	0,11	15	100	8	8	1	20	44
98/69/EF-trinn I	01-04	0,002	0,02	0,20	0,07	15	100	8	8	1	10	43
Personbiler, LPG (M1)												
Diverse krav	-94	0,017	0,54	2,0	1,9	5	2	7	7	10	5	46
93/59/EEC	95-96	0,002	0,03	1,3	0,20	18	100	5	5	0,4	1	48
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,001	0,02	0,88	0,09	8	100	5	5	0,4	0,7	43
98/69/EF-trinn I	01-04	0,001	0,02	0,19	0,08	7	100	5	5	0,4	0,5	42
Personbil diesel (M1)												
Ikke krav	-90	0,004	0,09	0,52	0,70	11	1	113	107	15	4	46
US-87	91-94	0,002	0,04	0,29	0,46	10	1	48	45	15	2	38
93/59/EEC	95-96	0,001	0,03	0,25	0,32	10	1	32	30	15	2	36
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,001	0,03	0,22	0,24	10	1	21	20	15	2	40
98/69/EF-trinn I	01-04	0,001	0,02	0,17	0,15	10	1	14	14	15	1	39
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)												
Pre ECE	-74	0,063	1,5	24	4,3	8	2	50	50	20	200	98
ECE 15-00	74-77	0,060	1,3	23	4,3	8	2	50	50	20	180	92
ECE 15-02	78-79	0,057	1,3	20	4,3	8	2	50	50	20	180	90
ECE 15-03	80-84	0,039	0,9	8	3,2	8	2	50	50	20	130	89
ECE 15-03/04	85-91	0,034	0,7	7	2,6	8	2	25	25	20	120	89
US-90	92-94	0,007	0,04	1,08	0,30	19	100	9	9	1	30	92
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,008	0,06	1,36	0,31	17	100	9	9	1	25	90
96/69/EC	98-00	0,004	0,03	0,89	0,13	17	100	9	9	1	10	89
98/69/EF-trinn I	01-04	0,004	0,03	0,48	0,12	17	100	9	9	1	10	86
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)												
Ikke krav	-91	0,008	0,20	1,2	1,2	18	1	292	277	15	10	74
US-90	92-94	0,004	0,09	0,46	0,9	16	1	98	93	15	4	72
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,004	0,11	0,76	0,40	17	1	75	71	15	5	72
96/69/EC	98-00	0,003	0,06	0,63	0,32	10	1	37	36	15	3	68
98/69/EF-trinn I	01-04	0,002	0,04	0,55	0,30	7	1	28	26	15	2	64
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)												
Diverse krav	94-	0,005	0,06	1,53	1,00	23	70	8	8	10	1	86

Tabell v.7. Utslippsfaktorer motorveikjøring, skiltet hastighet 90 km/t

Biltype/Kravnivå	Års-modell	Metan g/km	NMVOC g/km	CO g/km	NO _x g/km	N ₂ O mg/km	NH ₃ mg/km	PM ₁₀ mg/km	PM _{2,5} mg/km	PAH µg/km	Benzen mg/km	Forbruk g/km
Personbil, bensin (M1)												
Pre ECE	-74	0,057	1,3	16	3,0	6	2	40	40	15	170	66
ECE 15-00	74-77	0,053	1,1	18	2,6	6	2	40	40	15	140	52
ECE 15-02	78-79	0,044	0,92	9,0	2,6	6	2	40	40	15	120	54
ECE 15-03	80-84	0,042	0,87	7,6	2,9	6	2	40	40	15	120	53
ECE 15-03/04	85-88	0,034	0,71	4,9	2,4	6	2	20	20	15	110	47
US-83	89-94	0,005	0,036	0,38	0,19	16	100	8	8	1	25	46
93/59/EEC	95-96	0,005	0,033	0,82	0,15	15	100	8	8	1	35	49
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,002	0,015	0,54	0,10	15	100	8	8	1	20	44
98/69/EF-trinn I	01-04	0,002	0,014	0,17	0,06	15	100	8	8	1	10	43
Personbiler, LPG (M1)												
Diverse krav	-94	0,015	0,50	3,0	1,9	5	2	7	7	10	5	46
93/59/EEC	95-96	0,002	0,031	1,6	0,20	19	100	5	5	0,4	1	48
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,001	0,017	1,13	0,09	8	100	5	5	0,4	0,6	43
98/69/EF-trinn I	01-04	0,001	0,016	0,24	0,08	8	100	5	5	0,4	0,5	42
Personbil diesel (M1)												
Ikke krav	-90	0,004	0,083	0,48	0,70	11	1	116	110	15	4	46
US-87	91-94	0,002	0,040	0,23	0,45	10	1	56	53	15	2	36
93/59/EEC	95-96	0,001	0,028	0,20	0,31	10	1	41	39	15	2	34
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,001	0,025	0,17	0,23	10	1	31	29	15	2	40
98/69/EF-trinn I	01-04	0,001	0,017	0,13	0,15	10	1	15	14	15	1	39
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)												
Pre ECE	-74	0,056	1,3	22	3,4	7,7	2	50	50	20	190	101
ECE 15-00	74-77	0,052	1,2	21	3,4	7,7	2	50	50	20	170	95
ECE 15-02	78-79	0,050	1,1	18	3,4	7,7	2	50	50	20	170	93
ECE 15-03	80-84	0,033	0,77	7,1	3,3	7,7	2	50	50	20	130	92
ECE 15-03/04	85-91	0,030	0,65	6,6	2,7	7,7	2	25	25	20	120	92
US-90	92-94	0,005	0,029	0,51	0,31	19	100	9	9	1	30	94
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,009	0,067	1,1	0,33	17	100	9	9	1	25	93
96/69/EC	98-00	0,006	0,044	0,74	0,14	17	100	9	9	1	10	92
98/69/EF-trinn I	01-04	0,005	0,039	0,24	0,13	17	100	9	9	1	10	89
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)												
Ikke krav	-91	0,007	0,18	1,2	1,2	18	1	306	291	15	10	79
US-90	92-94	0,003	0,081	0,40	0,90	16	1	110	105	15	4	76
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,004	0,100	0,79	0,40	17	1	82	78	15	5	76
96/69/EC	98-00	0,002	0,053	0,66	0,32	10	1	41	39	15	3	72
98/69/EF-trinn I	01-04	0,001	0,035	0,58	0,30	7	1	30	29	15	2	68
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)												
Diverse krav	94-	0,005	0,056	1,88	1,17	23	70	9,0	9	10	1	87

Tabell v.8. Aldringsfaktorer*

Teknologi	Års-modell	VOC	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	PM ₁₀ og PAH	PM _{2,5}	Forbruk
Personbil, bensin (M1)										
Pre ECE	-74	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-00	74-77	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-02	78-79	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-03	80-84	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-03/04	85-88	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
US-83	89-94	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
93/59/EEC	95-96	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
98/69/EF-trinn I	01-04	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
Personbiler, LPG (M1)										
Diverse krav	-94	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,002
93/59/EEC	95-96	0,007	0,007	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,007	0,007	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
98/69/EF-trinn I	01-04	0,007	0,007	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
Personbil diesel (M1)										
Ikke krav	-90	0,03	0,03	0,03	0,002	-0,03	-0,03	0,04	0,04	0,002
US-87	91-94	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
93/59/EEC	95-96	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
94/12/EC, 96/69 EC	97-00	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
98/69/EF-trinn I	01-04	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)										
Pre ECE	-74	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-00	74-77	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-02	78-79	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-03	80-84	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0	0	0	0,003
ECE 15-03/04	85-91	0,02	0,02	0,02	0,033	-0,007	0,45	0	0	0,003
US-90	92-94	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
93/59/EEC, 94/12 EC	95-97	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
96/69/EC	98-00	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
98/69/EF-trinn I	01-04	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001
Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)										
Ikke krav	-91	0,03	0,03	0,03	0,002	-0,03	-0,03	0,04	0,04	0,002
US-90	92-94	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
96/69/EC	98-00	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
98/69/EF-trinn I	01-04	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,02	0,02	0,001
Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)										
Diverse krav	94-	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,45	0	0	0,001

* Utslipp fra bil etter $s (x10.000 \text{ km}) = \text{Utslipp fra ny bil} * (1+s*\text{aldringsfaktor})$

For benzen regnes utslippet konstant over bilens levetid for alle klasser.

V.2.2. Utslippsfaktorer for tunge kjøretøy

Tabell v.9. Utslipp bykjøring < 30 km/time.

Biltype/Kravnivå	Årsmodell	Metan	NM-VOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Benzen	Forbruk
		g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/km	g/km
Godsbiler, bensin > 3,5t, (N2 og N3)												
Ikke krav	-79	3,9	75	551	29	0,02	0,003	0,2	0,2	0,2	545	268
ECE 15-03/04	80-00	4,2	80	474	51	0,02	0,003	0,2	0,2	0,2	536	250
Euro III (forslag)	01-04	0,51	3,7	15,6	4,1	0,02	0,11	0,2	0,2	0,1	21	245
Godsbiler, diesel, 3,5-7,5t (N2)												
Før 93-krav	-93	0,61	14,7	53	81	0,03	0,003	6,5	6,2	0,5	37	219
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,32	7,8	15,4	77	0,03	0,003	2,5	2,3	0,3	19	197
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,29	6,9	12,6	60	0,03	0,003	0,9	0,9	0,2	17	193
Euro III (forslag)	01-04	0,22	5,2	6,6	43	0,03	0,003	0,6	0,6	0,2	12	189
Godsbiler, diesel 7,5-16t (N2 og del av N3)												
Før 93-krav	-93	0,61	14,7	40	106	0,02	0,003	7,3	6,9	0,6	49	271
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,32	7,8	15,4	62	0,02	0,003	2,7	2,6	0,3	25	246
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,29	6,9	12,6	48	0,02	0,003	1,0	1,0	0,3	22	241
Euro III (forslag)	01-04	0,22	5,2	6,6	35	0,03	0,003	0,7	0,6	0,2	16	236
Godsbiler, diesel >16t, (rest N3)												
Før 93-krav	-93	0,59	14,2	42	87	0,01	0,003	7,1	6,7	0,6	71	463
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,32	7,8	13,2	54	0,01	0,003	2,7	2,5	0,3	38	419
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,29	6,9	10,8	42	0,01	0,003	1,0	0,9	0,3	33	410
Euro III (forslag)	01-04	0,22	5,2	5,6	30	0,01	0,003	0,7	0,6	0,2	24	402
Busser, bensin (M2 og M3)												
Ikke krav	-79	3,9	75	551	29	0,02	0,003	0,2	0,2	0,2	545	268
ECE 15-03/04	80-94	4,2	80	474	51	0,02	0,003	0,2	0,2	0,2	540	250
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	1,20	8,8	38	8	0,04	0,105	0,2	0,2	0,1	49	248
96/69/EC	98-00	0,86	6,3	24	5	0,04	0,105	0,2	0,2	0,1	29	246
Euro III (forslag)	01-04	0,51	3,7	16	4	0,02	0,105	0,2	0,2	0,1	21	245
Busser, diesel (M2 og M3)												
Før 93-krav	-93	0,46	11,1	29	85	0,01	0,003	6,7	6,3	0,5	46	403
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,23	5,5	12,2	72	0,01	0,003	3,2	3,1	0,3	23	364
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,21	5,0	9,9	56	0,01	0,003	1,2	1,1	0,2	20	357
Euro III (forslag)	01-04	0,12	3,0	5,2	40	0,01	0,003	0,8	0,8	0,1	12	350
Busser, LPG (M2 og M3)												
med TWC	94-	0,43	14,0	14,7	32	0,01	0,11	0,1	0,1	0,2	23	436

Tabell v.10. Utslipp bykjøring 30-50 km/time

Biltype/Kravnivå	Årsmodell	Metan	NM-VOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Benzen	Forbruk
		g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/km	g/km
Godsbiler, bensin > 3,5t, (N2 og N3)												
Ikke krav	-79	2,7	51	393	36	0,03	0,003	0,1	0,1	0,2	368	213
ECE 15-03/04	80-00	2,9	56	293	50	0,03	0,003	0,1	0,1	0,2	368	198
Euro III (forslag)	01-04	0,36	2,6	13	6	0,03	0,11	0,1	0,1	0,1	16	194
Godsbiler, diesel, 3,5-7,5t (N2)												
Før 93-krav	-93	0,38	9,2	36	54	0,03	0,003	4,4	4,2	0,5	21	173
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,20	4,8	10,6	51	0,04	0,003	1,7	1,6	0,3	11	157
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,18	4,3	8,6	39	0,04	0,003	0,6	0,6	0,2	10	154
Euro III (forslag)	01-04	0,13	3,2	4,5	28	0,04	0,003	0,4	0,4	0,2	7	151
Godsbiler, diesel 7,5-16t (N2 og del av N3)												
Før 93-krav	-93	0,38	9,2	27	71	0,03	0,003	4,9	4,7	0,6	28	231
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,20	4,8	10,6	42	0,03	0,003	1,8	1,8	0,3	15	209
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,18	4,3	8,6	33	0,03	0,003	0,7	0,7	0,3	13	205
Euro III (forslag)	01-04	0,13	3,2	4,5	23	0,03	0,003	0,5	0,4	0,2	9	201
Godsbiler, diesel >16t, (rest N3)												
Før 93-krav	-93	0,37	8,9	29	63	0,02	0,003	4,9	4,6	0,6	41	396
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,20	4,8	9,1	39	0,02	0,003	1,8	1,7	0,3	22	359
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,18	4,3	7,4	31	0,02	0,003	0,7	0,6	0,3	19	351
Euro III (forslag)	01-04	0,13	3,2	3,9	22	0,02	0,003	0,5	0,4	0,2	14	344
Busser, bensin (M2 og M3)												
Ikke krav	-79	2,7	51	393	36	0,03	0,003	0,1	0,1	0,2	368	213
ECE 15-03/04	80-94	2,9	56	293	50	0,03	0,003	0,1	0,1	0,2	368	198
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,78	5,7	28	10	0,04	0,105	0,1	0,1	0,1	28	197
96/69/EC	98-00	0,58	4,2	20	8	0,04	0,105	0,1	0,1	0,1	20	196
Euro III (forslag)	01-04	0,36	2,6	13	6	0,03	0,105	0,1	0,1	0,1	16	194
Busser, diesel (M2 og M3)												
Før 93-krav	-93	0,28	6,7	19	62	0,02	0,003	4,5	4,3	0,5	26	371
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,14	3,3	8,0	52	0,01	0,003	2,2	2,1	0,3	13	336
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,12	3,0	6,5	41	0,01	0,003	0,8	0,8	0,2	11	329
Euro III (forslag)	01-04	0,07	1,8	3,4	29	0,01	0,003	0,5	0,5	0,1	7	323
Busser, LPG (M2 og M3)												
med TWC	94-	0,29	9,4	9,8	25	0,01	0,11	0,1	0,1	0,2	15	403

Tabell v.11. Utslipp landeveiskjøring 60-70 km/t

Biltype/Kravnivå	Årsmodell	Metan	NM-VOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Benzen	Forbruk
		g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/km	g/km
Godsbiler , bensin > 3,5t, (N2 og N3)												
Ikke krav	-79	1,8	34	270	50	0,04	0,003	0,1	0,1	0,2	244	150
ECE 15-03/04	80-00	1,2	24	100	50	0,04	0,003	0,1	0,1	0,2	163	140
Euro III (forslag)	01-04	0,32	2,3	15	15	0,04	0,11	0,1	0,1	0,0	14	137
Godsbiler, diesel, 3,5-7,5t (N2)												
Før 93-krav	-93	0,23	5,5	24	34	0,05	0,003	2,9	2,8	0,6	12	116
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,12	2,9	7,0	32	0,06	0,003	1,1	1,0	0,3	6	104
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,11	2,6	5,7	25	0,06	0,003	0,4	0,4	0,3	6	102
Euro III (forslag)	01-04	0,08	1,9	3,0	18	0,06	0,003	0,3	0,3	0,2	4	100
Godsbiler, diesel 7,5-16t (N2 og del av N3)												
Før 93-krav	-93	0,23	5,5	18	46	0,04	0,003	3,2	3,0	0,6	17	165
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,12	2,9	7,0	27	0,04	0,003	1,2	1,1	0,3	9	149
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,11	2,6	5,7	21	0,04	0,003	0,4	0,4	0,3	7	146
Euro III (forslag)	01-04	0,08	1,9	3,0	15	0,04	0,003	0,3	0,3	0,2	5	143
Godsbiler, diesel >16t, (rest N3)												
Før 93-krav	-93	0,22	5,3	19	45	0,02	0,003	3,2	3,0	0,5	24	261
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,12	2,9	6,0	28	0,03	0,003	1,2	1,1	0,3	13	236
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,11	2,6	4,9	22	0,03	0,003	0,5	0,4	0,3	11	231
Euro III (forslag)	01-04	0,08	1,9	2,6	16	0,03	0,003	0,3	0,3	0,2	8	227
Busser, bensin (M2 og M3)												
Ikke krav	-79	1,8	34	270	50	0,04	0,003	0,1	0,1	0,3	244	150
ECE 15-03/04	80-94	1,2	24	100	50	0,04	0,003	0,1	0,1	0,2	163	140
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,60	4,4	25	20	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	22	139
96/69/EC	98-00	0,48	3,5	20	17	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	17	138
Euro III (forslag)	01-04	0,32	2,3	15	15	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	14	137
Busser, diesel (M2 og M3)												
Før 93-krav	-93	0,16	3,8	12	44	0,03	0,003	2,9	2,7	0,4	14	230
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,08	1,9	5,0	37	0,02	0,003	1,4	1,3	0,3	7	212
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,07	1,7	4,1	29	0,01	0,003	0,5	0,5	0,2	6	207
Euro III (forslag)	01-04	0,04	1,0	2,1	21	0,01	0,003	0,3	0,3	0,1	4	203
Busser, LPG (M2 og M3)												
med TWC	94-	0,11	3,5	7,0	20	0,02	0,11	0,1	0,1	0,1	6	254

Tabell v.12. Utslipp landeveiskjøring/motorvei 70-80 km/t

Biltype/Kravnivå	Årsmodell	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Benzen	Forbruk
		g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/km	g/km
Godsbiler , bensin > 3,5t, (N2 og N3)												
Ikke krav	-79	1,6	31	247	55	0,04	0,003	0,1	0,1	0,3	224	142
ECE 15-03/04	80-00	0,9	18	82	51	0,05	0,003	0,1	0,1	0,2	116	133
Euro III (forslag)	01-04	0,39	2,8	18	19	0,05	0,11	0,1	0,1	0,0	17	130
Godsbiler, diesel, 3,5-7,5t (N2)												
Før 93-krav	-93	0,20	4,8	22	30	0,05	0,003	2,6	2,5	0,6	13	122
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,11	2,5	6,3	29	0,05	0,003	1,0	0,9	0,3	7	111
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,09	2,3	5,2	22	0,06	0,003	0,4	0,4	0,3	6	109
Euro III (forslag)	01-04	0,07	1,7	2,7	16	0,06	0,003	0,2	0,2	0,2	4	107
Godsbiler, diesel 7,5-16t (N2 og del av N3)												
Før 93-krav	-93	0,20	4,8	16	41	0,04	0,003	2,9	2,7	0,6	17	159
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,11	2,5	6,3	24	0,04	0,003	1,1	1,0	0,3	9	144
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,09	2,3	5,2	19	0,04	0,003	0,4	0,4	0,3	8	141
Euro III (forslag)	01-04	0,07	1,7	2,7	13	0,04	0,003	0,3	0,3	0,2	6	138
Godsbiler, diesel >16t, (rest N3)												
Før 93-krav	-93	0,19	4,6	17	41	0,03	0,003	2,9	2,7	0,6	25	237
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,11	2,5	5,4	26	0,03	0,003	1,1	1,0	0,3	13	214
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,09	2,3	4,4	20	0,03	0,003	0,4	0,4	0,3	12	210
Euro III (forslag)	01-04	0,07	1,7	2,3	14	0,03	0,003	0,3	0,3	0,2	9	206
Busser, bensin (M2 og M3)												
Ikke krav	-79	1,6	31	247	55	0,04	0,003	0,1	0,1	0,3	224	142
ECE 15-03/04	80-94	0,9	18	82	51	0,05	0,003	0,1	0,1	0,2	116	133
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,60	4,4	25	22	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	21	132
96/69/EC	98-00	0,53	3,9	22	20	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	19	131
Euro III (forslag)	01-04	0,39	2,8	18	19	0,05	0,105	0,1	0,1	0,0	17	130
Busser, diesel (M2 og M3)												
Før 93-krav	-93	0,14	3,4	11	42	0,03	0,003	2,6	2,5	0,4	15	224
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,07	1,7	4,4	36	0,02	0,003	1,3	1,2	0,3	7	202
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,06	1,5	3,6	28	0,01	0,003	0,5	0,4	0,2	7	198
Euro III (forslag)	01-04	0,04	0,9	1,9	20	0,01	0,003	0,3	0,3	0,1	4	194
Busser, LPG (M2 og M3)												
med TWC	94-	0,07	2,4	8,2	22	0,02	0,11	0,1	0,1	0,1	4	242

Tabell v.13. Utslipp motorvei 90 km/t

Biltype/Kravnivå	Årsmodell	Metan	NMVOC	CO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	Benzen	Forbruk
		g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	g/km
Godsbiler , bensin > 3,5t, (N2 og N3)												
Ikke krav	-79	1,4	26	212	67	0,04	0,003	0,1	0,1	0,3	187	149
ECE 15-03/04	80-00	0,7	13	123	54	0,04	0,003	0,1	0,1	0,2	90	139
Euro III (forslag)	01-04	0,65	4,7	26	30	0,04	0,15	0,1	0,1	0,0	27	136
Godsbiler, diesel, 3,5-7,5t (N2)												
Før 93-krav	-93	0,16	3,9	18	25	0,04	0,003	2,2	2,1	0,7	11	148
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,09	2,1	5,4	24	0,04	0,003	0,8	0,8	0,4	6	134
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,08	1,8	4,4	19	0,05	0,003	0,3	0,3	0,3	5	131
Euro III (forslag)	01-04	0,06	1,4	2,3	13	0,05	0,003	0,2	0,2	0,3	4	129
Godsbiler, diesel 7,5-16t (N2 og del av N3)												
Før 93-krav	-93	0,16	3,9	14	35	0,03	0,003	2,4	2,3	0,7	15	188
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,09	2,1	5,4	20	0,04	0,003	0,9	0,9	0,4	8	170
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,08	1,8	4,4	16	0,04	0,003	0,3	0,3	0,3	7	167
Euro III (forslag)	01-04	0,06	1,4	2,3	11	0,04	0,003	0,2	0,2	0,2	5	163
Godsbiler, diesel >16t, (rest N3)												
Før 93-krav	-93	0,16	3,8	15	36	0,02	0,003	2,4	2,3	0,6	21	257
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,09	2,1	4,6	22	0,03	0,003	0,9	0,9	0,4	11	232
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,08	1,8	3,8	17	0,03	0,003	0,3	0,3	0,3	10	227
Euro III (forslag)	01-04	0,06	1,4	2,0	12	0,03	0,003	0,2	0,2	0,2	7	223
Busser, bensin (M2 og M3)												
Ikke krav	-79	1,4	26	212	67	0,04	0,003	0,1	0,1	0,3	187	149
ECE 15-03/04	80-94	0,7	13	123	54	0,04	0,003	0,1	0,1	0,2	90	139
93/59/EEC, 94/12/EC	95-97	0,90	6,6	38	40	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	32	138
96/69/EC	98-00	0,72	5,3	30	34	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	24	137
Euro III (forslag)	01-04	0,65	4,7	26	30	0,04	0,105	0,1	0,1	0,0	27	136
Busser, diesel (M2 og M3)												
Før 93-krav	-93	0,11	2,7	9	41	0,03	0,003	2,2	2,1	0,4	13	235
Euro I (91/542/EEC, A)	93-95	0,06	1,4	3,6	35	0,02	0,003	1,1	1,0	0,4	6	213
Euro II (91/542/EEC, B)	96-00	0,05	1,2	3,0	27	0,01	0,003	0,4	0,4	0,2	5	209
Euro III (forslag)	01-04	0,03	0,7	1,6	19	0,01	0,003	0,3	0,3	0,1	3	205
Busser, LPG (M2 og M3)												
med TWC	94-	0,05	1,6	13,7	30	0,02	0,15	0,1	0,1	0,2	3	246

Tabell v.14. Aldringsfaktorer* for tunge kjøretøy (HDV)

	NO _x	CO	NM VOC	Metan	N ₂ O	PM ₁₀ og PM _{2,5} og PAH	Drivstoff- forbruk
HDV diesel til -93	-0,003	0,003	-0,005	-0,005	0,000	0,004	0,001
HDV diesel etter -93	0,001	0,003	0,003	0,003	0,000	0,003	0,001
HDV bensin til -99	-0,007	0,033	0,020	0,002	-0,007	0,002	0,002
fra -00 med TWC**	0,010	0,025	0,035	0,035	0,010	0,002	0,002
Alle HDV med LPG	-0,007	0,033	0,020	0,002	-0,007	0,002	0,002

*Utslipp (ved X(10 000 km) = Utslippsfaktor * (1 + X*aldringsfaktoren)

** Three way catalyst

Vedlegg 3. Aktivitetsdata

Tabell v.15. Drivstofforbruk.Tonn.

	Bensin			Autodiesel		
	Total bruk	Bruk på vei	Bruk utenom vei	Total bruk	Bruk på vei	Bruk utenom vei
1973	1 088 484	1 025 514	62 970	574 871	431 728	143 143
1980	1 391 143	1 328 072	63 071	740 279	533 785	206 494
1986	1 699 843	1 631 532	68 311	1 063 023	783 369	279 654
1987	1 758 066	1 693 224	64 842	1 096 543	842 081	254 462
1989	1 782 519	1 719 173	63 346	1 051 969	799 574	252 395
1990	1 785 846	1 722 371	63 475	1 064 912	789 399	275 513
1991	1 736 296	1 672 870	63 426	1 079 940	802 195	277 745
1992	1 696 197	1 632 758	63 439	1 161 835	891 278	270 557
1993	1 693 050	1 629 426	63 624	1 300 497	1 044 954	255 543
1994	1 688 354	1 624 440	63 914	1 261 399	978 886	282 513
1995	1 666 571	1 602 644	63 927	1 362 434	1 081 623	280 811
1996	1 691 073	1 627 055	64 018	1 464 089	1 191 589	272 500
1997	1 663 705	1 599 656	64 049	1 489 762	1 208 832	280 930

Tabell v.16. Kjøretøybestand. Antall kjøretøy etter kjøretøyklasse

	1997	1996	1995	1993	1990	1986	1980	1973
BM1	1 610 719	1 584 770	1 589 163	1 562 772	1 565 936	1 509 426	1 189 738	807 640
BN1	141 661	144 790	148 292	149 048	150 021	123 221	78 843	94 681
BHL	3 920	3 941	3 953	3 899	4 605	5 667	6 041	12 429
BHB	215	227	244	277	277	296	33	114
DM1	98 905	88 186	80 008	63 492	46 918	43 649	21 947	5 370
DN1	164 003	148 445	133 454	106 048	82 549	54 302	9 966	1 909
DHLL	36 896	35 623	34 794	33 605	30 961	26 494	19 485	14 124
DHLM	10 151	10 175	10 467	11 553	13 884	17 744	26 889	21 670
DHLH	31 757	30 506	29 752	29 905	31 793	28 276	14 244	4 581
DHB	13 247	13 053	12 917	12 404	10 507	9 879	7 961	6 599

Kilde: Vegdirektoratet

Tabell v.17. Kjørelenge i gjennomsnitt for kjøretøyklasse og år. km pr. kjøretøy

Klasse	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1990	1989	1987	1986	1980	1973
BM1	13 800	14 200	13 700	13 900	13 800	13 700	14 100	14 000	13 900	13 700	13 100	13 200
BN1	13 800	14 200	13 700	13 900	13 800	13 700	14 100	14 000	13 900	13 700	13 100	13 200
BHL	21 532	19 752	19 430	16 220	17 887	16 122	15 881	16 000	16 127	15 054	23 819	23 819
BHB	44 135	44 135	42 780	44 528	43 071	40 902	41 940	43 099	41 134	40 068	42 591	36 099
DM1	19 154	17 102	18 508	19 977	18 677	19 962	20 105	19 631	19 810	20 093	18 704	27 220
DN1	17 114	14 716	15 874	17 117	15 508	16 738	17 123	17 160	17 196	17 299	13 526	13 526
DHLL	21 532	19 752	19 430	16 220	17 887	16 122	15 881	16 000	16 127	15 054	23 819	23 819
DHLM	24 625	21 331	21 057	19 449	18 715	16 609	16 103	16 124	16 120	15 875	18 723	18 723
DHLH	40 435	36 529	35 106	32 698	31 142	33 815	31 483	32 368	33 776	34 716	40 164	40 164
DHB	44 135	44 135	42 780	44 528	43 071	40 902	41 940	43 099	41 134	40 068	42 591	36 099
LPGM1	13 800	14 200	13 700	13 900	13 800	13 700	14 100	14 000	13 900	13 700	13 100	13 200
LPGB	44 135	44 135	42 780	44 528	43 071	40 902	41 940	43 099	41 134	40 068	42 591	36 099
LNGB	44 135	44 135	42 780	44 528	43 071	40 902	41 940	43 099	41 134	40 068	42 591	36 099

Kilde: TØI og beregninger i SSB

Tabell v.18. Fordeling av trafikkarbeid på grunnlag av tabellene v.16 og 17 ovenfor. Prosent innen hvert drivstoff

	1973	1980	1986	1987	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
BM1	87,307	92,972	92,053	91,578	91,074	90,939	90,926	90,987	90,979	91,040	91,131	91,302	91,561
BN1	10,235	6,161	7,515	7,999	8,549	8,712	8,751	8,694	8,677	8,643	8,504	8,342	8,053
BHL	2,424	0,858	0,380	0,371	0,326	0,301	0,277	0,273	0,294	0,267	0,322	0,316	0,348
BHB	0,034	0,008	0,053	0,052	0,051	0,048	0,046	0,046	0,050	0,051	0,044	0,041	0,039
DM1	10,938	16,935	22,636	20,883	19,892	20,899	21,340	22,337	23,191	25,048	24,304	23,925	24,879
DN1	1,932	5,561	24,245	26,666	29,859	31,316	31,635	32,446	32,163	35,125	34,770	34,654	36,862
DHLL	25,174	19,147	10,294	10,907	10,944	10,894	10,851	10,637	11,755	9,608	11,096	11,162	10,434
DHLM	30,362	20,768	7,271	6,546	5,483	4,953	4,525	4,064	4,229	3,691	3,617	3,443	3,283
DHLH	13,768	23,602	25,337	24,982	23,688	22,176	21,792	20,902	18,214	16,642	17,143	17,677	16,864
DHB	17,827	13,987	10,216	10,016	10,135	9,763	9,856	9,615	10,448	9,885	9,070	9,138	7,678
Sum bensin	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sum diesel	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabell v.19. Kjøretøybestand, aldersfordelt. 1997

Alder	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-14	15-19	20-24	25-29	30 år og eldre
Regist-reringsår	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987-1983	1982-1978	1977-1973	1972-1968	1967 og tidligere
BM1	59520	114686	83566	77020	54637	58080	55899	62872	55868	67844	609813	214705	56998	15928	23291
BN1	4037	8585	9611	7195	6207	5537	4856	8597	7512	9796	58514	7506	1204	513	1999
BHL	50	78	101	93	72	46	25	78	132	125	525	378	306	102	1814
BHB	1	2	3	1	2	9	9	21	16	21	65	36	5	0	27
DM1	3978	9095	5738	8934	9350	6521	4025	2611	1399	1439	22530	20360	2505	291	137
DN1	10897	21311	21088	16932	12974	10781	8065	9167	5358	6051	35206	5912	193	36	37
DHLL	1542	2613	2693	2164	1766	1910	2058	2106	1821	2182	9128	4231	1900	548	243
DHLM	276	463	450	364	260	273	246	229	235	341	1902	1128	1086	1272	1633
DHLH	1488	2813	2588	1998	965	944	999	1150	909	1556	9033	4331	2256	572	162
DHB	324	705	662	665	931	1071	1005	717	451	622	2874	1883	761	365	219

Tabell v.20. Kjørelengde, aldersfordelt. 1997. Km

Regist- rings- år	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1982	1977	1972	1967 og tidligere
Alder	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	≥30
BM1	19 551	19 551	19 293	19 002	18 849	19 121	18 794	17 140	15 939	14 650	14 040	9 932	6 826	4 922	4 922
BN1	19 551	19 551	19 293	19 002	18 849	19 121	18 794	17 140	15 939	14 650	14 040	9 932	6 826	4 922	4 922
BHL	38 671	38 671	35 850	33 182	34 512	29 604	26 543	23 782	21 676	19 775	15 409	7 761	4 407	1 810	1 810
BHB	48 000	48 000	48 000	48 000	48 000	43 600	39 200	34 800	30 400	26 000	21 600	5 000	5 000	5 000	5 000
DM1	25 416	25 416	25 081	24 703	24 504	24 858	24 433	22 282	20 721	19 045	18 252	12 912	8 874	6 398	6 398
DN1	18 661	18 661	19 940	18 601	16 576	13 035	12 265	11 349	11 168	9 843	8 066	4 200	1 227	982	982
DHLL	38 671	38 671	35 850	33 182	34 512	29 604	26 543	23 782	21 676	19 775	15 409	7 761	4 407	1 810	1 810
DHLM	55 897	55 897	50 687	48 399	45 659	44 376	40 637	36 560	32 419	29 024	26 969	10 673	5 053	2 898	2 898
DHLH	64 129	64 129	64 494	63 031	59 544	54 800	49 831	43 848	38 719	33 816	30 690	14 064	9 113	2 593	2 593
DHB	48 000	48 000	48 000	48 000	48 000	43 600	39 200	34 800	30 400	26 000	21 600	5 000	5 000	5 000	5 000

Tabell v.21. Fordeling av trafikkarbeid for 1997 på grunnlag av tabellene v.17, 19 og 20 ovenfor. Prosent innen hvert drivstoff

Regist- ringsår	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987 -83	1982 -78	1977 -73	1972 -68	1967 og tidligere	
Alder	I alt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-14	15-19	20-24	25-29	≥30
BM1	91,561	4,686	9,029	6,492	5,893	4,147	4,472	4,230	4,339	3,586	4,002	30,529	7,847	1,531	0,316	0,462
BN1	8,053	0,299	0,637	0,703	0,518	0,444	0,402	0,346	0,559	0,454	0,544	2,808	0,262	0,030	0,010	0,037
BHL	0,348	0,019	0,029	0,035	0,029	0,024	0,013	0,006	0,018	0,027	0,024	0,063	0,013	0,014	0,002	0,032
BHB	0,039	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,003	0,003	0,007	0,004	0,005	0,009	0,002	0,000	0,000	0,001
DM1	24,879	1,312	3,000	1,868	2,864	2,973	2,104	1,276	0,755	0,376	0,356	4,545	3,134	0,282	0,024	0,011
DN1	36,862	3,297	6,447	6,817	5,106	3,486	2,278	1,604	1,686	0,970	0,966	3,825	0,374	0,005	0,001	0,001
DHLL	10,434	0,803	1,362	1,301	0,968	0,821	0,762	0,736	0,675	0,532	0,581	1,480	0,271	0,122	0,013	0,006
DHLM	3,283	0,248	0,417	0,368	0,284	0,191	0,195	0,161	0,135	0,123	0,160	0,652	0,143	0,070	0,059	0,076
DHLH	16,864	1,381	2,610	2,415	1,822	0,831	0,749	0,720	0,730	0,509	0,761	3,330	0,753	0,221	0,021	0,006
DHB	7,678	0,336	0,732	0,687	0,690	0,966	1,009	0,852	0,540	0,296	0,349	0,872	0,203	0,082	0,039	0,024
Sum bensin	100	5,004	9,695	7,232	6,442	4,615	4,890	4,586	4,922	4,072	4,575	33,409	8,124	1,575	0,327	0,532
Sum diesel	100	7,377	14,568	13,455	11,734	9,270	7,097	5,349	4,521	2,806	3,173	14,704	4,879	0,782	0,158	0,124

Tabell v.22. Fordeling av trafikkarbeid på kjøremodi. 1997

	Bykjøring 0-30	Bykjøring 40-50	Landevei 60-70	Hovedvei 80	Motorvei 90
Lette	0,6%	24,4%	22,0%	44,0%	8,9%
Tunge	0,1%	19,8%	20,0%	48,4%	11,7%

Kilde: Vegdirektoratet og beregninger i SSB

Tabell v.23. Akkumulert kjørelengde. 1997. Km

Alder	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	≥30
BM1	9 776	29 327	48 749	67 896	86 822	105 807	124 765	142 732	159 271	174 566	188 911	248 353	290 016	321 497	355 949
BN1	9 776	29 327	48 749	67 896	86 822	105 807	124 765	142 732	159 271	174 566	188 911	248 353	290 016	321 497	355 949
DM1	12 708	38 124	63 373	88 265	112 868	137 549	162 194	185 551	207 053	226 935	245 584	322 859	377 021	417 946	462 733
DN1	9 330	27 991	47 292	66 563	84 152	98 957	111 607	123 414	134 672	145 178	154 132	185 211	199 693	208 371	215 244
DHLL	19 335	58 006	95 267	129 783	163 629	195 687	223 760	248 923	271 652	292 377	309 969	363 332	383 170	405 811	418 480
DHLM	27 948	83 845	137 137	186 680	233 709	278 726	321 233	359 831	394 320	425 042	453 038	542 779	579 086	597 605	617 891
DHLH	32 065	96 194	160 505	224 268	285 555	342 727	395 042	441 882	483 166	519 433	551 686	664 655	720 100	748 770	766 920
DHB	24 000	72 000	120 000	168 000	216 000	261 800	303 200	340 200	372 800	401 000	424 800	484 500	509 500	534 500	569 500
BHL	19 335	58 006	95 267	129 783	163 629	195 687	223 760	248 923	271 652	292 377	309 969	363 332	383 170	405 811	418 480
BHB	24 000	72 000	120 000	168 000	216 000	261 800	303 200	340 200	372 800	401 000	424 800	484 500	509 500	534 500	569 500

Tabell v.24. Beregning av antall kaldstarter

	1996	1995	1994	1990	1985	1980	1973
Kjørelengde personbiler (km/år)	14 200	13 700	13 900	14 100	13 500	13 100	13 200
Turlengde (km)	13,9	13,9	13,9	13,8	13,4	15,4	15,4
Antall starter (pr. bil pr. år)	1 022	986	1 000	1 022	1 007	851	857
Antall (andel) starter med helt kald motor	174 (17%)	168 (17%)	170 (17%)	174 (17%)	171 (17%)	145 (17%)	146 (17%)
Antall (andel) starter med ikke helt varm motor	593 (58%)	572 (58%)	580 (58%)	593 (58%)	584 (58%)	494 (58%)	497 (58%)

Kilde: TØI og beregninger i SSB

Temperaturdata brukt til å beregne motorstarttemperatur

Tabell v.25. Gjennomsnittlig temperatur pr. måned

Fylke:	NAVN	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Østfold	Sarpsborg	-3,7	-3,8	-0,1	4,4	10,3	14,6	16	15	11,1	6,8	1,5	-2	5,8
Akershus	Fornebu	-4,6	-4,5	-0,3	4,8	11,3	15,8	17,1	15,9	11,5	6,7	0,8	-3,2	5,9
	Lillestrøm	-7,5	-7	-2,2	3	10	14,5	16,5	14,5	9,5	5,5	-1	-6	4,1
Oslo	Oslo - Blindern	-4,3	-4	-0,2	4,5	10,8	15,2	16,4	15,2	10,8	6,3	0,7	-3,1	5,7
Hedemark	Elverum	-10	-8,7	-3,1	2,3	9	14,2	15	13,5	8,3	3,6	-3,3	-8,2	2,7
	Hamar	-7,5	-8	-2,5	3	9,5	14	15,5	14,5	9,5	5	-1	-5,5	3,9
Oppland	Lillehammer - Sætherengen	-9,1	-7,8	-2,8	2,3	8,7	13,5	14,7	13,3	8,5	3,8	-2,6	-7,3	2,9
Buskerud	Hønefoss	-7,5	-6,5	-1,2	4,5	11	15	17	15	10,8	5	-1,2	-5	4,7
Vestfold	Tønsberg	-3,2	-3,2	0,2	4,6	10,6	15,1	16,5	15,4	11,4	7,3	2,1	-1,5	6,3
Telemark	Skien	-3,9	-3,7	0,2	4,5	10,4	15,5	16,5	15,2	11,3	7,2	1,2	-2,6	6
Aust-Agder	Tvedestrand	-2,1	-2,4	0,8	4,7	10,5	14,6	16,3	15,7	11,8	7,9	3	-0,5	6,7
Vest-Agder	Kristiansand	-0,9	-1,2	1,6	5,2	10,3	14,2	15,7	14,9	11,7	8,1	3,4	0,5	7
Rogaland	Stavanger	1,2	1,1	2,8	5,5	9,9	12,8	14,1	14,4	11,7	8,8	4,8	2,5	7,5
Hordaland	Bergen - Florida	1,5	1,6	3,3	5,9	10,5	13,5	14,5	14,4	11,5	8,7	4,7	2,6	7,7
Sogn og Fjordane	Førde - Vie	-1,9	-2,2	1,4	4,3	9,6	12,7	13,7	13,5	9,7	6,8	1,4	-0,9	5,7
Møre og Romsdal	Molde	0,5	1	2,3	4,7	9,5	12,5	13,5	13,6	10	7,5	3,5	1,7	6,7
Sør-Trøndelag	Trondheim - Moholt	-3,3	-2,7	-0,1	3	8,7	12	13,2	12,7	9	5,6	0,3	-2	4,7
Nord-Trøndelag	Steinkjer	-5	-4	-1	2,8	8,6	12,8	14	13,5	9,4	5,1	-0,5	-3,2	4,4
Nordland	Bodø VI	-2,2	-2	-0,6	2,5	7,2	10,4	12,5	12,3	9	5,3	1,2	-1,2	4,5
Troms	Tromsø	-4,4	-4,2	-2,7	0,3	4,8	9,1	11,8	10,8	6,7	2,7	-1,1	-3,3	2,5
Finnmark	Alta Lufthavn	-8,7	-7,9	-5,2	-0,6	4,8	10	13,4	12	7,2	1,6	-3,6	-7	1,3

Tabell v.26. Gjennomsnittlig døgminimumstemperatur pr. måned

Fylke:	NAVN	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Østfold	Prestebakke	-7,0	-7,4	-4,1	-0,8	5,1	9,2	10,7	9,9	6,6	3,2	-1,0	-4,7	1,7
Akershus	Gardermoen	-10,7	-10,9	-6,5	-1,6	3,9	8,6	10,0	8,9	5,3	1,6	-4,4	-9,2	-0,4
	Fornebu	-7,7	-7,9	-4,0	0,6	6,7	11,3	12,7	11,7	7,9	3,8	-1,8	-6,1	2,3
Oslo	Oslo - Blindern	-6,8	-6,8	-3,3	0,8	6,5	10,6	12,2	11,3	7,5	3,8	-1,5	-5,6	2,4
Hedmark	Flisa	-12,5	-12,0	-7,1	-1,9	3,7	8,2	9,3	7,8	4,3	0,8	-5,9	-10,8	-1,3
	Kise på Hedmark	-10,7	-11,9	-7,1	-1,5	4,1	9,1	10,8	9,9	6,3	2,6	-3,2	-8,4	0,1
Oppland	Lillehammer - Sætherengen	-11,8	-10,8	-6,6	-1,8	3,5	7,9	9,3	8,4	4,5	1,0	-5,1	-9,9	-0,9
Buskerud	Nesbyen - Skoglund	-14,1	-12,8	-6,9	-2,1	2,8	7,7	9,3	7,9	4,1	0,2	-7,0	-12,4	-1,9
Vestfold	Melsom	-6,6	-7,0	-3,4	0,5	5,9	10,1	11,6	10,7	7,4	4,0	-1,0	-5,2	2,3
Telemark	Gvarv	-10,5	-10,3	-5,3	-0,9	4,0	8,3	9,9	8,8	5,4	2,2	-3,3	-8,5	0,0
Aust-Agder	Lyngør fyr	-6,5	-7,0	-3,6	-0,5	4,8	8,9	10,9	9,8	6,8	3,3	-1,0	-4,7	1,8
Vest-Agder	Kjevik	-4,8	-5,1	-2,2	0,7	5,6	9,4	11,1	10,4	7,8	4,7	0,2	-3,4	2,9
Rogaland	Sola	-1,9	-2,3	-0,3	1,9	6,1	9,1	10,8	10,9	8,8	5,9	1,9	-0,5	4,2
Hordaland	Bergen - Florida	-0,4	-0,5	0,9	3,0	7,2	10,2	11,5	11,6	9,1	6,6	2,8	0,6	5,3
Sogn og Fjordane	Førde - Vie	-4,3	-4,2	-2,0	0,3	4,7	8,4	10,0	9,8	7,0	4,2	-0,4	-3,0	2,6
Møre og Romsdal	Gjerdmundnes	-2,2	-1,8	-0,7	1,4	5,5	8,8	10,2	10,2	7,3	4,9	0,9	-1,1	3,7
Sør-Trøndelag	Trondheim - Tyholt	-5,4	-4,9	-2,4	0,5	5,8	8,9	10,4	10,2	6,7	3,2	-1,5	-3,6	2,4
Nord-Trøndelag	Værnes	-6,5	-5,7	-3,0	0,3	5,0	8,8	10,3	9,8	6,7	3,3	-2,0	-4,8	1,9
	Kjøbli i Snåsa	-10,6	-9,8	-6,7	-2,7	2,2	6,4	8,2	7,6	4,5	1,2	-5,3	-8,5	-1,1
Nordland	Bodø VI	-4,6	-4,3	-2,8	0,0	4,2	7,6	9,7	9,4	6,5	3,2	-1,0	-3,5	2,1
Troms	Tromsø	-6,5	-6,5	-5,1	-2,2	2,0	6,1	8,7	7,8	4,5	0,7	-3,0	-5,4	0,1
Finnmark	Alta lufthavn	-12,6	-11,7	-9,0	-4,1	1,8	7,0	10,1	8,5	4,2	-1,2	-6,6	-10,9	-2,0

Vedlegg 4. Korrigering for bruk av motorvarmer

Startutslippet fra et kjøretøy og det ekstra drivstofforbruket som følger av en motorstart blir, som tidligere beskrevet i kapittel 2.6.5, bestemt ut fra temperaturen på motoren, drivverket, osv. For å estimere denne temperaturen så nær opptil faktisk starttemperatur som mulig, har vi inkludert bruken av motorvarmer og effekten av denne. Dette blir gjort ved at starttemperaturen på motoren først blir beregnet ut fra utetemperatur, lengden på forrige tur, temperaturen på motoren ved forrige start og hvor lenge bilen har stått siden den forrige turen ble avsluttet. Deretter blir starttemperaturen på motoren og ekstra utslippet og forbruket korrigert for den påvirkningen en motorvarmer er antatt å ha.

Når en bil kjører seg varm, øker temperaturen på både motorblokka, drivverket, girsystemet og katalysatoren, mens en motorvarmer først og fremst hever temperaturen på selve motorblokka. Dette er det tatt hensyn til ved at startutslipps- og forbruksfaktorene justeres ut fra temperaturen på hvilke(n) del(er) av bilen de er mest avhengig av.

Metode

Metoden for å finne andelen starter med forvarmet motor, hjemme og på jobb/skole, er som følger:

$$\text{Antall starter} = \sum_i (\text{Bruk av bil} * \text{Vekt}^1) \quad (\text{v.9})$$

$$\text{Antall starter med motorvarmer} = \sum_i (\text{Bruk av motorvarmer} * \text{Vekt}^{32}) \quad (\text{v.10})$$

$$\text{Andel starter med motorvarmer} = \text{Antall starter med motorvarmer} / \text{Antall starter} \\ \text{i: Svarkategori (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9)} \quad (\text{v.11})$$

Data på bruken av motorvarmer er hentet fra SSBs Levekårsundersøkelse 1997 (Sundvoll og Teigum 1998). Undersøkelsen tok for seg både hyppigheten i bruken av bil og motorvarmer. Ut fra disse dataene er det beregnet hvor stor andel av startene som ble gjennomført med forvarmet motor.

Det er antatt at bruken av motorvarmer hjemme bare reduserer starttillegget for første turen³³, og at den kun brukes når minimumstemperaturen er lavere enn 0°C. Motorvarmeren hjemme er altså antatt bare tilkoblet om kvelden eller tidlig på morgenen. Økning i motortemperaturen før start på jobb/skole er bare tillagt de startene som hadde utgangspunkt i jobb/skole, der gjennomsnittlig døgntemperatur var lavere enn 0°C og der det var 4 timer eller mer siden siste tur.

Informasjon om tilleggsutslipp og forbruk ved start med og uten forvarmet motor, er hentet fra Laveskog (1992). Testene som er beskrevet i denne rapporten, ser bare på biler med katalysator, for biler uten katalysator er det antatt at ekstra utslippet kun er avhengig av temperaturen på motorblokka. Ekstraforbruket antar vi er mest avhengig av temperaturen på motor, drivverk og girsystem, og i mindre grad påvirket av om bilen er utstyrt med katalysator eller ikke.

Faktorene for motorvarmerens påvirkning på utslipp og forbruk er gitt i tabellen på neste side, forklaringen av symbolene brukt i tabellen følger under:

³² For å finne sammenlignbare tall for hyppigheten i bruk av bil og motorvarmer, vekter vi de ulike svarkategoriene forskjellig. En person som bruker bilen mye, teller derfor mer enn en person som bruker bilen lite, tilsvarende gjelder for bruk av motorvarmer.

³³ Vi antar at første turen starter hjemme.

Forklaring av faktorer for motorvarmers påvirkning på utslipp og forbruk

Virkning av motorvarmer:	Faktor:
Ekstra utslippet/-forbruket er mest avhengig av temperaturen på selve motorblokken	“MMV”
Ekstra utslippet/-forbruket er mer avhengig av temperaturen på katalysator og/eller andre deler av drivverket enn selve motorblokken.	“UMV”
Ekstra utslippet er avhengig av både temperaturen på selve motorblokken, andre deler av drivverket og/eller katalysatoren. Ekstra utslippet/-forbruket blir redusert med X.	$0 \leq X \leq 1$

Faktorer for motorvarmers påvirkning av utslipp og forbruk

Biltype/Kravnivå	Års-modell	Metan	NMVOC	CO	NOx	Partikler	Forbruk
		gram/start	gram/start	gram/start	gram/start	gram/start	gram/start
Personbil, bensin (M1)							
Pre ECE	-74	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-00	74-77	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-02	78-79	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-03	80-84	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-03/04	85-88	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
US-83	89-94	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50
93/59/EEC	95-96	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50
94/12/EEC, 96/69 EEC	97-00	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50
EU forslag	01-04	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50

Personbiler, LPG (M1)							
Diverse krav	-94	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
93/59/EEC	95-96	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
94/12/EEC, 96/69 EEC	97-00	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
EU forslag	01-04	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50

Personbil diesel (M1)							
Ikke krav	-90	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
US-87	91-94	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
93/59/EEC	95-96	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
94/12/EEC, 96/69 EEC	97-00	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
EU forslag	01-04	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25

Faktorer for motorvarmers påvirkning av utslipp og forbruk (fortsettelse)

Biltype/Kravnivå	Års-modell	Metan	NMVOC	CO	NO_x	Partikler	Forbruk
		gram/start	gram/start	gram/start	gram/start	gram/start	gram/start

Varebiler og busser <3,5 tonn, bensin (N1)

Pre ECE	-74	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-00	74-77	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-02	78-79	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-03	80-84	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
ECE 15-03/04	85-91	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
US-90	92-94	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50
93/59/EEC, 94/12/EEC	95-97	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50
96/69/EEC	98-00	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50
EU forslag	01-04	1,00	1,00	1,00	UMV	UMV	0,50

Varebiler og busser <3,5 tonn, diesel (N1)

Ikke krav	-91	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
US-90	92-94	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
93/59/EEC, 94/12/EEC	95-97	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
96/69/EEC	98-00	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25
EU forslag	01-04	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,25

Varebiler og busser <3,5 tonn, LPG (N1)

Diverse krav	94-	MMV	MMV	MMV	MMV	MMV	0,50
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Inngangsdata

Informasjon om hyppigheten av bruk av motorvarmer er hentet fra SSBs Levekårsundersøkelse 1997 (Sundvoll og Teigum 1998). I utgangspunktet er det spurt etter motorvarmer/oppvarmet garasje, men siden vi antar at andelen som har tilgang til oppvarmet garasje er liten, behandler vi disse som om de bruker motorvarmer. Dataene for bruk av bil gjelder bare bruk om vinteren og bruken av motorvarmer gjelder bare ved kuldegrader. Det vil si at vi korrigerer for bruk av motorvarmer kun når utetemperaturen er lavere enn 0°C.

De tre spørsmålene fra Levekårsundersøkelsen som er brukt til å finne andelen starter med forvarmet motor er beskrevet under.

Spørsmålene i Levekårsundersøkelsen

Kode	Spørsmålstekst
OK_L5b	“Hvor mange dager i uken bruker du vanligvis bil om vinteren?”
OK_L6a	“Hvor ofte bruker du vanligvis motorvarmeren hjemme når det er kuldegrader ute?”
OK_L6b	“Hvor ofte bruker du vanligvis motorvarmeren på jobb/skole når det er kuldegrader ute?”

Svarkategorier fra Levekårsundersøkelsen og vekting av disse

Kode	Vekting	Forklaring:
1	7	6-7 dager i uka
2	5	4-5 dager i uka
3	3	2-3 dager i uka
4	1	1 dag i uka
5	0	Sjeldnere
6	0	Nesten aldri
8	0	Nekter
9	0	Vet ikke
<tom>	0	Har ikke bil/motorvarmer

Resultatene fra undersøkelsene er gjengitt i de påfølgende tabellene.

Prosentvis fordeling av bilbruk om vinteren og bruk av motorvarmer - hjemme - ved kuldegrader

	OK_L5b									
OK_L6a	1	2	3	4	5	6	8	9	<tom>	Totalt
1	9,9 %	1,2 %	1,5 %	0,4 %	0,2 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	13,4 %
2	2,6 %	2,7 %	0,4 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	6,0 %
3	2,9 %	1,2 %	2,9 %	0,3 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	7,5 %
4	1,1 %	0,4 %	0,7 %	1,0 %	0,1 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	3,5 %
5	3,4 %	1,4 %	1,3 %	0,5 %	0,6 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	7,5 %
6	8,4 %	2,9 %	2,2 %	0,9 %	0,4 %	2,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	17,5 %
8	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
9	0,3 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,9 %
<tom>	12,8 %	4,9 %	4,1 %	1,4 %	0,9 %	2,7 %	0,1 %	0,1 %	16,7 %	43,8 %
Totalt	41,4 %	14,8 %	13,3 %	4,6 %	2,4 %	6,5 %	0,1 %	0,3 %	16,7 %	100,0 %

Absolutt fordeling av bilbruk om vinteren og bruk av motorvarmer - hjemme - ved kuldegrader

	OK_L5b									
OK_L6a	1	2	3	4	5	6	8	9	<tom>	Totalt
1	333	39	49	14	6	8	0	0	0	449
2	88	91	14	3	3	4	0	0	0	203
3	97	41	99	9	3	3	0	0	0	252
4	36	15	23	32	4	8	0	0	0	118
5	114	46	43	18	19	11	0	0	0	251
6	284	98	74	30	14	87	0	0	0	587
8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
9	10	2	5	1	0	5	0	6	0	29
<tom>	430	166	139	48	31	92	2	3	562	1473
Totalt	1392	498	446	155	80	218	3	9	562	3363

Prosentvis fordeling av bilbruk om vinteren og bruk av motorvarmer - på jobb/skole - ved kuldegrader

	OK_L5b									
OK_L6b	1	2	3	4	5	6	8	9	<tom>	Totalt
1	1,3 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,6 %
2	1,6 %	0,7 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,4 %
3	0,6 %	0,3 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,3 %
4	0,4 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,7 %
5	0,9 %	0,3 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %
6	2,9 %	0,4 %	0,5 %	0,3 %	0,1 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	4,5 %
8	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
9	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
<tom>	33,6 %	13,0 %	11,9 %	4,1 %	2,1 %	6,1 %	0,1 %	0,3 %	16,7 %	87,9 %
Totalt	41,4 %	14,8 %	13,3 %	4,6 %	2,4 %	6,5 %	0,1 %	0,3 %	16,7 %	100,0 %

Absolutt fordeling av bilbruk om vinteren og bruk av motorvarmer - på jobb/skole - ved kuldegrader

	OK_L5b									
OK_L6b	1	2	3	4	5	6	8	9	<tom>	Totalt
1	45	4	5	0	1	0	0	0	0	55
2	53	24	3	1	1	0	0	0	0	82
3	21	9	12	1	0	0	0	0	0	43
4	14	0	4	5	0	0	0	0	0	23
5	31	10	5	1	2	2	0	0	0	51
6	96	15	17	9	4	10	0	0	0	151
8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<tom>	1131	436	400	138	72	206	2	9	562	2956
Totalt	1392	498	446	155	80	218	3	9	562	3363

Dataene som er brukt for å bestemme motorvarmerens effekt på startutslipp og ekstra drivstofforbruk er beskrevet i tabellen under.

Forbruk og utslipp ved start med og uten motorvarmer

Gjennomsnitt av 5 TWC-biler, kjøresyklus FTP75 (17,8 km)*	CO, g/km	HC, g/km	NO _x , g/km	Forbruk, l/10 km
Uten motorvarmer ved 22°C	0,92	0,16	0,12	1,13
Uten motorvarmer ved -2°C	3,57	0,48	0,22	1,22
Med motorvarmer ved -2°C	0,65	0,17	0,24	1,18

* Three Way Catalyst

Kilde: Laveskog (1992).

Resultater

Vi finner at den vektete andelen som brukte motorvarmer hjemme er 37 prosent, mens den vektete andelen som brukte motorvarmer på jobb/skole er 7 prosent. En motorvarmer øker temperaturen på motoren med ca. 40°C. Dette gir oss en gjennomsnittlig økning av motortemperaturen ved start på 14,8° C og 2,8° C som følge av bruk av motorvarmer, henholdsvis hjemme og på jobb/skole.

Vedlegg 5. Utslippstall 1973-1997

V.5.1. Utslipp 1973

Tabell v.27. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1973. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	14 188	1 457	4 578	4 475	661	523 429	46 222	2 047	1 965	53 999	2 022	81	24	449	2 301
B	12 852	1 026	3 210	1 024	661	514 618	28 136	450	450	51 859	1 934	66	23	199	2 261
D	1 336	432	1 369	3 450	0	8 811	18 086	1 597	1 515	2 141	88	15	2	250	40
BM1	10 661	831	2 601	830	536	418 666	22 509	387	387	39 406	1 566	55	19	160	1 921
BN1	1 250	135	422	135	87	65 700	3 669	57	57	5 458	199	8	2	27	269
BHL	296	45	141	45	29	19 808	1 887	4	4	2 175	89	1	0	11	70
BHB	4	1	2	1	0	315	25	0	0	33	1	0	0	0	1
DM1	146	14	43	109	0	174	129	62	59	49	2	2	0	5	1
DN1	26	4	11	28	0	59	41	20	19	18	1	1	0	1	0
DHLL	336	81	255	644	0	2 194	2 853	269	258	454	19	3	0	49	9
DHLM	406	130	413	1 040	0	2 683	6 015	494	468	700	29	5	0	85	14
DHLH	184	93	294	742	0	2 096	4 056	363	340	479	20	2	0	58	9
DHB	238	111	352	887	0	1 604	4 992	390	372	441	18	3	0	52	7
MOP	511	10	30	10	6	6 737	26	1	1	3 470	56	1	1	.	.
MC	130	5	14	5	3	3 392	20	1	1	1 316	22	0	0	.	.

Tabell v.28. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1973. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	14 188	1 457	4 578	4 475	661	523 429	46 222	2 047	1 965	53 999	2 022	81	24	449	2 301
Bensin															
By 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By 40-50	3 715	365	1 142	365	235	147 752	6 546	137	137	12 528	536	17	7	73	872
Land 60-70	2 537	163	511	163	105	58 158	5 836	93	93	4 630	202	14	5	38	447
Land 80	4 991	323	1 011	323	208	100 750	13 135	183	183	7 485	338	28	9	74	790
Motorvei	968	65	203	65	42	19 254	2 677	35	35	1 423	62	5	2	14	151
Moped/MC	641	14	43	14	9	10 129	47	2	2	4 553	79	1	1	.	.
Kaldstart	.	87	273	87	56	178 576	-105	0	0	12 646	717	0	0	0	0
Fordampn.	.	9	27	9	6	0	0	0	0	8 592	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By 40-50	346	146	461	1 163	0	3 997	8 113	730	695	1 039	43	4	1	84	15
Land 60-70	267	77	243	612	0	1 409	2 904	254	239	331	14	3	0	42	7
Land 80	596	168	533	1 344	0	2 801	5 817	501	473	632	26	7	1	97	16
Motorvei	127	41	129	325	0	585	1 251	102	97	126	5	1	0	26	3
Kaldstart	.	1	2	6	0	20	1	11	11	13	0	0	0	0	0

Tabell v.29. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1973. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km.

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,086	0,269	0,086	0,05540	43,286	2,327	0,040	0,040	4,074	0,162	0,006	0,0020	0,017	0,199
BN1	0,119	0,372	0,119	0,07669	57,943	3,235	0,050	0,050	4,814	0,176	0,007	0,0020	0,024	0,237
BHL	0,167	0,524	0,167	0,10795	73,751	7,026	0,017	0,017	8,098	0,332	0,005	0,0005	0,042	0,261
BHB	0,170	0,531	0,169	0,10931	84,055	6,666	0,017	0,017	8,893	0,336	0,005	0,0005	0,045	0,261
DM1	0,054	0,170	0,430	0,00001	0,688	0,509	0,245	0,234	0,194	0,006	0,007	0,0010	0,021	0,005
DN1	0,080	0,252	0,636	0,00001	1,326	0,914	0,443	0,423	0,394	0,013	0,013	0,0010	0,020	0,010
DHLL	0,138	0,439	1,106	0,00002	3,770	4,902	0,462	0,443	0,780	0,032	0,006	0,0004	0,084	0,015
DHLM	0,185	0,588	1,482	0,00002	3,823	8,569	0,704	0,666	0,997	0,041	0,006	0,0005	0,121	0,020
DHLH	0,292	0,925	2,332	0,00004	6,586	12,744	1,141	1,069	1,506	0,063	0,007	0,0009	0,184	0,028
DHB	0,269	0,854	2,152	0,00003	3,892	12,113	0,945	0,902	1,069	0,044	0,007	0,0008	0,125	0,017
MOP	0,019	0,059	0,019	0,01207	13,189	0,052	0,003	0,003	6,794	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,035	0,109	0,035	0,02241	26,000	0,157	0,005	0,005	10,088	0,171	0,002	0,0020	.	.

V.5.2. Utslipp 1980

Tabell v.30. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1980. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	19 637	1 862	5 849	4 846	554	642 264	60 264	2 698	2 590	66 435	2 515	115	35	588	2 882
B	17 213	1 328	4 157	1 327	554	631 271	38 548	658	658	63 787	2 407	95	33	279	2 832
D	2 424	534	1 692	3 519	0	10 993	21 716	2 040	1 932	2 648	108	20	2	308	50
BM1	15 586	1 182	3 699	1 181	493	562 504	34 399	604	604	54 977	2 147	86	30	250	2 581
BN1	1 033	112	352	112	47	51 177	3 127	50	50	4 381	157	7	2	24	216
BHL	144	23	73	23	10	10 159	975	2	2	1 126	46	1	0	6	36
BHB	1	0	1	0	0	110	9	0	0	12	0	0	0	0	0
DM1	410	27	85	176	0	349	237	131	125	106	3	3	0	11	2
DN1	135	13	41	86	0	220	145	76	72	70	2	2	0	3	2
DHLL	464	76	242	503	0	2 082	2 697	255	245	429	18	3	0	46	8
DHLM	503	111	352	732	0	2 292	5 108	422	400	593	25	4	0	73	12
DHLH	572	198	629	1 308	0	4 488	8 630	778	729	1 017	42	5	1	125	19
DHB	339	108	343	714	0	1 561	4 900	379	361	434	18	3	0	50	7
MOP	344	7	20	6	3	4 541	18	1	1	2 398	38	0	0	.	.
MC	105	4	12	4	2	2 780	20	1	1	893	19	0	0	.	.

Tabell v.31. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1980. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	19 637	1 862	5 849	4 846	554	642 264	60 264	2 698	2 590	66 435	2 515	115	35	588	2 882
Bensin															
By 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By 40-50	5 115	485	1 518	485	202	177 625	8 938	201	201	15 642	672	25	10	103	1 079
Land 60-70	3 486	211	662	211	88	69 191	7 953	136	136	6 047	280	21	7	53	555
Land 80	6 840	416	1 303	416	173	127 102	18 326	268	268	9 726	462	41	13	103	1 008
Motorvei	1 324	80	252	80	34	26 487	3 441	52	52	1 789	82	8	3	20	191
Moped/MC	449	10	31	10	4	7 321	38	1	1	3 075	57	1	1	.	.
Kaldstart	.	113	353	113	47	223 545	-147	0	0	15 541	855	0	0	0	0
Fordampn.	.	12	37	12	5	0	0	0	0	11 967	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By 40-50	640	181	575	1 197	0	4 993	9 728	921	874	1 275	53	5	1	106	18
Land 60-70	487	95	302	628	0	1 769	3 527	325	306	411	17	4	0	52	9
Land 80	1 072	206	652	1 357	0	3 449	6 974	630	594	765	32	9	1	120	20
Motorvei	226	49	155	323	0	714	1 483	127	121	150	6	2	0	31	4
Kaldstart	.	2	7	15	0	67	5	37	37	46	0	0	0	0	0

Tabell v.32. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1980. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,078	0,245	0,078	0,03263	37,254	2,278	0,040	0,040	3,641	0,142	0,006	0,0020	0,017	0,171
BN1	0,112	0,352	0,112	0,04687	51,146	3,125	0,050	0,050	4,379	0,157	0,007	0,0020	0,024	0,215
BHL	0,167	0,522	0,167	0,06956	72,869	6,992	0,017	0,017	8,080	0,328	0,005	0,0005	0,041	0,255
BHB	0,168	0,527	0,168	0,07018	80,088	6,747	0,017	0,017	8,637	0,331	0,005	0,0005	0,044	0,256
DM1	0,055	0,174	0,362	0,00001	0,717	0,485	0,268	0,257	0,217	0,006	0,007	0,0010	0,022	0,005
DN1	0,081	0,257	0,534	0,00001	1,376	0,906	0,472	0,453	0,434	0,013	0,013	0,0010	0,020	0,010
DHLL	0,138	0,439	0,913	0,00002	3,776	4,893	0,463	0,444	0,777	0,032	0,006	0,0004	0,084	0,015
DHLM	0,186	0,588	1,224	0,00002	3,833	8,542	0,706	0,668	0,992	0,041	0,006	0,0005	0,121	0,020
DHLH	0,292	0,926	1,925	0,00004	6,605	12,702	1,145	1,073	1,497	0,062	0,007	0,0009	0,184	0,028
DHB	0,269	0,852	1,773	0,00003	3,877	12,167	0,941	0,897	1,078	0,045	0,007	0,0008	0,124	0,017
MOP	0,019	0,059	0,019	0,00787	13,189	0,052	0,003	0,003	6,965	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,036	0,113	0,036	0,01500	26,553	0,191	0,005	0,005	8,525	0,178	0,002	0,0020	.	.

V.5.3. Utslipp 1986

Tabell v.33. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1986. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	26 945	2 415	7 590	4 584	256	635 119	78 685	3 891	3 728	78 657	2 919	176	50	798	3 170
B	23 071	1 632	5 107	1 141	255	619 850	50 997	805	805	75 032	2 774	133	45	377	3 095
D	3 874	783	2 483	3 443	0	15 270	27 688	3 086	2 923	3 625	145	43	4	421	74
BM1	20 679	1 428	4 471	999	224	555 911	45 845	733	733	64 621	2 465	119	41	334	2 806
BN1	1 688	173	541	121	27	47 029	4 401	69	69	5 498	199	13	3	40	267
BHL	85	14	43	10	2	5 971	595	1	1	700	27	0	0	3	19
BHB	12	2	6	1	0	674	94	0	0	98	4	0	0	0	2
DM1	877	61	192	266	0	788	538	287	276	235	7	8	1	25	5
DN1	939	96	305	423	0	1 642	1 221	518	497	476	17	18	1	22	12
DHLL	399	70	220	306	0	1 835	2 350	225	215	371	15	3	0	43	7
DHLM	282	66	210	291	0	1 340	2 836	248	234	320	13	2	0	44	7
DHLH	982	358	1 134	1 572	0	7 807	14 997	1 355	1 269	1 731	72	8	1	226	35
DHB	396	133	422	585	0	1 857	5 745	453	431	492	20	4	0	61	9
MOP	446	8	26	6	1	5 886	23	1	1	3 098	49	0	0	.	.
MC	160	6	19	4	1	4 380	39	1	1	1 018	30	0	0	.	.

Tabell v.34. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1986. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	26 945	2 415	7 590	4 584	256	635 119	78 685	3 891	3 728	78 657	2 919	176	50	798	3 170
Bensin															
By 30	50	6	17	4	1	1 633	91	2	2	167	8	0	0	1	11
By 40-50	5 256	468	1 465	327	73	143 032	9 201	188	188	14 550	637	27	10	109	943
Land 60-70	5 137	294	919	205	46	71 423	11 003	184	184	7 771	375	32	10	81	675
Land 80	10 073	585	1 830	409	92	129 220	25 812	360	360	12 113	573	62	20	156	1 218
Motorvei	1 948	112	352	79	18	27 659	5 022	70	70	2 192	103	12	4	30	248
Moped/MC	606	14	44	10	2	10 266	62	2	2	3 839	79	1	1	.	.
Kaldstart	.	138	431	96	22	236 617	-193	0	0	19 000	999	0	0	0	0
Fordampn.	.	15	48	11	2	0	0	0	0	15 400	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	7	2	6	8	0	69	115	13	13	20	1	0	0	1	0
By 40-50	824	210	667	925	0	5 487	9 957	1 065	1 008	1 367	56	9	1	116	21
Land 60-70	855	156	495	686	0	2 858	5 223	572	539	666	28	9	1	78	15
Land 80	1 815	331	1 048	1 453	0	5 473	10 227	1 085	1 022	1 163	48	20	2	182	33
Motorvei	373	76	242	335	0	1 112	2 145	216	206	223	9	4	0	44	6
Kaldstart	.	8	26	36	0	270	21	135	135	185	3	0	0	0	0

Tabell v.35. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1986. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,069	0,217	0,048	0,01084	26,947	2,222	0,036	0,036	3,132	0,119	0,006	0,0020	0,016	0,136
BN1	0,103	0,321	0,072	0,01608	27,925	2,614	0,041	0,041	3,265	0,118	0,008	0,0020	0,024	0,159
BHL	0,163	0,509	0,114	0,02545	70,164	6,994	0,016	0,016	8,229	0,319	0,005	0,0005	0,039	0,226
BHB	0,160	0,500	0,112	0,02501	57,024	7,929	0,016	0,016	8,292	0,356	0,006	0,0005	0,036	0,201
DM1	0,054	0,170	0,236	0,00001	0,700	0,478	0,255	0,245	0,208	0,006	0,007	0,0010	0,022	0,004
DN1	0,080	0,253	0,351	0,00001	1,362	1,012	0,430	0,412	0,395	0,014	0,015	0,0010	0,018	0,010
DHLL	0,136	0,431	0,597	0,00002	3,582	4,588	0,439	0,421	0,724	0,030	0,006	0,0004	0,084	0,014
DHLM	0,183	0,581	0,806	0,00002	3,704	7,840	0,686	0,648	0,885	0,037	0,006	0,0005	0,123	0,019
DHLH	0,284	0,899	1,247	0,00003	6,193	11,897	1,075	1,007	1,373	0,057	0,007	0,0008	0,179	0,028
DHB	0,262	0,830	1,150	0,00003	3,654	11,303	0,890	0,849	0,968	0,040	0,007	0,0008	0,121	0,017
MOP	0,019	0,059	0,013	0,00295	13,189	0,052	0,003	0,003	6,941	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,038	0,119	0,027	0,00594	27,359	0,242	0,006	0,006	6,357	0,188	0,002	0,0020	.	.

V.5.4. Utslipp 1987

Tabell v.36. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1987. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	28 510	2 535	7 969	4 886	261	631 830	82 044	4 144	3 968	81 212	3 013	187	52	848	3 251
B	24 354	1 693	5 300	1 184	261	615 393	52 514	801	801	77 285	2 857	140	48	398	3 171
D	4 156	842	2 669	3 701	0	16 436	29 530	3 343	3 168	3 927	157	46	5	450	80
BM1	21 738	1 470	4 600	1 028	227	549 050	46 936	725	725	66 348	2 523	125	43	350	2 857
BN1	1 899	193	603	135	30	49 467	4 784	72	72	5 994	220	14	4	44	292
BHL	88	14	44	10	2	5 658	629	1	1	699	28	0	0	3	19
BHB	12	2	6	1	0	658	100	0	0	102	4	0	0	0	2
DM1	868	61	192	266	0	788	511	295	282	239	7	7	1	25	5
DN1	1 108	115	364	504	0	1 955	1 424	627	601	573	20	21	1	27	14
DHLL	453	80	253	350	0	2 101	2 699	257	247	426	18	3	0	49	8
DHLM	272	65	205	284	0	1 301	2 774	241	228	314	13	2	0	43	7
DHLH	1 038	381	1 209	1 677	0	8 321	16 026	1 443	1 353	1 852	77	9	1	241	37
DHB	416	141	447	620	0	1 970	6 097	480	458	522	22	4	0	65	9
MOP	448	8	26	6	1	5 902	23	1	1	3 106	49	0	0	.	.
MC	170	6	20	5	1	4 658	42	1	1	1 036	32	0	0	.	.

Tabell v.37. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1987. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	28 510	2 535	7 969	4 886	261	631 830	82 044	4 144	3 968	81 212	3 013	187	52	848	3 251
Bensin															
By 30	53	6	18	4	1	1 632	95	2	2	173	8	0	0	1	11
By 40-50	5 554	484	1 514	338	75	142 605	9 609	187	187	14 912	661	28	11	115	968
Land 60-70	5 428	304	953	213	47	69 921	11 330	183	183	7 931	384	33	11	86	692
Land 80	10 643	609	1 906	426	94	126 711	26 410	358	358	12 322	586	65	21	164	1 244
Motorvei	2 059	117	366	82	18	26 723	5 211	69	69	2 218	105	13	4	32	255
Moped/MC	617	15	46	10	2	10 560	65	2	2	3 859	81	1	1	.	.
Kaldstart	.	143	446	100	22	237 240	-207	0	0	19 835	1 031	0	0	0	0
Fordampn.	.	16	50	11	2	0	0	0	0	16 036	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	7	2	6	9	0	75	122	15	14	22	1	0	0	1	0
By 40-50	885	226	716	992	0	5 880	10 612	1 143	1 082	1 472	60	10	1	124	22
Land 60-70	918	168	532	738	0	3 078	5 571	621	586	723	30	10	1	83	16
Land 80	1 946	356	1 127	1 563	0	5 904	10 913	1 178	1 110	1 258	52	22	2	194	35
Motorvei	400	82	260	360	0	1 199	2 288	234	224	241	10	4	0	47	7
Kaldstart	.	9	29	40	0	301	23	153	153	211	3	0	0	0	0

Tabell v.38. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1987. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,068	0,213	0,048	0,01049	25,389	2,170	0,034	0,034	3,068	0,117	0,006	0,0020	0,016	0,132
BN1	0,102	0,319	0,071	0,01574	26,187	2,533	0,038	0,038	3,173	0,116	0,008	0,0020	0,024	0,155
BHL	0,161	0,504	0,113	0,02485	64,640	7,181	0,016	0,016	7,980	0,318	0,006	0,0005	0,037	0,218
BHB	0,159	0,498	0,111	0,02454	53,675	8,163	0,016	0,016	8,284	0,365	0,007	0,0005	0,035	0,196
DM1	0,054	0,171	0,237	0,00001	0,701	0,455	0,262	0,251	0,213	0,007	0,007	0,0010	0,023	0,004
DN1	0,080	0,253	0,351	0,00001	1,362	0,992	0,437	0,418	0,399	0,014	0,014	0,0010	0,019	0,010
DHLL	0,136	0,430	0,597	0,00002	3,577	4,595	0,438	0,420	0,726	0,030	0,006	0,0004	0,084	0,014
DHLM	0,183	0,580	0,805	0,00002	3,692	7,870	0,683	0,646	0,891	0,037	0,006	0,0005	0,122	0,019
DHLH	0,284	0,899	1,247	0,00003	6,186	11,914	1,073	1,006	1,377	0,057	0,007	0,0008	0,179	0,028
DHB	0,262	0,830	1,150	0,00003	3,653	11,306	0,890	0,848	0,968	0,040	0,007	0,0008	0,121	0,017
MOP	0,019	0,059	0,013	0,00291	13,189	0,052	0,003	0,003	6,941	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,038	0,119	0,027	0,00589	27,459	0,248	0,006	0,006	6,108	0,189	0,002	0,0020	.	.

V.5.5. Utslipp 1989

Tabell v.39. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1989. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 197	2 519	7 916	3 746	254	616 762	78 854	4 040	3 871	81 652	3 076	198	105	826	3 182
B	24 803	1 719	5 381	1 030	254	601 177	51 572	773	773	77 895	2 924	154	100	402	3 105
D	4 393	800	2 535	2 716	0	15 585	27 282	3 267	3 098	3 757	152	44	4	424	76
BM1	22 019	1 478	4 627	886	218	533 192	45 734	696	696	66 511	2 566	137	95	350	2 775
BN1	2 067	211	661	127	31	52 158	5 059	73	73	6 526	245	16	4	49	312
BHL	79	13	39	8	2	4 397	603	1	1	610	26	0	0	3	16
BHB	12	2	6	1	0	595	108	0	0	104	5	0	0	0	2
DM1	874	56	178	191	0	740	426	290	279	235	7	6	1	25	5
DN1	1 312	125	397	425	0	2 149	1 451	729	698	668	26	21	2	31	16
DHLL	481	77	245	263	0	2 040	2 615	250	240	413	17	3	0	48	8
DHLM	241	52	166	177	0	1 054	2 246	195	184	254	11	2	0	35	5
DHLH	1 041	350	1 111	1 190	0	7 673	14 585	1 333	1 249	1 676	70	8	1	222	34
DHB	445	138	438	469	0	1 928	5 960	470	448	510	21	4	0	64	9
MOP	447	8	26	5	1	5 893	23	1	1	3 095	49	0	0	.	.
MC	179	7	22	4	1	4 942	46	1	1	1 048	34	0	0	.	.

Tabell v.40. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1989. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 197	2 519	7 916	3 746	254	616 762	78 854	4 040	3 871	81 652	3 076	198	105	826	3 182
Bensin															
By 30	54	6	18	3	1	1 592	95	2	2	174	9	0	0	1	11
By 40-50	5 657	489	1 532	293	72	139 271	9 540	180	180	14 918	671	31	20	117	951
Land 60-70	5 529	309	967	185	46	66 388	11 096	176	176	7 873	385	36	24	87	677
Land 80	10 840	621	1 942	372	92	119 706	25 788	346	346	12 153	580	71	46	165	1 214
Motorvei	2 097	119	374	72	18	24 913	5 149	67	67	2 178	104	14	9	32	252
Moped/MC	626	15	47	9	2	10 835	69	2	2	3 854	83	1	1	.	.
Kaldstart	.	144	451	86	21	238 473	-164	0	0	20 758	1 093	0	0	0	0
Fordampn.	.	16	50	10	2	0	0	0	0	15 987	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	8	2	6	6	0	70	113	14	13	21	1	0	0	1	0
By 40-50	939	214	677	726	0	5 518	9 790	1 090	1 032	1 377	56	9	1	117	21
Land 60-70	972	159	504	540	0	2 914	5 144	605	571	689	29	10	1	79	15
Land 80	2 054	337	1 069	1 145	0	5 599	10 093	1 146	1 081	1 188	49	21	2	183	34
Motorvei	421	77	245	263	0	1 134	2 117	228	218	227	9	4	0	44	6
Kaldstart	.	10	33	35	0	350	25	184	184	255	7	0	0	0	0

Tabell v.41. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1989. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,067	0,209	0,040	0,00987	24,100	2,067	0,031	0,031	3,006	0,116	0,006	0,0043	0,016	0,125
BN1	0,102	0,318	0,061	0,01502	25,114	2,436	0,035	0,035	3,143	0,118	0,008	0,0020	0,024	0,150
BHL	0,159	0,497	0,095	0,02346	55,599	7,619	0,016	0,016	7,716	0,327	0,006	0,0005	0,035	0,204
BHB	0,158	0,495	0,095	0,02336	48,066	8,706	0,016	0,016	8,433	0,392	0,007	0,0004	0,034	0,187
DM1	0,054	0,172	0,185	0,00001	0,714	0,412	0,280	0,269	0,227	0,007	0,006	0,0010	0,024	0,004
DN1	0,081	0,255	0,274	0,00001	1,383	0,933	0,469	0,449	0,430	0,017	0,013	0,0010	0,020	0,010
DHLL	0,136	0,430	0,461	0,00002	3,581	4,590	0,438	0,420	0,725	0,030	0,006	0,0004	0,084	0,014
DHLM	0,183	0,580	0,622	0,00002	3,693	7,867	0,684	0,646	0,890	0,037	0,006	0,0005	0,122	0,019
DHLH	0,284	0,901	0,965	0,00003	6,223	11,828	1,081	1,013	1,359	0,056	0,007	0,0008	0,180	0,028
DHB	0,262	0,830	0,889	0,00003	3,655	11,298	0,891	0,849	0,967	0,040	0,007	0,0008	0,121	0,017
MOP	0,019	0,059	0,011	0,00278	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,038	0,120	0,023	0,00569	27,574	0,255	0,006	0,006	5,846	0,190	0,002	0,0020	.	.

V.5.6. Utslipp 1990

Tabell v.42. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1990. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 419	2 512	7 893	3 556	210	598 107	75 647	4 020	3 852	79 445	3 039	235	217	805	3 059
B	24 905	1 722	5 391	1 032	210	582 759	49 348	746	746	75 739	2 890	190	212	390	2 984
D	4 514	789	2 502	2 524	0	15 348	26 300	3 274	3 106	3 706	149	45	4	415	76
BM1	22 080	1 477	4 622	885	180	514 672	43 474	669	669	64 321	2 525	173	207	336	2 649
BN1	2 115	217	679	130	26	52 795	5 121	74	74	6 667	252	16	4	50	317
BHL	73	12	37	7	1	3 853	578	1	1	566	25	0	0	3	15
BHB	12	2	6	1	0	528	104	0	0	98	5	0	0	0	2
DM1	943	60	191	192	0	792	443	315	302	255	8	6	1	27	5
DN1	1 413	134	424	427	0	2 297	1 517	790	757	723	28	22	2	33	17
DHLL	492	78	248	250	0	2 066	2 643	253	243	417	17	3	0	48	8
DHLM	224	48	152	153	0	969	2 059	180	170	233	10	2	0	32	5
DHLH	1 001	334	1 059	1 068	0	7 335	13 803	1 276	1 196	1 579	66	8	1	213	32
DHB	441	135	429	432	0	1 888	5 835	460	439	500	21	4	0	62	9
MOP	441	8	26	5	1	5 823	23	1	1	3 058	49	0	0	.	.
MC	184	7	22	4	1	5 088	48	1	1	1 028	35	0	0	.	.

Tabell v.43. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1990. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 419	2 512	7 893	3 556	210	598 107	75 647	4 020	3 852	79 445	3 039	235	217	805	3 059
Bensin															
By 30	55	6	18	3	1	1 542	91	2	2	170	8	0	0	1	11
By 40-50	5 682	491	1 535	294	60	135 079	9 126	173	173	14 478	657	39	40	115	913
Land 60-70	5 552	310	971	186	38	63 811	10 584	170	170	7 622	375	45	51	84	650
Land 80	10 886	622	1 948	373	76	114 514	24 622	334	334	11 729	562	88	100	159	1 167
Motorvei	2 105	120	375	72	15	23 766	4 921	65	65	2 102	100	17	19	31	243
Moped/MC	625	15	47	9	2	10 911	71	2	2	3 797	84	1	1	.	.
Kaldstart	.	143	447	86	17	233 137	-67	0	0	20 395	1 103	0	0	0	0
Fordampn.	.	15	48	9	2	0	0	0	0	15 446	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	8	2	6	6	0	69	109	14	13	20	1	0	0	1	0
By 40-50	970	210	667	673	0	5 392	9 418	1 077	1 020	1 340	55	10	1	114	21
Land 60-70	1 000	157	498	502	0	2 872	4 961	606	572	681	28	10	1	78	15
Land 80	2 105	333	1 055	1 064	0	5 521	9 743	1 147	1 083	1 165	48	21	2	180	33
Motorvei	430	76	242	244	0	1 117	2 043	228	218	222	9	4	0	43	6
Kaldstart	.	11	35	35	0	377	26	201	201	278	8	0	0	0	0

Tabell v.44. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1990. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,066	0,207	0,040	0,00806	23,094	1,951	0,030	0,030	2,886	0,113	0,008	0,0093	0,015	0,119
BN1	0,102	0,318	0,061	0,01236	24,728	2,398	0,034	0,034	3,123	0,118	0,008	0,0020	0,024	0,149
BHL	0,158	0,495	0,095	0,01924	52,200	7,831	0,016	0,016	7,669	0,334	0,006	0,0005	0,035	0,198
BHB	0,158	0,493	0,094	0,01917	45,128	8,889	0,016	0,016	8,371	0,398	0,007	0,0004	0,033	0,183
DM1	0,054	0,173	0,174	0,00001	0,716	0,401	0,285	0,273	0,230	0,007	0,006	0,0010	0,024	0,004
DN1	0,081	0,256	0,258	0,00001	1,386	0,915	0,477	0,457	0,437	0,017	0,013	0,0010	0,020	0,010
DHLL	0,136	0,431	0,434	0,00002	3,585	4,584	0,439	0,421	0,723	0,030	0,006	0,0004	0,084	0,014
DHLM	0,183	0,581	0,586	0,00002	3,698	7,854	0,685	0,647	0,888	0,037	0,006	0,0005	0,122	0,019
DHLH	0,285	0,902	0,910	0,00003	6,251	11,764	1,088	1,019	1,346	0,056	0,007	0,0008	0,181	0,028
DHB	0,262	0,830	0,837	0,00003	3,656	11,296	0,891	0,849	0,967	0,040	0,007	0,0008	0,121	0,017
MOP	0,019	0,059	0,011	0,00229	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,039	0,121	0,023	0,00471	27,670	0,261	0,006	0,006	5,593	0,191	0,002	0,0020	.	.

V.5.7. Utslipp 1991

Tabell v.45. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1991. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 089	2 475	7 779	3 246	170	562 130	72 433	4 031	3 860	75 680	2 910	276	307	788	2 864
B	24 520	1 673	5 236	1 003	170	546 568	45 919	696	696	71 934	2 761	230	302	367	2 787
D	4 570	802	2 543	2 244	0	15 562	26 514	3 335	3 164	3 746	149	46	5	421	77
BM1	21 728	1 432	4 482	858	145	480 600	40 258	622	622	60 753	2 403	213	297	315	2 463
BN1	2 091	213	667	128	22	51 192	4 955	70	70	6 547	247	16	4	49	309
BHL	66	10	33	6	1	3 339	534	1	1	515	23	0	0	2	13
BHB	11	2	5	1	0	474	100	0	0	92	4	0	0	0	2
DM1	975	63	198	175	0	810	452	322	309	260	8	7	1	28	5
DN1	1 446	138	438	387	0	2 372	1 553	821	786	747	28	22	2	35	17
DHLL	496	80	253	224	0	2 111	2 694	259	248	425	18	3	0	49	8
DHLM	207	45	142	126	0	908	1 924	168	159	217	9	2	0	30	5
DHLH	996	337	1 067	942	0	7 412	13 836	1 291	1 210	1 577	65	8	1	215	33
DHB	450	140	443	391	0	1 948	6 054	474	452	519	22	4	0	64	9
MOP	435	8	26	5	1	5 738	22	1	1	3 013	48	0	0	.	.
MC	188	7	23	4	1	5 226	50	1	1	1 014	36	0	0	.	.

Tabell v.46. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1991. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 089	2 475	7 779	3 246	170	562 130	72 433	4 031	3 860	75 680	2 910	276	307	788	2 864
Bensin															
By 30	54	6	17	3	1	1 446	85	2	2	160	8	0	1	1	10
By 40-50	5 592	476	1 490	285	48	126 894	8 501	161	161	13 623	624	48	56	110	853
Land 60-70	5 465	301	943	181	31	59 415	9 820	158	158	7 159	354	54	74	78	607
Land 80	10 714	605	1 893	362	61	106 240	22 839	312	312	10 989	529	106	144	149	1 091
Motorvei	2 072	117	365	70	12	21 916	4 576	60	60	1 968	95	20	28	29	227
Moped/MC	623	15	48	9	2	10 964	73	2	2	3 739	84	1	1	.	.
Kaldstart	.	138	432	83	14	219 693	25	0	0	19 348	1 066	0	0	0	0
Fordampn.	.	15	47	9	2	0	0	0	0	14 948	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	8	2	6	5	0	70	109	14	13	21	1	0	0	1	0
By 40-50	983	214	678	598	0	5 465	9 492	1 095	1 037	1 352	55	10	1	116	21
Land 60-70	1 013	160	507	447	0	2 913	4 999	618	584	690	29	10	1	79	15
Land 80	2 130	338	1 072	945	0	5 602	9 826	1 170	1 104	1 177	49	22	2	182	34
Motorvei	435	77	245	216	0	1 132	2 061	233	222	224	9	4	0	44	6
Kaldstart	.	11	36	32	0	381	27	204	204	282	6	0	0	0	0

Tabell v.47. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1991. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Drivstoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Benzen
BM1	0,066	0,206	0,039	0,00666	22,053	1,847	0,029	0,029	2,788	0,110	0,010	0,0136	0,014	0,113
BN1	0,102	0,318	0,061	0,01030	24,407	2,362	0,033	0,033	3,122	0,118	0,008	0,0020	0,024	0,147
BHL	0,158	0,494	0,095	0,01600	50,237	8,039	0,016	0,016	7,750	0,345	0,006	0,0005	0,034	0,195
BHB	0,157	0,491	0,094	0,01592	42,694	8,990	0,016	0,016	8,253	0,398	0,007	0,0004	0,033	0,180
DM1	0,054	0,171	0,151	0,00001	0,700	0,391	0,278	0,267	0,225	0,007	0,006	0,0010	0,024	0,004
DN1	0,081	0,256	0,226	0,00001	1,383	0,906	0,478	0,459	0,436	0,016	0,013	0,0010	0,020	0,010
DHLL	0,136	0,431	0,380	0,00002	3,588	4,580	0,440	0,422	0,722	0,030	0,006	0,0004	0,084	0,014
DHLM	0,183	0,581	0,513	0,00002	3,703	7,843	0,686	0,648	0,885	0,037	0,006	0,0005	0,123	0,019
DHLH	0,285	0,904	0,797	0,00003	6,274	11,711	1,093	1,024	1,335	0,055	0,007	0,0008	0,182	0,028
DHB	0,262	0,829	0,732	0,00003	3,646	11,330	0,888	0,846	0,972	0,040	0,007	0,0008	0,120	0,017
MOP	0,019	0,059	0,011	0,00191	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,039	0,122	0,023	0,00395	27,749	0,266	0,006	0,006	5,384	0,192	0,002	0,0020	.	.

V.5.8. Utslipp 1992

Tabell v.48. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1992. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 114	2 524	7 936	3 293	139	555 051	71 445	4 331	4 143	74 984	2 930	327	357	817	2 710
B	24 130	1 633	5 111	979	139	537 936	42 468	646	646	70 874	2 766	275	352	350	2 626
D	4 984	891	2 825	2 315	0	17 115	28 977	3 686	3 497	4 110	163	52	5	466	84
BM1	21 389	1 397	4 371	837	119	471 716	37 195	577	577	59 813	2 405	257	343	301	2 319
BN1	2 044	209	653	125	18	51 579	4 573	65	65	6 489	249	16	8	47	293
BHL	64	10	32	6	1	3 131	526	1	1	503	23	0	0	2	12
BHB	11	2	5	1	0	437	99	0	0	89	4	0	0	0	2
DM1	1 113	73	233	191	0	927	498	370	355	297	9	8	1	34	6
DN1	1 617	161	509	417	0	2 645	1 759	918	879	833	31	26	2	40	19
DHLL	530	89	282	231	0	2 355	2 998	289	277	472	20	4	0	55	9
DHLM	203	46	146	119	0	928	1 962	172	162	221	9	2	0	31	5
DHLH	1 042	368	1 165	955	0	8 107	15 022	1 413	1 325	1 707	71	9	1	236	35
DHB	479	155	491	402	0	2 153	6 738	524	499	580	24	4	0	71	10
MOP	426	8	25	5	1	5 625	22	1	1	2 954	47	0	0	.	.
MC	196	8	24	5	1	5 449	53	1	1	1 026	38	0	0	.	.

Tabell v.49. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1992. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 114	2 524	7 936	3 293	139	555 051	71 445	4 331	4 143	74 984	2 930	327	357	817	2 710
Bensin															
By 30	53	5	17	3	0	1 422	79	1	1	159	8	1	1	1	10
By 40-50	5 501	464	1 452	278	39	124 993	7 906	149	149	13 387	621	58	64	105	803
Land 60-70	5 376	294	920	176	25	57 553	9 064	146	146	7 018	350	64	86	75	571
Land 80	10 540	591	1 849	354	50	102 592	21 003	290	290	10 744	520	126	168	142	1 027
Motorvei	2 038	114	357	68	10	20 832	4 240	56	56	1 919	93	24	32	27	215
Moped/MC	622	15	48	9	1	11 073	75	2	2	3 692	85	1	1	.	.
Kaldstart	.	135	422	81	11	219 470	101	0	0	19 513	1 089	0	0	0	0
Fordampn.	.	14	45	9	1	0	0	0	0	14 441	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	9	2	7	6	0	77	119	16	15	23	1	0	0	1	0
By 40-50	1 076	237	752	616	0	6 022	10 366	1 209	1 145	1 485	61	11	1	128	23
Land 60-70	1 106	178	564	462	0	3 202	5 463	687	648	759	32	11	1	87	17
Land 80	2 320	375	1 190	975	0	6 157	10 745	1 294	1 221	1 293	53	25	2	202	37
Motorvei	473	86	272	223	0	1 242	2 253	258	246	246	10	5	0	48	7
Kaldstart	.	13	40	33	0	415	30	222	222	305	7	0	0	0	0

Tabell v.50. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1992. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Drivstoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Benzen
BM1	0,065	0,205	0,039	0,00557	22,093	1,742	0,027	0,027	2,801	0,113	0,012	0,0161	0,014	0,109
BN1	0,102	0,320	0,061	0,00871	25,281	2,242	0,032	0,032	3,181	0,122	0,008	0,0039	0,023	0,144
BHL	0,158	0,494	0,095	0,01342	48,958	8,222	0,016	0,016	7,864	0,355	0,007	0,0005	0,034	0,192
BHB	0,157	0,490	0,094	0,01333	40,617	9,167	0,016	0,016	8,263	0,406	0,007	0,0004	0,032	0,178
DM1	0,053	0,169	0,139	0,00001	0,674	0,362	0,269	0,258	0,216	0,007	0,006	0,0010	0,024	0,004
DN1	0,080	0,255	0,209	0,00001	1,323	0,880	0,459	0,440	0,417	0,015	0,013	0,0010	0,020	0,010
DHLL	0,136	0,431	0,353	0,00002	3,592	4,574	0,440	0,422	0,720	0,030	0,006	0,0004	0,084	0,014
DHLM	0,183	0,581	0,476	0,00002	3,706	7,834	0,687	0,649	0,884	0,037	0,006	0,0005	0,123	0,019
DHLH	0,285	0,905	0,741	0,00003	6,295	11,664	1,097	1,028	1,325	0,055	0,007	0,0008	0,183	0,028
DHB	0,261	0,828	0,679	0,00003	3,635	11,373	0,884	0,843	0,979	0,041	0,007	0,0008	0,120	0,017
MOP	0,019	0,059	0,011	0,00160	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,039	0,122	0,023	0,00332	27,804	0,270	0,006	0,006	5,237	0,193	0,002	0,0020	.	.

V.5.9. Utslipp 1993

Tabell v.51. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1993. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 439	2 674	8 413	3 277	97	536 573	73 785	4 722	4 512	72 974	2 897	415	464	871	2 602
B	24 326	1 629	5 100	978	97	517 315	40 401	614	614	68 393	2 715	353	458	336	2 507
D	5 113	1 045	3 313	2 299	0	19 258	33 384	4 108	3 897	4 582	182	63	6	535	95
BM1	21 566	1 391	4 354	835	83	451 977	35 291	549	549	57 555	2 353	331	440	288	2 210
BN1	2 057	210	656	126	13	50 352	4 341	62	62	6 274	246	20	17	45	281
BHL	70	11	34	7	1	3 263	582	1	1	547	25	0	0	2	13
BHB	12	2	6	1	0	459	109	0	0	97	5	0	0	0	2
DM1	1 186	90	284	197	0	1 083	650	407	390	325	10	11	2	40	7
DN1	1 645	190	603	418	0	2 868	2 034	981	939	880	31	31	2	48	21
DHLL	601	119	376	261	0	3 048	3 977	375	360	613	25	5	0	72	12
DHLM	216	58	183	127	0	1 145	2 426	212	201	273	11	2	0	38	6
DHLH	931	387	1 226	851	0	8 398	15 564	1 468	1 376	1 757	73	9	1	246	37
DHB	534	202	641	445	0	2 716	8 733	664	633	734	31	5	1	91	13
MOP	412	8	24	5	0	5 437	21	1	1	2 855	45	0	0	.	.
MC	209	8	26	5	0	5 828	57	1	1	1 064	40	0	0	.	.

Tabell v.52. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1993. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	29 439	2 674	8 413	3 277	97	536 573	73 785	4 722	4 512	72 974	2 897	415	464	871	2 602
Bensin															
By 30	53	5	17	3	0	1 365	75	1	1	153	8	1	1	1	9
By 40-50	5 547	463	1 449	278	28	119 987	7 522	141	141	12 853	605	76	83	103	766
Land 60-70	5 421	294	919	176	18	54 945	8 589	139	139	6 737	339	82	112	71	544
Land 80	10 628	590	1 847	354	35	97 839	19 883	277	277	10 302	503	161	219	135	982
Motorvei	2 055	114	357	68	7	19 681	4 023	53	53	1 839	89	31	42	26	206
Moped/MC	621	16	49	9	1	11 265	78	2	2	3 631	86	1	1	.	.
Kaldstart	.	134	418	80	8	212 233	230	0	0	18 961	1 086	0	0	0	0
Fordampn.	.	14	44	8	1	0	0	0	0	13 917	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	9	3	8	6	0	87	137	18	17	25	1	0	0	1	0
By 40-50	1 105	278	881	611	0	6 835	11 929	1 365	1 293	1 681	69	13	2	146	26
Land 60-70	1 135	210	664	461	0	3 597	6 272	775	732	854	36	14	1	101	19
Land 80	2 379	441	1 399	971	0	6 944	12 407	1 454	1 373	1 462	61	30	3	231	42
Motorvei	484	101	319	222	0	1 397	2 609	290	277	279	12	6	1	56	8
Kaldstart	.	13	41	29	0	397	30	206	206	281	4	0	0	0	0

Tabell v.53. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1993. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,065	0,203	0,039	0,00387	21,074	1,645	0,026	0,026	2,684	0,110	0,015	0,0205	0,013	0,103
BN1	0,102	0,321	0,061	0,00611	24,616	2,122	0,030	0,030	3,067	0,120	0,010	0,0084	0,022	0,138
BHL	0,157	0,493	0,094	0,00939	47,052	8,388	0,016	0,016	7,894	0,363	0,007	0,0005	0,033	0,189
BHB	0,156	0,489	0,094	0,00932	38,740	9,239	0,016	0,016	8,161	0,406	0,008	0,0004	0,032	0,176
DM1	0,052	0,164	0,114	0,00001	0,626	0,376	0,235	0,225	0,188	0,006	0,006	0,0010	0,023	0,004
DN1	0,079	0,251	0,174	0,00001	1,196	0,848	0,409	0,392	0,367	0,013	0,013	0,0010	0,020	0,009
DHLL	0,135	0,429	0,298	0,00002	3,477	4,537	0,428	0,410	0,699	0,029	0,006	0,0004	0,082	0,014
DHLM	0,183	0,579	0,402	0,00002	3,633	7,695	0,673	0,636	0,865	0,036	0,006	0,0005	0,121	0,019
DHLH	0,285	0,903	0,627	0,00003	6,184	11,461	1,081	1,013	1,294	0,054	0,007	0,0008	0,181	0,027
DHB	0,260	0,823	0,571	0,00003	3,486	11,211	0,852	0,812	0,942	0,039	0,007	0,0008	0,117	0,016
MOP	0,019	0,059	0,011	0,00113	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,039	0,123	0,024	0,00234	27,860	0,273	0,006	0,006	5,088	0,194	0,002	0,0020	.	.

V.5.10.

Utslipp 1994

Tabell v.54. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1994. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	30 373	2 603	8 188	2 345	16	508 243	67 461	4 230	4 044	69 199	2 802	521	599	790	2 447
B	24 602	1 624	5 084	975	16	491 598	37 945	578	578	65 153	2 645	456	592	317	2 363
D	5 771	979	3 103	1 370	0	16 645	29 516	3 651	3 465	4 046	157	65	6	473	84
BM1	21 837	1 386	4 339	832	13	428 073	33 127	517	517	54 735	2 289	429	563	272	2 081
BN1	2 073	210	657	126	2	48 687	4 085	58	58	5 999	241	26	28	43	267
BHL	64	10	31	6	0	2 900	537	1	1	500	23	0	0	2	12
BHB	12	2	6	1	0	477	113	0	0	102	5	0	0	0	2
DM1	1 446	95	300	133	0	1 121	726	401	384	325	10	12	2	41	7
DN1	2 027	206	652	288	0	2 853	2 158	961	920	882	29	34	3	51	21
DHLL	554	95	301	133	0	2 274	3 173	283	271	465	19	4	0	55	9
DHLM	213	49	157	69	0	936	2 008	173	164	224	9	2	0	31	5
DHLH	960	346	1 098	485	0	7 084	13 474	1 246	1 167	1 508	63	8	1	211	32
DHB	570	188	595	263	0	2 376	7 977	587	558	643	27	5	1	82	11
MOP	389	7	23	4	0	5 132	20	1	1	2 695	43	0	0	.	.
MC	227	9	28	5	0	6 329	63	1	1	1 122	44	0	0	.	.

Tabell v.55. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1994. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	30 373	2 603	8 188	2 345	16	508 243	67 461	4 230	4 044	69 199	2 802	521	599	790	2 447
Bensin															
By 30	54	5	17	3	0	1 286	71	1	1	145	7	1	1	1	9
By 40-50	5 613	462	1 445	277	4	113 041	7 046	132	132	12 078	578	99	106	99	720
Land 60-70	5 485	293	917	176	3	51 594	8 023	131	131	6 342	323	106	145	66	512
Land 80	10 754	589	1 842	353	6	91 808	18 563	261	261	9 688	478	208	284	126	928
Motorvei	2 080	114	357	68	1	18 281	3 760	51	51	1 728	85	40	55	24	195
Moped/MC	616	16	50	10	0	11 461	83	2	2	3 530	87	1	1	.	.
Kaldstart	.	132	415	79	1	204 128	399	0	0	18 310	1 088	0	0	0	0
Fordampn.	.	13	42	8	0	0	0	0	0	13 331	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	11	2	7	3	0	75	120	15	14	22	1	0	0	1	0
By 40-50	1 258	259	821	362	0	5 880	10 472	1 191	1 128	1 460	60	14	2	129	24
Land 60-70	1 286	197	625	276	0	3 098	5 562	691	652	751	31	15	1	90	17
Land 80	2 674	412	1 305	576	0	5 952	11 016	1 277	1 205	1 270	53	31	3	204	37
Motorvei	542	93	295	130	0	1 189	2 309	255	244	241	10	6	1	49	7
Kaldstart	.	16	50	22	0	451	36	221	221	302	3	0	0	0	0

Tabell v.56. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1994. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,064	0,201	0,039	0,00062	19,834	1,535	0,024	0,024	2,536	0,106	0,020	0,0261	0,013	0,096
BN1	0,103	0,321	0,062	0,00098	23,762	1,994	0,028	0,028	2,928	0,118	0,012	0,0137	0,021	0,130
BHL	0,157	0,492	0,094	0,00151	45,782	8,484	0,016	0,016	7,895	0,367	0,007	0,0004	0,033	0,187
BHB	0,157	0,491	0,094	0,00150	39,695	9,434	0,016	0,016	8,503	0,424	0,008	0,0004	0,032	0,176
DM1	0,051	0,162	0,072	0,00001	0,606	0,393	0,217	0,208	0,176	0,005	0,007	0,0010	0,022	0,004
DN1	0,079	0,251	0,111	0,00001	1,100	0,832	0,371	0,355	0,340	0,011	0,013	0,0010	0,020	0,008
DHLL	0,134	0,425	0,188	0,00002	3,206	4,473	0,399	0,382	0,656	0,027	0,006	0,0004	0,078	0,013
DHLM	0,181	0,574	0,254	0,00002	3,436	7,370	0,636	0,601	0,823	0,034	0,006	0,0005	0,115	0,018
DHLH	0,282	0,894	0,395	0,00003	5,767	10,968	1,014	0,950	1,227	0,051	0,007	0,0008	0,172	0,026
DHB	0,257	0,815	0,360	0,00003	3,257	10,933	0,804	0,765	0,881	0,037	0,006	0,0008	0,113	0,015
MOP	0,019	0,059	0,011	0,00018	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,039	0,123	0,024	0,00038	27,914	0,277	0,006	0,006	4,947	0,194	0,002	0,0020	.	.

V.5.11.

Utslipp 1995

Tabell v.57. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1995. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	30 606	2 684	8 445	1 899	10	474 905	66 550	4 197	4 008	65 335	2 736	651	751	793	2 261
B	24 513	1 603	5 016	385	10	457 698	34 840	530	530	61 124	2 571	577	744	291	2 173
D	6 093	1 082	3 429	1 514	0	17 207	31 710	3 668	3 478	4 211	165	74	7	502	89
BM1	21 772	1 367	4 279	328	8	396 768	30 307	474	474	51 118	2 218	542	702	250	1 914
BN1	2 032	205	643	49	1	45 234	3 696	52	52	5 529	230	33	41	39	243
BHL	77	12	37	3	0	3 349	648	1	1	593	28	1	0	2	14
BHB	10	2	5	0	0	435	99	0	0	93	5	0	0	0	2
DM1	1 481	101	319	141	0	1 170	794	399	382	324	10	14	2	44	7
DN1	2 118	225	713	315	0	2 926	2 242	907	868	859	29	39	3	55	21
DHLL	676	121	383	169	0	2 642	4 031	333	318	558	23	5	0	66	11
DHLM	220	53	169	75	0	945	2 080	175	165	231	10	2	0	32	5
DHLH	1 044	391	1 241	548	0	7 232	14 570	1 283	1 202	1 618	67	9	1	223	34
DHB	553	190	603	267	0	2 291	7 992	571	543	621	26	5	1	82	11
MOP	373	7	22	2	0	4 916	19	1	1	2 582	41	0	0	.	.
MC	250	10	31	2	0	6 997	70	1	1	1 210	49	1	1	.	.

Tabell v.58. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1995. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	30 606	2 684	8 445	1 899	10	474 905	66 550	4 197	4 008	65 335	2 736	651	751	793	2 261
Bensin															
By 30	54	5	17	1	0	1 174	65	1	1	133	7	1	1	1	8
By 40-50	5 590	455	1 425	109	3	103 069	6 455	120	120	11 012	538	127	133	93	659
Land 60-70	5 463	289	906	69	2	46 915	7 307	119	119	5 787	299	134	182	60	470
Land 80	10 711	581	1 818	139	3	83 600	16 890	240	240	8 840	442	263	357	115	856
Motorvei	2 072	113	353	27	1	16 463	3 427	46	46	1 575	78	51	69	22	180
Moped/MC	623	17	52	4	0	11 913	89	2	2	3 501	90	1	1	.	.
Kaldstart	.	130	406	31	1	194 565	607	0	0	17 598	1 116	0	0	0	0
Fordampn.	.	13	40	3	0	0	0	0	0	12 679	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	12	3	8	4	0	77	130	15	15	23	1	0	0	1	0
By 40-50	1 326	286	906	400	0	6 124	11 277	1 214	1 150	1 545	63	16	2	135	25
Land 60-70	1 356	218	691	305	0	3 195	5 966	697	657	780	33	17	2	96	18
Land 80	2 826	455	1 444	638	0	6 143	11 827	1 283	1 209	1 331	56	35	3	216	38
Motorvei	573	103	327	145	0	1 228	2 474	257	246	255	11	7	1	53	7
Kaldstart	.	16	52	23	0	441	36	201	201	277	2	0	0	0	0

Tabell v.59. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1995. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Drivstoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Benzen
BM1	0,064	0,199	0,015	0,00038	18,467	1,411	0,022	0,022	2,379	0,103	0,025	0,0327	0,012	0,089
BN1	0,102	0,321	0,025	0,00061	22,562	1,844	0,026	0,026	2,758	0,115	0,017	0,0206	0,019	0,121
BHL	0,157	0,491	0,038	0,00093	44,185	8,549	0,016	0,016	7,821	0,367	0,007	0,0004	0,033	0,185
BHB	0,158	0,495	0,038	0,00094	42,288	9,631	0,016	0,016	9,065	0,452	0,008	0,0006	0,032	0,175
DM1	0,050	0,160	0,070	0,00001	0,585	0,397	0,200	0,191	0,162	0,005	0,007	0,0010	0,022	0,004
DN1	0,079	0,249	0,110	0,00001	1,023	0,784	0,317	0,303	0,300	0,010	0,014	0,0010	0,019	0,007
DHLL	0,133	0,420	0,186	0,00002	2,895	4,416	0,365	0,349	0,612	0,026	0,006	0,0004	0,073	0,012
DHLM	0,179	0,568	0,251	0,00002	3,177	6,990	0,587	0,555	0,776	0,032	0,006	0,0005	0,108	0,017
DHLH	0,278	0,880	0,389	0,00003	5,129	10,333	0,910	0,852	1,147	0,048	0,007	0,0008	0,158	0,024
DHB	0,255	0,809	0,357	0,00003	3,071	10,713	0,765	0,727	0,832	0,035	0,006	0,0007	0,110	0,014
MOP	0,019	0,059	0,005	0,00011	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,039	0,123	0,009	0,00023	27,957	0,279	0,006	0,006	4,833	0,195	0,002	0,0020	.	.

V.5.12.

Utslipp 1996

Tabell v.60. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1996. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	31 604	2 819	8 870	1 788	3	442 291	65 519	4 077	3 889	61 237	2 695	819	951	794	2 109
B	25 300	1 627	5 093	358	3	424 856	31 867	482	482	56 884	2 525	735	943	270	2 017
D	6 304	1 192	3 777	1 430	0	17 435	33 652	3 595	3 407	4 353	170	84	8	524	92
BM1	22 504	1 390	4 352	306	2	366 162	27 653	431	431	47 238	2 175	689	885	231	1 779
BN1	2 056	205	642	45	0	42 103	3 371	47	47	5 074	221	44	57	36	223
BHL	78	12	37	3	0	3 335	650	1	1	591	28	1	0	2	14
BHB	10	2	5	0	0	419	94	0	0	90	4	0	0	0	2
DM1	1 508	107	340	129	0	1 231	865	398	381	325	10	16	2	47	7
DN1	2 185	246	781	296	0	3 130	2 253	844	807	848	27	45	3	59	21
DHLL	704	133	423	160	0	2 628	4 380	332	317	580	24	6	0	69	12
DHLM	217	55	176	67	0	904	2 051	165	156	228	10	2	0	31	5
DHLH	1 114	439	1 390	526	0	7 157	15 431	1 263	1 183	1 720	72	11	1	231	35
DHB	576	211	667	253	0	2 385	8 673	593	564	651	27	5	1	88	11
MOP	367	7	22	2	0	4 839	19	1	1	2 541	40	0	0	.	.
MC	286	11	35	2	0	7 998	81	2	2	1 350	56	1	1	.	.

Tabell v.61. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1996. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	31 604	2 819	8 870	1 788	3	442 291	65 519	4 077	3 889	61 237	2 695	819	951	794	2 109
Bensin															
By 30	145	14	43	3	0	2 718	153	3	3	309	16	4	4	2	19
By 40-50	6 013	478	1 496	105	1	96 169	6 145	113	113	10 286	518	170	176	93	628
Land 60-70	5 437	282	884	62	0	40 414	6 381	104	104	5 012	263	165	224	52	419
Land 80	10 846	576	1 802	127	1	73 831	14 986	216	216	7 798	398	328	447	102	779
Motorvei	2 206	118	368	26	0	15 030	3 210	44	44	1 459	74	67	91	21	173
Moped/MC	653	18	56	4	0	12 837	99	3	3	3 586	96	1	1	.	.
Kaldstart	.	130	407	29	0	183 857	894	0	0	16 847	1 159	0	0	0	0
Fordampn.	.	12	36	3	0	0	0	0	0	11 588	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	25	4	14	5	0	104	152	22	21	33	1	0	0	2	1
By 40-50	1 418	323	1 025	388	0	6 364	12 247	1 237	1 172	1 657	68	19	2	144	27
Land 60-70	1 337	226	717	271	0	3 041	5 909	645	607	757	32	18	2	95	17
Land 80	2 889	497	1 575	596	0	6 148	12 421	1 243	1 170	1 369	57	39	3	223	39
Motorvei	635	124	394	149	0	1 355	2 889	273	261	290	12	8	1	61	8
Kaldstart	.	17	53	20	0	422	34	176	176	248	0	0	0	0	0

Tabell v.62. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1996. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
BM1	0,063	0,198	0,014	0,00010	16,693	1,261	0,020	0,020	2,153	0,099	0,031	0,0403	0,011	0,081
BN1	0,102	0,320	0,023	0,00016	21,008	1,682	0,024	0,024	2,532	0,110	0,022	0,0284	0,018	0,111
BHL	0,157	0,491	0,034	0,00025	43,957	8,564	0,016	0,016	7,786	0,367	0,007	0,0004	0,033	0,185
BHB	0,159	0,497	0,035	0,00025	42,984	9,631	0,016	0,016	9,200	0,461	0,008	0,0011	0,031	0,171
DM1	0,049	0,156	0,059	0,00001	0,566	0,398	0,183	0,175	0,150	0,005	0,007	0,0010	0,022	0,003
DN1	0,078	0,248	0,094	0,00001	0,994	0,715	0,268	0,256	0,269	0,009	0,014	0,0010	0,019	0,007
DHLL	0,131	0,417	0,158	0,00002	2,591	4,318	0,328	0,313	0,571	0,024	0,006	0,0004	0,068	0,012
DHLM	0,177	0,562	0,213	0,00002	2,890	6,556	0,527	0,498	0,729	0,030	0,006	0,0005	0,101	0,016
DHLH	0,273	0,866	0,328	0,00003	4,456	9,606	0,787	0,736	1,071	0,045	0,007	0,0008	0,144	0,022
DHB	0,254	0,804	0,304	0,00003	2,872	10,444	0,714	0,679	0,784	0,033	0,006	0,0007	0,105	0,014
MOP	0,019	0,059	0,004	0,00003	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,040	0,124	0,009	0,00006	27,998	0,282	0,006	0,006	4,724	0,195	0,002	0,0020	.	.

V.5.13.

Utslipp 1997

Tabell v.63. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøretøyklasse. 1997. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	32 594	2 808	8 839	1 707	2	402 136	59 619	3 676	3 507	56 260	2 675	984	1 134	733	1 874
B	24 979	1 600	5 007	256	2	385 898	28 334	422	422	52 045	2 504	890	1 125	238	1 785
D	7 614	1 209	3 832	1 451	0	16 238	31 285	3 253	3 085	4 215	172	94	8	495	89
BM1	22 228	1 368	4 283	219	2	329 324	24 447	377	377	42 657	2 158	834	1 056	204	1 574
BN1	1 955	196	615	31	0	38 258	2 975	41	41	4 546	205	54	69	31	194
BHL	84	13	41	2	0	3 635	708	1	1	642	30	1	0	3	15
BHB	9	1	5	0	0	403	89	0	0	86	4	0	0	0	2
DM1	1 894	118	373	141	0	1 344	948	408	391	344	11	18	2	51	8
DN1	2 807	281	889	337	0	3 572	2 352	858	821	947	39	53	4	65	23
DHLL	794	131	415	157	0	2 286	4 172	284	272	533	22	6	0	63	11
DHLM	250	55	176	67	0	820	1 921	145	137	216	9	2	0	29	5
DHLH	1 284	438	1 388	525	0	6 253	14 427	1 077	1 007	1 632	68	11	1	213	33
DHB	585	186	591	224	0	1 963	7 465	482	457	545	23	4	1	74	10
MOP	365	7	22	1	0	4 810	19	1	1	2 526	40	0	0	.	.
MC	338	13	42	2	0	9 466	95	2	2	1 588	66	1	1	.	.

Tabell v.64. Avgassutslipp, trafikkarbeid og drivstofforbruk fra veitrafikk. Kjøremodus og drivstoff. 1997. Tonn. CO₂ og drivstoff i ktonn. PAH i kg. Trafikkarbeid i mill. km

	Traf. arb.	Driv- stoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NM- VOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Ben- zen
I alt	32 594	2 808	8 839	1 707	2	402 136	59 619	3 676	3 507	56 260	2 675	984	1 134	733	1 874
Bensin															
By 30	143	13	42	2	0	2 325	134	2	2	266	14	5	5	2	17
By 40-50	5 922	468	1 466	75	1	82 182	5 409	97	97	8 798	458	207	209	86	550
Land 60-70	5 355	277	867	44	0	34 563	5 558	90	90	4 293	231	199	268	45	370
Land 80	10 684	564	1 766	90	1	63 849	13 019	191	191	6 695	350	397	534	88	694
Motorvei	2 173	115	361	18	0	12 768	2 796	39	39	1 250	65	81	109	18	154
Moped/MC	703	20	62	3	0	14 277	114	3	3	3 785	106	1	1	.	.
Kaldstart	.	131	409	21	0	175 934	1 303	0	0	16 358	1 280	0	0	0	0
Fordampn.	.	11	33	2	0	0	0	0	0	10 600	0	0	0	0	0
Diesel															
By 30	32	5	15	6	0	100	143	20	19	31	1	0	0	2	1
By 40-50	1 724	326	1 033	391	0	5 841	11 387	1 100	1 042	1 575	64	21	2	134	26
Land 60-70	1 619	229	727	275	0	2 829	5 505	581	546	722	30	20	2	91	17
Land 80	3 479	502	1 591	602	0	5 690	11 535	1 109	1 045	1 301	54	43	4	211	38
Motorvei	760	125	395	150	0	1 248	2 672	244	233	273	11	9	1	57	8
Kaldstart	.	22	71	27	0	530	43	200	200	312	10	0	0	0	0

Tabell v.65. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse. 1997. Avgassutslipp. g/km. CO₂ i kg/km. PAH i mg/km. Forbruk av drivstoff i kg/km

	Drivstoff	CO ₂	SO ₂	Pb	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NMVOC	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	PAH	Benzen
BM1	0,063	0,196	0,010	0,00009	15,078	1,119	0,017	0,017	1,953	0,099	0,038	0,0483	0,009	0,072
BN1	0,102	0,320	0,016	0,00014	19,917	1,549	0,021	0,021	2,367	0,107	0,028	0,0357	0,016	0,101
BHL	0,157	0,490	0,025	0,00022	43,837	8,539	0,016	0,016	7,743	0,364	0,007	0,0004	0,033	0,185
BHB	0,159	0,498	0,025	0,00022	43,265	9,557	0,016	0,016	9,241	0,465	0,008	0,0015	0,031	0,167
DM1	0,049	0,155	0,059	0,00001	0,558	0,394	0,170	0,163	0,143	0,004	0,008	0,0010	0,021	0,003
DN1	0,079	0,249	0,094	0,00001	1,002	0,660	0,241	0,230	0,265	0,011	0,015	0,0010	0,018	0,006
DHLL	0,130	0,411	0,156	0,00002	2,265	4,133	0,282	0,269	0,528	0,022	0,006	0,0004	0,062	0,011
DHLM	0,175	0,553	0,209	0,00002	2,583	6,051	0,455	0,432	0,680	0,028	0,006	0,0005	0,092	0,015
DHLH	0,268	0,851	0,322	0,00003	3,833	8,844	0,660	0,617	1,000	0,042	0,007	0,0008	0,131	0,020
DHB	0,251	0,796	0,301	0,00003	2,643	10,052	0,649	0,616	0,734	0,030	0,005	0,0007	0,099	0,013
MOP	0,019	0,059	0,003	0,00003	13,189	0,052	0,003	0,003	6,926	0,110	0,001	0,0010	.	.
MC	0,040	0,124	0,006	0,00006	28,008	0,283	0,006	0,006	4,698	0,195	0,002	0,0020	.	.

Tabell v.66. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse og alder. Avgassutslipp. 1997. CO₂. kg/km

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
BM1	0,175	0,190	0,191	0,178	0,179	0,179	0,179	0,180	0,180	0,196	0,197	0,225	0,238	0,274	0,274
BN1	0,307	0,307	0,308	0,314	0,314	0,315	0,318	0,320	0,321	0,323	0,324	0,336	0,358	0,383	0,383
BHL	0,465	0,469	0,472	0,476	0,479	0,482	0,484	0,487	0,489	0,491	0,492	0,497	0,535	0,537	0,538
BHB	0,463	0,467	0,472	0,479	0,484	0,488	0,492	0,495	0,498	0,501	0,503	0,509	0,546	.	0,546
DM1	0,141	0,133	0,133	0,148	0,149	0,149	0,149	0,174	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
DN1	0,246	0,246	0,247	0,246	0,247	0,247	0,257	0,258	0,258	0,259	0,259	0,261	0,261	0,261	0,261
DHLL	0,379	0,380	0,389	0,390	0,392	0,433	0,435	0,436	0,437	0,437	0,438	0,440	0,441	0,442	0,443
DHLM	0,502	0,505	0,518	0,520	0,522	0,580	0,582	0,585	0,586	0,588	0,590	0,592	0,592	0,592	0,592
DHLH	0,777	0,782	0,803	0,809	0,813	0,905	0,909	0,913	0,917	0,918	0,918	0,918	0,918	0,918	0,918
DHB	0,722	0,725	0,744	0,748	0,751	0,832	0,836	0,839	0,841	0,843	0,845	0,850	0,851	0,851	0,851

Tabell v.67. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse og alder. Avgassutslipp. 1997. NO_x. g/km

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
BM1	0,152	0,294	0,331	0,388	0,426	0,464	0,502	0,538	0,572	1,732	1,712	2,157	2,171	2,164	2,164
BN1	0,412	0,472	0,532	0,612	0,673	0,733	2,154	2,124	2,097	2,072	2,048	2,341	3,022	3,022	3,022
BHL	7,681	7,972	8,253	8,513	8,768	9,010	9,221	9,411	9,582	9,738	9,871	10,273	5,835	5,709	5,633
BHB	3,071	3,215	3,359	8,801	9,163	9,508	9,820	10,099	10,344	10,557	10,736	11,186	5,183	.	5,183
DM1	0,282	0,397	0,397	0,508	0,508	0,508	0,508	0,326	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295
DN1	0,487	0,487	0,487	0,895	0,895	0,895	0,810	0,767	0,726	0,687	0,655	0,541	0,488	0,487	0,487
DHLL	3,171	3,183	4,244	4,258	4,272	4,579	4,538	4,501	4,468	4,438	4,412	4,334	4,305	4,272	4,252
DHLM	3,586	3,606	4,695	4,718	4,739	7,995	7,884	7,783	7,692	7,612	7,539	7,416	7,416	7,416	7,416
DHLH	5,693	5,730	7,529	7,577	7,622	11,772	11,566	11,382	11,219	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153	11,153
DHB	7,255	7,290	9,564	9,609	9,655	11,333	11,180	11,043	10,923	10,819	10,731	10,511	10,454	10,454	10,454

Tabell v.68. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse og alder. Avgassutslipp. 1997. CO. g/km

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
BM1	2,286	5,265	5,928	4,925	5,408	5,893	6,377	6,836	7,258	20,717	21,339	27,097	46,369	54,165	54,165
BN1	4,616	5,285	5,950	8,062	8,853	9,647	23,057	24,026	24,917	25,742	26,515	31,728	63,322	72,601	72,601
BHL	22,758	24,857	26,879	28,752	30,589	32,329	33,853	35,218	36,452	37,577	38,531	41,427	103,080	106,480	108,520
BHB	4,249	4,730	5,211	30,826	33,431	35,917	38,164	40,172	41,941	43,472	44,763	48,003	120,630	.	120,630
DM1	0,337	0,425	0,435	0,479	0,489	0,500	0,511	0,719	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721	0,721
DN1	0,953	0,970	0,989	0,702	0,714	0,723	1,378	1,381	1,384	1,387	1,389	1,398	1,401	1,402	1,402
DHLL	0,727	0,736	0,928	0,937	0,946	3,615	3,644	3,670	3,693	3,714	3,732	3,787	3,807	3,830	3,844
DHLM	0,968	0,984	1,248	1,265	1,282	3,664	3,707	3,746	3,781	3,812	3,840	3,888	3,888	3,888	3,888
DHLH	1,307	1,331	1,699	1,730	1,760	6,275	6,364	6,444	6,514	6,543	6,543	6,543	6,543	6,543	6,543
DHB	1,023	1,038	1,315	1,333	1,352	3,669	3,711	3,749	3,782	3,811	3,835	3,896	3,912	3,912	3,912

Tabell v.69. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse og alder. Avgassutslipp. 1997. NMVOC. g/km

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
BM1	0,248	0,509	0,565	0,446	0,485	0,523	0,562	0,600	0,635	3,048	3,128	3,710	4,601	5,746	5,746
BN1	0,380	0,427	0,474	0,528	0,574	0,620	2,925	3,046	3,154	3,269	3,354	4,200	5,460	6,688	6,688
BHL	4,550	5,127	5,683	6,197	6,702	7,180	7,599	7,974	8,313	8,623	8,885	9,681	10,207	10,469	10,626
BHB	0,797	0,920	1,044	6,767	7,483	8,166	8,784	9,336	9,822	10,243	10,598	11,488	11,558	.	11,558
DM1	0,066	0,071	0,073	0,079	0,081	0,083	0,085	0,243	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
DN1	0,192	0,196	0,199	0,170	0,173	0,175	0,461	0,473	0,485	0,495	0,505	0,537	0,552	0,552	0,552
DHLL	0,337	0,341	0,390	0,393	0,397	0,720	0,708	0,698	0,689	0,681	0,674	0,653	0,645	0,636	0,630
DHLM	0,448	0,456	0,524	0,532	0,539	0,914	0,892	0,871	0,853	0,837	0,822	0,797	0,797	0,797	0,797
DHLH	0,711	0,724	0,836	0,852	0,866	1,346	1,304	1,265	1,232	1,218	1,218	1,218	1,218	1,218	1,218
DHB	0,444	0,451	0,522	0,529	0,536	0,969	0,946	0,926	0,907	0,892	0,878	0,845	0,836	0,836	0,836

Tabell v.70. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver kjøretøyklasse og alder. Avgassutslipp. 1997. PM₁₀. g/km

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
BM1	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,020	0,020	0,040	0,040	0,040	0,040
BN1	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,050	0,050	0,050	0,050
BHL	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	0,017	0,017
BHB	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,018	.	0,018
DM1	0,041	0,057	0,060	0,092	0,096	0,100	0,104	0,307	0,317	0,317	0,317	0,317	0,317	0,317	0,317
DN1	0,110	0,114	0,118	0,158	0,163	0,167	0,507	0,524	0,539	0,554	0,567	0,610	0,631	0,631	0,631
DHLL	0,053	0,053	0,147	0,148	0,150	0,444	0,448	0,452	0,456	0,459	0,462	0,471	0,474	0,478	0,480
DHLM	0,074	0,075	0,214	0,217	0,220	0,676	0,686	0,696	0,704	0,711	0,718	0,730	0,730	0,730	0,730
DHLH	0,122	0,124	0,340	0,346	0,352	1,092	1,112	1,130	1,146	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152
DHB	0,132	0,134	0,375	0,380	0,385	0,894	0,908	0,920	0,930	0,939	0,947	0,966	0,971	0,971	0,971

Referanser

- AB Svensk Bilprovning (1992): *Resultater fra prosjekt MTC9216*. Test av 13 bruktbiler med høy kilometerstand. Hanninge, Sverige 1992.
- ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) (1995): *Sulphur Affect on Emissions - Trucks Diesel*.
- Ahlbom J. og Duus U. (1994): *Nya hjulspår - en studie av gummidäck*. Kemikalieinspektionen. Rapport 6/94
- Almén, J. (1992): *Nitrous Oxide (N₂O) Emissions from Catalyst Equipped Light Duty Vehicles*. Reprint from a poster presented at; Risk Assessment of Urban Air. May 31-June 3, 1992, Stocholm. Motortestcenteret (MTC), Hanninge Sverige 1992.
- Aune, B. (1993): *Temperaturnormaler, normalperioden 1961-1990*. Rapport 02/93, DNMI, Oslo, Blindern.
- Bang m.fl. (1985): *Effektivitet og holdbarhet av katalysatorbiler ved nordiske og europeiske kjøreforhold. Del 1 teoretisk utredning og del 2 praktiske forsøk*. Teknologisk Institutt, 1985.
- Bang, J.R. og E. Holden (1990): *Avgasskrav til kjøretøy*. Teknologisk Institutt 1990.
- Bang J.R., E. Figenbaum og E. Holden (1992): *Anvendelse av naturgass i transportsektoren*. Teknologisk Institutt 1992
- Bang, J. R. (1993): *Utslipp fra dieseldrevne anleggsmaskiner, arbeidsredskaper, traktorer og lokomotiver*. Teknologisk institutt, Avdeling for kjøreteknikk, Oslo.
- Bang, J. R.(1996): *Utslipp av NMVOC fra fritidsbåter og bensindrevne motorredskaper*.
- Bendtsen H. og H. Thorsen (1995): *A survey of the number of cold vehicles on the roads*. The Science of the Total Environment 169: 113-121.
- Betts, W.E.; Fløysand, S.Å., Kvinge, F. (1992): *The influence of Diesel Fuel Properties on Particulate Emissions in European Cars*. SAE-Paper 922190.
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (1986): *Schadstoffemissionen des privaten Strassenverkehrs 1959 - 2000, Berichte Nr. 55*, BUWAL Bern 1986.
- CONCAWE (1987): *An investigation onto evaporative hydrocarbon emissions from European vehicles*. Report No. 87/60
- CONCAWE (1990): *The effects of temperature and fuel volatility on vehicle evaporative emissions*. Report No. 90/51
- Daasvatn, L., K. Flugsrud, H. Høie, K. Rypdal og T. Sandmo (1992): *Modell for beregning av nasjonale utslipp til luft*. Interne notater 92/17, Statistisk sentralbyrå.
- Det Norske Veritas (1997): *Utslipp ved håndtering av kommunalt avfall*. Rapport 96:16 Statens forurensningstilsyn.
- Economic Commission for Europe (ECE) (1997): Executive Body for the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Note prepared by the secretariat: *Definitions for Polychlorinated Biphenyls (PCBS) and Polyaromatic Hydrocarbones (PAHS)*. Doc.: EB.AIR/WG.5/R.90. Geneva 14 August 1997.
- European Environmental Agency (1996): *EMEP/Corinair. The atmospheric Emission Inventory Guidebook*. First edition, European Environmental Agency. 1996
- European Environmental Agency (1997): *Copert II. Computer programme to calculate emissions from road transport. Mehodology and emission factors*. European Environmental Agency. Topic report 1997.

- Egeback, Karl-Erik; Ahlvik, Peter; Westholm, Roger. *Emissionsfaktorer för fordon drivna med fossila respektive alternativa bränslen*. KFB-Meddelande 1997:22. 1997.
- Eggleston, Gorißen, Joumard, Rijkeboer, Samaras og Zierock (1991):): *CORINAIR Working Group on Emission Factors for Calculating 1990 Emissions from Road Traffic. Volume 1: Methodology and Emission Factors*. Final report. December 1991
- Eggleston S. (1991): *Data on evaporative emissions of gasoline passenger cars* submitted to CORINAIR Working Group on Emission Factors for Calculating 1990 Emissions from Road Traffic
- European Programme on Emissions, Fuels and Engine Technologies (EPEFE) (1995): *EPEFE Report*. Brussels 1995
- Evensen, R. (1997a): *Personlig meddelelse*. Telefonsamtale 11/12 1997. ViaNova, Bærum.
- Evensen, R. (1997b): *Notat til Johnny Johansen*. 14/12 1997. ViaNova, Bærum.
- Evensen, R (1997c): *Trafikkarbeid under forskjellige kjøreforhold*. Brev til Jørn Arntsen, Vegdirektoratet. ViaNova, Bærum.
- Figenbaum, E. (1991): *N₂O-utslipp fra kjøretøyer*. Teknologisk Institutt, 1991.
- Figenbaum E. og Bang J. (1994): *PAH-utslipp fra kjøretøyer*. Teknologisk Institutt, November 1994.
- F+E-Vorhaben (1992): *"Emissionsfaktoren für Pkw" und "Feldüberwachung"*. Ausdruck vom 25.3.92. Umweltbundesamt, Tyskland, 1992.
- Finans- og tolldepartementet (1996/1997): *Langtidsprogrammet 1998-2001*. Stortingsmelding nr.4.
- Hassel, D. und Weber, F.J. (1989): *Dauerlaufverhalten von Katalysatorfahrzeugen*. TÜV Rheinland, Köln 1989.
- Hassel, Jost, Weber, Dursbeck, Sonnborn og Plettau (1994): *Abgas-Emissionsfaktoren von Pkw in der Bundesrepublik Deutschland*. Berichte 8/94. Umweltbundesamt (UBA) 1994.
- Hedalen T. (1994): *Vegslitasje - partikkelstørrelsesfordeling*. Rapport nr. STF36 A94011. SINTEF Bergteknikk, Trondheim desember 1994.
- Heine, P. and Barette, A. (1987): *Emissionsfaktoren für die Verdampfungsemissionen von Kraftfahrzeugen mit Ottomotor*. Im Auftrag des Umweltbundesamt Berlin, November 1988.
- Holden, Ørjasæter og Bang (1991): *Utslipp fra brukte katalysatorbiler*. Teknologisk Institutt, Februar 1991.
- Holden, E. (1998): *Database for drivstofforbruk og avgassutslipp fra tradisjonelle og alternative drivstoffer*. Vestlandsforskning. 1998.
- Holtskog, S. og K. Rypdal (1997): *Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge*. Rapporter 97/7, Statistisk sentralbyrå.
- Johansen, K. (1997): *Personlig meddelelse*, 5. november 1997. Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Kutscher, E. (1992): *Survey of high mileage vehicles in use*. MTC 9204 AB Svensk Bilprovning 1992/04
- Larssen, S. (1985): *Støv fra asfaltveier. Karakterisering av luftbåret veistøv. Fase 1: Målinger i Oslo, våren 1985*. O-8431. Norsk institutt for luftforskning.
- Larssen, S. (1987): *Støv fra asfaltveier. Karakterisering av luftbåret veistøv. Fase 1: Målinger i Oslo, våren 1985*. NILU: 53/87, O-8431.
- Larssen, S. (1989): *NO_x emissions from gasoline and diesel oil combustion in mobile sources in Europe*. NILU:43/89, O-8668.
- Larssen, S. (1991): *Partikler i tettstedsluft i Norden, Utslipp- Forekomst - Helsevirkninger, med hovedvekt på bileksopartikler*. NILU:11/91, O-88360.

- Larssen, S. og L.O. Hagen (1997): *Partikkelforurensning fra piggdekk*. NILU: 16/97, O-97037.
- Larssen, S. og I. Haugsbakk (1996): *Veistøvdepot og svevestøvkonsentrasjon. Målinger på Europaveien (E6), Mortensrud-Klemetsrud vinteren 1995/96*. NILU: 53/96, O-95108.
- Laveskog, A. (1992): *Emissions and Fuel Consumption at FTP Test Cycles at +22°C and -2°C from Vehicles Equipped with Block Heaters*. SAE paper 920014
- Maldum, Schlytter, Weum og Bang (1992): *Brukte katalysatorbilers utslipp*. Teknologisk Institutt, April 1992
- McArragher, et al (1996): *The influence of gasoline benzene and aromatics content on benzene exhaust emissions from non-catalyst and catalyst equipped cars - a study of European data*. Concawe-report no. 96/51, Brussels 1996.
- Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (1996): *Project In Use Compliance Air Pollution by Cars. Annual Report 1994-1995*. The Hague, Netherlands,.
- Monsrud, J. (1997): *Eie og bruk av personbil*. Rapporter 97/10, Statistisk sentralbyrå.
- Moon, D.P. and Donald J.R. (1997): *UK Research Programme on the Characterisation of Vehicle Particulate Emissions*. ETSU, Oxfordshire.
- Myran T. (1995): Stein i veg. *Piggdekkslitasje - støvproblemer*. Holmenkollen Park Hotel Rica 2.-3. februar 1995.
- Norsk institutt for luftforskning (1997): *Program for utvikling av modeller for beregning av veistøv i luft. Utvikling av utslippsmodell for PM₁₀ fra veitrafikk*. Utkast til rapport. Norsk institutt for luftforskning.
- Norsk institutt for luftforskning/Norsk institutt for vannforskning (1995): *Materialstrømsanalyse av PAH*. NIVA/NILU rapport O-92108.
- Opplysningsrådet for veitrafikken: *Bil- og Veistatistikk*. Utgis årlig.
- Parma Z., et. al 1995, *Atmospheric emission inventory guidelines for persistent organic pollutants*. Prague, The Czech republic, July. 1995.
- Rideng, A. (1991): *Transportytelser i Norge 1946-1990*. TØI-notat 0967/1991.
- Rideng, A. (1997a): *Transportytelser i Norge 1946-1996*. TØI-rapport 364/1997.
- Rideng, A (1997b): *Personlig meddelelse*. Telefonsamtale med G. Haakonsen
- Rideng, A. (1998): *Transportytelser i Norge 1946-1997*. TØI-rapport 397/1998.
- Rijkeboer R.C., Hendriksen P. (1993): *Regulated and unregulated exhaust gas components from LD vehicles on petrol, diesel, LPG and CNG*. Report 93.OR.VM.029/1/PHE/RR. TNO, Delft 26.10.93.
- Rosland, A.(1987): *Utslippskoeffisienter*. Statens forurensningstilsyn 1987.
- RWTÜV, Rheinisch-Westfälischer Technischer Überwachungsverein e.V., Institut für Fahrzeugtechnik (1993). *Verdampfungs- und Verdunstungsemissionen, Arbeitsunterlage 13*, im Auftrag des BUWAL; Essen Februar 1993.
- Rypdal, K. (1995): *Anthropogenic emissions of SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃ in Norway*. Rapporter 95/12, Statistisk sentralbyrå.
- Samaras Z., Zierock, K.-H. (1996): *Emission Inventory Guidebook*. Draft LAT Report. 15.02.1996.
- Samaras, Z. et al (1997a): *Methodologies for estimating air pollutant emissions from transport. Emission Factors and Traffic Characteristics Data Set*. LAT Report No: 9730. Thessaloniki (Greece) 1997.
- Samaras, Z. et al (1997b): *Methodologies for estimating air pollutant emissions from transport. Evaporative Emissions Deliverable No: 14*. LAT Report No: 9717. Thessaloniki (Greece) 1997.

Schwitzer E., Burch D. og Riedwyl P. (1994): *10 Jahre Katalysatorautos*. Touring Club der Schweiz (TCS) Emmen 17.03.1994.

Sérié E. og Joumard R. (1996): *Proposition of modelling of cold start emissions for road vehicles*. MEET Project. INRETS report LEN 9624, December 1996.

Sérié E. og Joumard R. (1997): *Modelling of cold start emissions for road vehicles*. INRETS report LEN 9731, Bron (Frankrike) December 1997.

Statens forurensningstilsyn (1983): *Bakgrunnsnotater til utredning om luftforurensning fra vegtrafikk*.

Statens forurensningstilsyn (1993): *Utslipp fra veitrafikken i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*. Statens forurensningstilsyn rapporter 93:12.

Skedsmo, A., R. Hagman og T. Jensen (1998): *Energiforbruk og avgassutslipp fra transportmidler med tradisjonelle og alternative drivstoff*. Teknologisk Institutt. Publiseres 1998.

Statistisk sentralbyrå: *Samferdselsstatistikk*. Utgis årlig

Statistisk sentralbyrå (1997): *Lastebiltransport 1993-1995*.

Statistisk sentralbyrå (1997b): *Utslipp til luft i norske kommuner 1994*. NOS C-395.

Statens vegvesen (1995a): *Undersøkelse av vegvedlikehold og kjøreforhold - vinteren 1994/1995. Del I: Samlet fremstilling og analyser av undersøkelsene i perioden 1990 - 94*. Nr. 95-333. Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Vedlikeholdskontoret.

Statens vegvesen (1995b): *Undersøkelse av vegvedlikehold og kjøreforhold - vinteren 1994/1995. Del II: Statistikkhefte for undersøkelsene i perioden 1990 - 94*. Nr. 95-334. Vegdirektoratet, Driftsavdelingen, Vedlikeholdskontoret.

Statens vegvesen (1996): *Veg-grepsprosjektet; Delprosjekt 5.15: Samfunnsøkonomiske konsekvenser; Dokumentasjon av beregningsmodell*. Intern rapport nr. 1918. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet

Statens vegvesen (1997a): *Veg-grepsprosjektet: Samlerapport; Konklusjoner, forslag til ny veg-grepspolitikk og resultater*. Intern rapport nr. 1994. Vegdirektoratet.

Statens vegvesen (1997b): *Undersøkelse om bruk av piggdekk*. Ikke publisert.

Statens vegvesen (1998): *Undersøkelse av vegvedlikehold og kjøreforhold - vinteren 1997/98 Landssammenstilling*. STF22 A98561. Vegdirektoratet.

Sundvoll, A. og H.M. Teigum (1998): *Samordnet levikårsundersøkelse 1997; Dokumentasjonsrapport*. Notater 98/34, Statistisk sentralbyrå.

Transportøkonomisk Institutt (1993): *Norske reisevaner. Dokumentasjonsrapport for den landsomfattende reisevaneundersøkelsen 1991-92*. TØI-rapport 183/1993.

Transportøkonomisk Institutt (1997): *Perspektiver på trafikkulykker*. TØI-notat 1067/97.

Tønnesen D. (1997): *Program for utvikling av modeller for beregning av veistøv*. NILU OR ..97. Kjeller mars 1997.

Umweltbundesamt (UBA) (1995): *Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs*. CD, version 1.1. Berlin Okt. 1995.

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (1990): *Volatile Organic Compounds from On-Road Vehicles - Sources and Control Options*. Draft Report.

Vegdirektoratet (1990): *Forskrift om bruk av kjøretøy*.

Veg-grepsprosjektet (1996): *Delprosjekt 5.15: Samfunnsøkonomiske konsekvenser*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet Oslo november 1996.

Volkswagen AG (1989): *Unregulated Motor Vehicle Exhaust Gas Components*. Wolfsburg 1989.

