Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

Emissioner fra vejtrafikken i Danmark 1980-2010

Faglig rapport fra DMU, nr. 256
1998

Morten Winther
Afdeling for Systemanalyse

Bo Ekman
Vejdirektoratet

Datablad

Titel:	Emissioner fra vejtrafikken i Danmark 1980-2010
Forfattere:	Morten Winther[1], Bo Ekman[2]
Afdelinger:	[1]Afdeling for Systemanalyse [2]Vejdirektoratet
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 256
Udgiver:	Miljø- og Energiministeriet Danmarks Miljøundersøgelser©
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	November 1998
Faglig kommentering:	Henrik Gudmundsson
Layout:	Henriette Idskou
Bedes citeret:	Winther, M. & Ekman, B. (1998): Emissioner for vejtrafikken i Danmark 1980-2010. Danmarks Miljøundersøgelser. 73s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 256

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Abstract:

I denne rapport opstilles i et samarbejde mellem Danmarks Miljøundersøgelser og Vejdirektoratet en prognose for vejtrafikkens CO-, VOC-, NO_x- og partikelemissioner samt aggregerede emissionsfaktorer for perioden 1980-2010. Vejtrafikkens køretøjskategorier opdeles i personbiler (benzin og diesel), varebiler (benzin og diesel), lastbiler (under og over 16 tons totalvægt) og busser. Ud fra trafik- og bestandsdata beregnes vejtrafikkens totalemissioner for året 1994 med EU-modellen COPERT II, og en prognose beregnes med BILEMIS modellen for perioden 1980-2010. COPERT II's resultater bruges til at skalere BILEMIS emissionerne til den færdige prognose og de aggregerede emissionsfaktorer. På trods af at trafikarbejdet stiger, vil vejtrafikkens totalemissioner falde i fremtiden pga. lavere emissionsfaktorer. Den største del af CO-, VOC- og NO_x-udslippet (især markant for CO og VOC) kommer fra benzinpersonbilerne, og emissionerne falder i takt med den stigende katalysatorandel. NO_x-emissionen har også væsentlige bidrag fra de tunge køretøjer. Deres emissioner falder som en følge af gradvist skærpede emissionsnormer. Af samme grund falder også dieselkøretøjernes partikelemissioner, hvor varebiler er den største kilde.

Frie emneord:	CO, VOC, NO_x, partikler, personbiler, varebiler, lastbiler, busser, trafikarbejde, nyregistreringer, levetider, emissionsfaktorer, emissionsprognose
Redaktionen afsluttet:	Oktober 1998
ISBN:	87-7772-428-3
ISSN:	0905-815x
Papirkvalitet:	Klorfrit High Tech / 100g
Tryk:	Grafisk Service, Risø
Sideantal:	73
Oplag:	150
Pris:	kr. 75,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

Købes i boghandelen eller hos:

Danmarks Miljøundersøgelser
Postboks 358
Frederiksborgvej 399
DK-4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00

Miljøbutikken
Information og Bøger
Læderstræde 1
1201 København K
Tlf.: 33 37 92 92

Indhold

Sammenfatning 5

Formål 5
Fremgangsmåden 5
Trafik- og bestandsdata 5
COPERT II beregningsmetoden 6
BILEMIS beregningsmetoden 7
Sammenligning af modelmetoder 8
Den beregnede prognose 9

English Summary 12

Objective 12
Method 12
Traffic and vehicle fleet data plus emissions models 12
The estimated forecast 13

1 Indledning 15

2 Det trafikale datagrundlag 17

2.1 Analyser og kilder bag COPERT II data 18
2.1.1 Centralregisteret for motorkøretøjer 18
2.1.2 Kørebogsundersøgelsen 18
2.1.3 Årskørselsundersøgelsen 19
2.1.4 60-punktstællingen 19
2.1.5 Transportvaneundersøgelsen (TU) 19
2.2 Analyser og kilder bag prognosedata 19
2.2.1 Persontransport 19
2.2.2 Godstransport 20
2.3 Bestande 21
2.4 Årskørsler og trafikarbejde 22
2.5 Gennemsnitlig levealder 24
2.6 Nyregistreringer 25
2.7 Trafikfordeling og rejsehastigheder 26
2.8 Turlængder 26

3 Beregningsmetode for totalemissioner i COPERT II 28

3.1 Varme emissioner 28
3.2 Kolde emissioner 32
3.3 Emissioner ved fordampning 33
3.4 Beregnede totalemissioner 34

4 Beregningsmetode og resultater for BILEMIS prognose 1980-2010 36

4.1 BILEMIS beregningsmetode 36
4.2 BILEMIS prognoseresultater 41

5 Sammenligning af metoder 43

5.1 Varme emissioner 43
5.2 Emissioner ved koldstart 44
5.3 Emissioner ved fordampning 45

6 Korrigering af BILEMIS prognosen 46

6.1 Justeringsfaktorer 46
CO 49
NO_x 51
VOC 51
Fordampning 52
Partikler 52
6.2 Den justerede prognose 52
CO 54
VOC 56
NO_x 57
Partikler 59
6.3 Aggregerede emissionsfaktorer 61

Referencer 64

Bilag I 65

COPERT II emissionsfaktorer for bykørsel 65
COPERT II emissionsfaktorer for bykørsel 66
COPERT II emissionsfaktorer for landevejskørsel 67
COPERT II emissionsfaktorer for landevejskørsel 68
COPERT II emissionsfaktorer for motorvejskørsel 69
COPERT II emissionsfaktorer for motorvejskørsel 70

Bilag II 71

Gennemsnitlige levetider i BILEMIS 71
BILEMIS Nyregistreringer 72
BILEMIS Trafikarbejde 73

Sammenfatning

Formål

Denne rapports formål er at beregne en prognose for vejtrafikkens CO-, NO_x-, VOC- og partikelemission med prognosemodellen BILEMIS i perioden 1980-2010. Emissionsprognosen afløser en tidligere prognose, se Sorenson (1993). Den nye modelkørsel udføres for syv køretøjskategorier: personbiler og varebiler (benzin og diesel), lastbiler (under og over 16 tons totalvægt) og rutebusser. Som en del af prognosetilpasningen skal resultaterne af emissionsprognosen for året 1994 afstemmes med de beregnede emissioner fra emissionsmodellen COPERT II, der er den officielle model til at beregne danske vejtrafik emissioner.

Et andet formål er at opstille aggregerede emissionsfaktorer for alle syv køretøjskategorier på basis af den beregnede prognose. Emissionsfaktorerne skal bruges til Vejdirektoratets reviderede beregning af transportsektorens emissioner. Prognoseresultaterne skal også bruges til at vurdere pålideligheden af en emissionsprognose beregnet med den tyske emissionsmodel TREMOD, der afrapporteres i Winther (1998).

Fremgangsmåden

Fremgangsmåden i rapporten er først at beskrive data for trafikken og køretøjsbestanden, der bruges i emissionsmodellerne COPERT II og BILEMIS. Beskrivelsen af trafik- og bestandsdata omhandler de bagvedliggende kilder og metoder til kategorisering af data. Forklaringen til datakilder og -metoder gives i to dele; første del omhandler COPERT II og anden del BILEMIS.

Når trafik- og bestandsdatabeskrivelsen er gjort, er næste trin at forklare beregningsmetoderne bag COPERT II og BILEMIS. Ved samme lejlighed beregnes en emissionsprognose med BILEMIS og totalemissioner for 1994 med COPERT II. Emissionsberegningerne og beskrivelsen af de brugte metoder leder frem til en kvalitativ vurdering af de to modellers metodeforskelle. Ved samme lejlighed foretages også en overordnet vurdering af beregningsgangens indflydelse på emissionsresultaterne.

Afslutningsvist justeres emissionsprognosen beregnet med BILEMIS, så totalemissionerne for året 1994 passer med de beregnede emissioner i COPERT II. Prognoseresultaterne kommenteres og sammenlignes med den forrige prognose beregnet med BILEMIS. Ud fra den justerede prognose beregnes aggregerede emissionsfaktorer også for de syv køretøjskategorier.

Trafik- og bestandsdata

Trafik- og bestandsdata til brug for modelkørslerne med COPERT II og BILEMIS stammer fra en række forskellige kilder. De opstillede data på basis af kilderne har ikke i alle tilfælde været fuldstændigt

sammenlignelige. Derfor har antagelser måttet gøres i nogle situationer som en tilpasning til modellernes inputbehov. En konsistens mellem de to modeller er sikret i beregningsåret 1994, hvor de samme tal for trafikarbejde og køretøjsbestand benyttes.

Til emissionsberegningen skal COPERT II bruge data om antal køretøjer og årskørsel i underkategorier fordelt på drivmiddel, alder og motorstørrelse eller totalvægt. Tallene stammer fra Centralregistret for motorkøretøjer, Danmarks Statistiks Årskørselsundersøgelse og Kørebogsundersøgelse, Vejdirektoratets 60 punkts-trafiktællinger og Transportvaneundersøgelsen (TU).

BILEMIS skal til prognoseberegningen bruge antallet af nyregistrerede køretøjer, gennemsnitlige levetider i årene frem til og i prognoseperioden samt det årlige trafikarbejde. Tallene stammer fra Vejdirektoratets prognoseforudsætninger, der opstilles i hver af prognosens syv køretøjskategorier.

For personbiler fremskrives køretøjsbestanden først, hvorefter trafikarbejdet bliver beregnet. Fremskrivningen af bestanden foretages ud fra det årlige antal nyregistrerede køretøjer og de enkelte bilårganges overlevelse i trafikken.

De årlige nyregistreringer i prognosen findes som en funktion af BFI, realrente, benzin- og oliepris, pris for reparation og vedligeholdelse samt pris for anskaffelse af ny bil. Antallet af overlevende køretøjer år for år i prognoseperioden findes ud fra en analyse af historiske data samt forventninger til fremtidige levetider. Personbilernes trafikarbejde beregnes ud fra bestandens størrelse og den gennemsnitlige årskørsel fundet på basis af Årskørselsundersøgelsen.

For varebiler og lastbiler er input til BILEMIS i prognoseperioden fastlagt ud fra en analyse af sammenhængen mellem den økonomiske udvikling og udviklingen i godstransportsektoren. Den økonomiske udvikling er analyseret indenfor fem hovedgrupper af godstransportsektoren og transportudviklingen er analyseret ud fra Kørebogsundersøgelsens oplysninger.

Trafikken er også opdelt på vejtyper og gennemsnitlige turlængder til brug for både COPERT II og BILEMIS. Trafikfordelingen på vejtyper er gjort ud fra 60 punkt-tælleprogrammet, mens turlængderne for personbiler og de øvrige køretøjstyper er fundet ud fra hhv. Transportvaneundersøgelsen og Kørebogsundersøgelsen. Rejsehastigheder på vejtyperne er oplyst af Vejdirektoratet og benyttes af COPERT II i emissionsberegningen.

COPERT II beregningsmetoden

COPERT II modellen bruges til at beregne emissioner for kørsel med varm motor, de ekstra emissioner fra koldstart og fordampningsemissioner for enkeltår. I modellen inddeles køretøjsbestanden i underkategorier, der er karakteriseret ved samme gennemsnitlige emissionsfaktorer og energiforbrug.

Personbilerne opdeles efter alder, motorstørrelse og det benyttede brændstof. Varebilerne kategoriseres efter alder og drivmiddel, mens

lastbilerne opdeles efter alder og motorstørrelse. Der er også alderskategorier for rute- og turistbusser i modellen samt kategorier for knallerter og motorcykler underinddelt efter alder og motorstørrelse.

Til beregning af de varme emissioner kombineres årskørsel og emissionsfaktorer for by-, landevejs- og motorvejskørsel i de enkelte køretøjskategorier. Koldstartsemissionerne for personbiler og varebiler beregnes ud fra forholdet mellem emissionerne ved kørsel med kold og varm motor. Kold/varm forholdet afhænger af udetemperaturen hver måned og sammenholdes med oplysninger om andelen af den samlede kørsel, der udføres med kold motor.

For benzinkøretøjer beregner COPERT II også fordampningsemissioner ud fra faktorer, der bl.a. afhænger af udetemperaturen og brændstoffets fordampningstryk (RVP). Emissionerne opstår under kørsel (running loss), når motoren netop er slukket (soak) og som åndingstab fra benzintanken pga. døgnets temperaturvariation (diurnal loss). Til brug for beregning af emissionen under kørsel bruges den samlede kørsel. Stop emissionen beregnes ud fra antallet af ture, der findes ud fra den samlede kørsel og den gennemsnitlige turlængde. Til brug for beregning af åndingstabet benyttes de gennemsnitlige maksimum- og minimumdøgntemperaturer for årets måneder.

BILEMIS beregningsmetoden

I denne rapport beregnes med BILEMIS modellen en emissionsprognose for årene 1980-2010 opgjort i syv køretøjskategorier: Personbiler (benzin og diesel), varebiler (benzin og diesel), lastbiler (totalvægt under og over 16 tons) og rutebusser.

Input til modellen er antallet af nyregistreringer, gennemsnitlige levetider, det årlige trafikarbejde og nye køretøjers basisemissionsfaktorer ved kørsel i by og på land. Forværrelsesfaktorer og oplysninger om udetemperaturer for vinter, forår/efterår og sommer skal også specificeres i modellen sammen med gennemsnitlige turlængder og trafikfordelingen for by- og landkørsel.

Ved modelberegningen kombineres trafik- og bestandsdata med basisemissionsfaktorer for nye køretøjer i prognoseperioden. Først beregnes for hvert prognoseår et trafikarbejde per køretøjsalder af BILEMIS. Beregningen gøres ud fra en fast årskørselsnøgle angivet ved førsteregistreringsår samt oplysninger om antallet af nyregistrerede køretøjer og deres gennemsnitlige levetider. I næste trin justeres det beregnede trafikarbejde med det specificerede input, så det specificerede trafikarbejde ligger til grund for prognosen.

Når trafikarbejdet for hvert prognoseår er fordelt på køretøjernes førsteregistreringsår, tilkobles basisemissionsfaktorerne. Faktorerne gælder for nye køretøjer, der starter med kold motor ved 20°C. I modellen korrigeres basisemissionsfaktorerne for motorslid og koldstart som en del af beregningsgangen.

Kompensationen for motorslid sker ved at regne forværrelsesfaktorer ind i basisemissionsfaktorerne for benzinpersonbiler og -varebiler. Forværrelsesfaktorerne er et udtryk for, hvor meget basisemissions-

faktorerne stiger, når køretøjerne har kørt 80.000 km. De forøgede emissioner ved koldstart beregnes som et tillæg til basisemissionsfaktoren. Tillægget beregnes som den temperaturafhængige overemission, når motoren er kold, delt med den gennemsnitlige turlængde.

I BILEMIS beregnes fordampningsemissionerne for benzinpersonbiler og -varebiler i tre situationer; under kørsel (running loss), når motoren netop er slukket (soak) og tankånding (diurnal). Fordampningsemissionerne under kørsel og åndingstabet beregnes kun for biler uden katalysator.

Fordampningsemissionerne er i høj grad afhængige af den øjeblikkelige udetemperatur og beregnes af denne grund for hver time i året. I modellen justeres de specificerede gennemsnitlige udetemperaturer med generelle temperaturkurver for timetemperaturer per døgn og for døgnmiddeltemperaturer per år.

Emissionsfaktorerne for de tre fordampningstyper ligger fast i BILEMIS. I alle faktorer indgår brændstoffets fordampningstryk. Emissionen under kørsel beregnes ved at kombinere emissionsfaktoren med den samlede kørsel for hvert prognoseår. Stop emissionen beregnes ud fra antallet af ture, der bestemmes som den samlede kørsel delt med den gennemsnitlige turlængde. Udover brændstoffets fordampningstryk afhænger åndingstabet i BILEMIS af summen af temperaturstigningerne over døgnet og brændstoffets maksimumtemperatur.

Sammenligning af modelmetoder

Beskrivelsen af beregningsprincipperne bag COPERT II og BILEMIS og brugen af modellerne til emissionsberegning leder frem til en kvalitativ sammenligning af modellernes beregningsmetoder og en overordnet vurdering af indflydelsen på de samlede emissionsresultater. Selvom COPERT II beregner emissioner på enkeltår og BILEMIS bruges til at opstille emissionsprognoser, kan modelmetoderne med visse forbehold sammenlignes for året 1994.

Ved beregningen af varme emissioner vil den principielle forskel i brugen af emissionsfaktorer have betydning for modellernes emissionsforskel. COPERT II bruger gennemsnitlige emissionsfaktorer for køretøjer med varm motor i trafikken i 1994. BILEMIS bruger i stedet emissionsfaktorer for nye køretøjer. Faktorerne gælder for en start med kold motor ved 20°C og korrigeres gennem prognoseperioden for motorslid.

Det faktiske valg af basisemissionsfaktorer og forværrelsesfaktorer i BILEMIS har også betydning for modellernes emissionsforskel. BILEMIS metoden til fordeling af prognoseårenes trafikarbejde på køretøjsalder vil også til en vis grad påvirke emissionsresultatet.

Ved beregning af koldstartemissionen er den afgørende forskel de anvendte kold/varm forhold (og sammenhørende varme emissionsfaktorer) i COPERT II og den ekstra emission beregnet for hver tur i BILEMIS. På trods af de to modellers forskellige beregningsmetode

for koldstart er udgangspunktet, at enhver tur startes med kold motor og tildeles en overemission.

Det er af mindre betydning for emissionsforskellen mellem modellerne, at BILEMIS beregner koldstartsemissionen ved udetemperaturer for hver time i året. Turantallet fordeles lige på alle årets timer i modellen. På denne måde udjævnes koldstartsemissionerne. Emissionsforskellen påvirkes heller ikke nævneværdigt, selvom BILEMIS bruger to gennemsnitlige turlængder, en for bykørsel og en for landkørsel. COPERT II bruger en gennemsnitlig vægtet turlængde, og dermed er antallet af ture ens for de to modeller.

COPERT II og BILEMIS beregner fordampningsemissioner for benzinbiler under kørsel, når motoren netop er slukket samt åndingstabet fra benzintanken som følge af døgnets temperaturvariation.

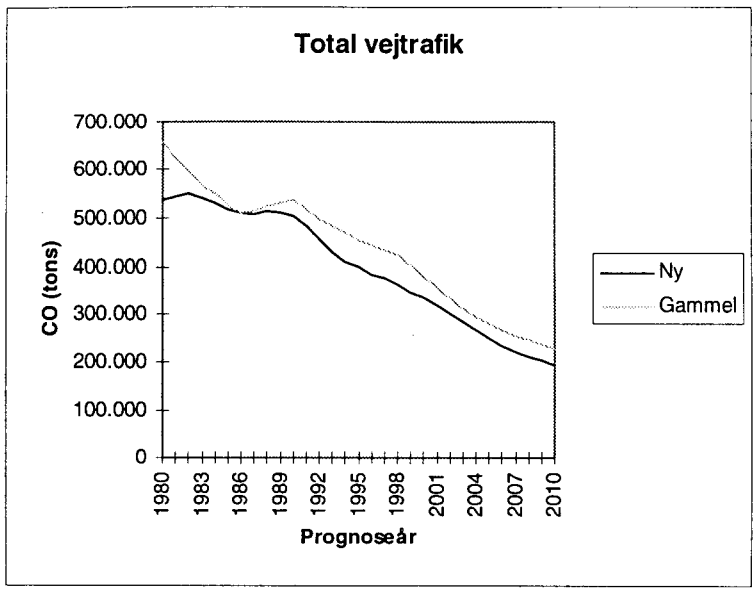
En overordnet gennemgang af de to modellers emissionsberegning viser, at stop emissionerne gradvist vil forsvinde i både COPERT II og BILEMIS igennem prognoseperioden. Dette sker i takt med at de konventionelle benzinbiler udskiftes. Af samme grund vil også fordampningsemissionerne under kørsel og åndingstabet blive nedbragt. Der vil stadig blive beregnet en begrænset mængde af de to emissionstyper i COPERT II, når hele benzinbilparken består af katalysatorbiler. Emissionsbidragene vil kun udgøre en lille del af den samlede kulbrinteemission.

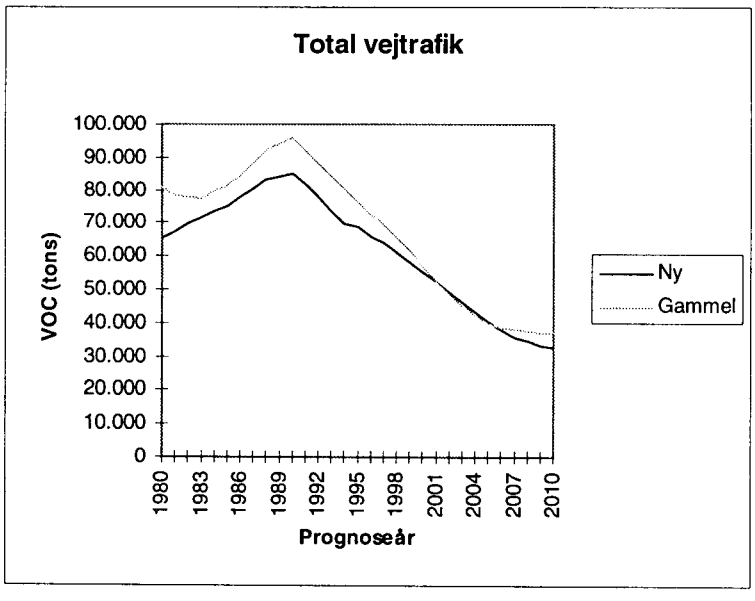
Den beregnede prognose

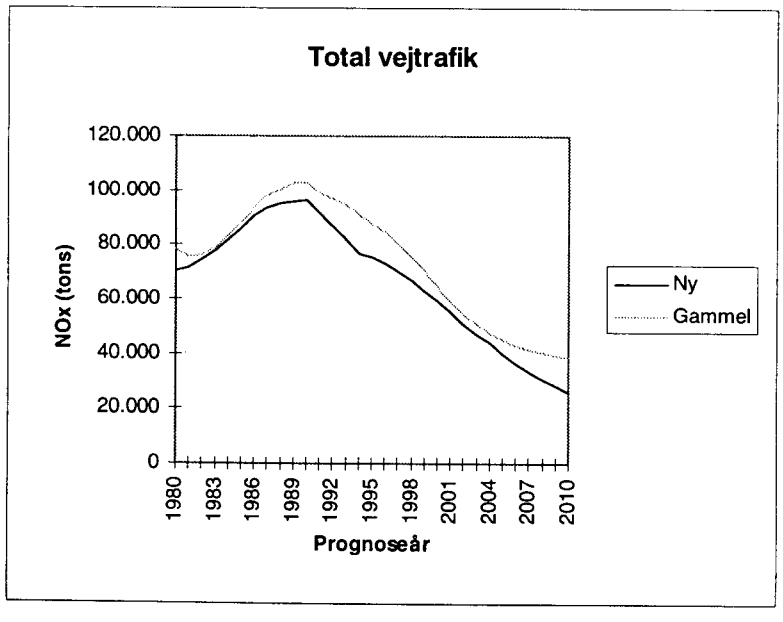
Forskellen mellem totalemissionerne fra COPERT II og BILEMIS for året 1994 er beregnet for prognosens syv køretøjskategorier. Den procentvise afvigelse udtrykker justeringsfaktoren, der bruges til at afstemme BILEMIS prognosen. Afstemningen gøres, så de to modellers totalemissioner er ens i 1994. Også justeringsfaktorerne fra den gamle prognose, se Sorenson (1993), er opstillet. Disse bruges sammen med ændringerne i emissionsfaktorer fra COPERT 90 til COPERT II til at forklare justeringsniveauet for den nye prognose.

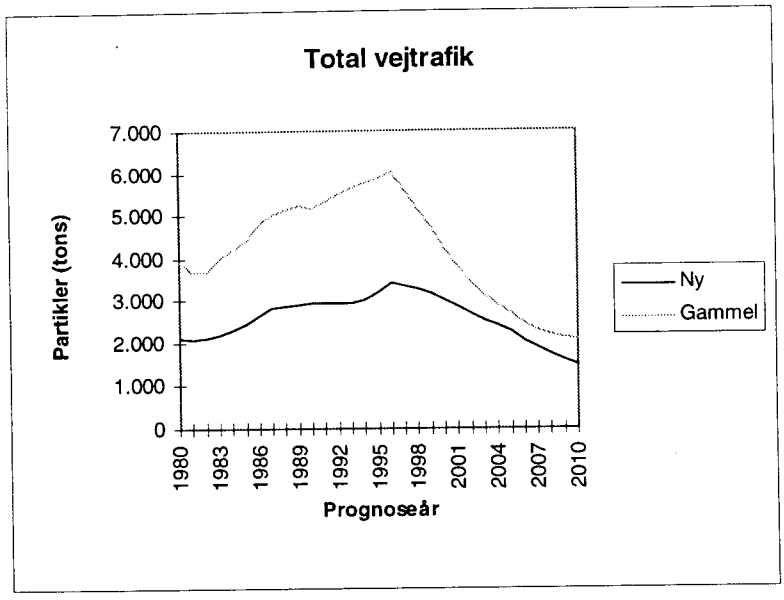
Den endelige prognose beregnes og sammenlignes også på figurer med den gamle prognose .

Kurverne for den gamle og nye prognose er ikke præcist parallelforskudte, hverken for hele vejtrafikken eller i de individuelle køretøjskategoriers tilfælde. Variationerne skyldes forskelle i størrelsen af trafikarbejdet og dets fordeling på køretøjsalder samt forskelle i EURO I-IV basisemissionsfaktorerne for den gamle og nye prognose.


Total vejtrafik
CO (tons)
700.000
600.000
500.000
400.000
300.000
200.000
100.000
0
1980
1983
1986
1989
1992
1995
1998
2001
2004
2007
2010
Prognoseår
Ny
Gammel


Total vejtrafik
VOC (tons)
100.000
90.000
80.000
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
0
1980
1983
1986
1989
1992
1995
1998
2001
2004
2007
2010
Prognoseår
Ny
Gammel


Total vejtrafik
NOx (tons)
120.000
100.000
80.000
60.000
40.000
20.000
0
1980
1983
1986
1989
1992
1995
1998
2001
2004
2007
2010
Prognoseår
Ny
Gammel



Størstedelen af vejtrafikkens CO-, VOC- og NO_x-udslip kommer fra de benzindrevne personbiler, og totalniveauerne er meget ens i den gamle og nye prognose. I den nye prognose stiger CO-udslippet en smule i starten af prognoseperioden pga. en kraftig vækst i emissionen fra dieselpersonbiler- og varebiler samt busser. Efter stigningen følger et fald i resten af prognoseårene. Emissionsfaldet bliver kraftigere efter 1990, hvor katalysatorkravet indføres for benzinpersonbiler. Domineret af benzinpersonbilernes emission stiger VOC- og NO_x-udslippet kraftigt frem til starten af 1990'erne og falder herefter jævnt af samme årsag som for CO.

Indtil i midten af 1990'erne er partikelemissionerne i den nye prognose meget lavere end i den gamle prognose. Totalemissionerne fra de to prognoser nærmer sig herefter hinanden. I den nye prognose stiger partikeludslippet frem til midten af 1990'erne. I senere prognoseår falder emissionen igen pga. indførelsen af EUROI-IV normerne for varebiler og tunge køretøjer. De fleste partikler emitteres fra dieselvarebiler, dog bidrager de tunge køretøjer også betydeligt til det samlede udslip.

Den nye emissionsprognose har beregnet markant lavere udslip af NO_x og partikler fra tunge køretøjer, pga. ny viden om NO_x- og partikelemissionsfaktorer for disse køretøjstyper.

Aggregerede emissionsfaktorer er også beregnet for de syv køretøjskategorier på basis af den endelige prognoses trafikarbejde og totalemissioner. Igennem prognoseperioden sker et generelt fald i emissionsfaktorerne. Faldet afspejler de skærpede emissionsnormer, der gradvist indføres i prognoseperioden.

English Summary

Objective

The objective of this report is to estimate a forecast of the CO, NO_x, VOC and particulate emissions of the road traffic with the forecast model BILEMIS for the period 1980-2010. This emission forecast replaces a former forecast, see Sorenson (1993). The new model is applied for seven vehicle categories: private cars and vans (petrol and diesel), lorries (under and over 16 tonnes total weight) and buses. As a part of the forecast adjustment the results of the emission forecast for the year 1994 have to be balanced with the estimated emissions from the emission model COPERT II which is the official model for calculation of the annual Danish road traffic emissions.

Another objective is to produce aggregated emission factors for all seven vehicle categories based on the estimated forecast. The emission factors are to be used for the Transport Council's revised calculation of the emissions of the transport sector. The forecast results will also be used to evaluate the reliability of a emission forecast estimated on the basis of the new German emission model TREMOD which is reported by Winther (1998).

Method

In this report the method is first to describe the data of the traffic and the vehicle fleet which is used in the emission models COPERT II and BILEMIS. The description of the traffic and vehicle fleet data deals with the underlying sources and methods to categorise data. The next step is to interpret the calculation methods of the two models and to estimate a BILEMIS emission forecast as well as the total emissions of 1994 with COPERT II. The emission estimations and the description of the applied methods lead to a qualitative evaluation of the differences of the two model methods.

Finally, the emission forecast estimated with BILEMIS will be adjusted so the total emissions of 1994 are consistent with the estimated emissions based on COPERT II. The forecast results will be discussed and compared with the previous forecast estimated with BILEMIS. Based on the adjusted forecast the aggregated emission factors for the seven vehicle categories will be estimated.

Traffic, vehicle fleet data and emissions models

To ensure consistency between the results of COPERT II and BILEMIS the same figures of traffic and vehicle fleet are used in the calculation of 1994. As input for the emission estimation the COPERT II has to have data regarding number of vehicles and annual driving in sub-categories grouped into fuel, age and engine size or total weight.

For the forecast estimation the BILEMIS has to have the number of new-registered vehicles, the mean life in the years towards and

during the forecast period together with the yearly traffic. The data of the new-registrations and lives will be used to project the vehicle fleet. Based on the vehicle fleet and an examination of the annual driving the traffic is estimated. Both COPERT II and BILEMIS have to have the traffic divided into road types, travelling speed and mean trip lengths.

In the COPERT model the hot emissions are estimated by combining the yearly traffic of the sub-categories with the emission factors of urban, rural and highway driving. The estimations of the cold start emissions (of private cars and vans) are based on the cold/hot emission relation and every month's driving with a cold engine. The running loss, the soak and the diurnal loss are also estimated for the petrol vehicles in the model. The estimation is based on the total driving, the number of trips, the maximum and minimum day-temperature of the month and temperature dependent vaporisation factors.

In the emission forecast BILEMIS estimates first the hot emissions by dividing the yearly traffic based on the vehicle age together with urban and highway driving and combines this with the emission factors of new vehicles (basis emission factors). Regarding the petrol vehicles the basis emission factors are adjusted according to engine wear with deteoriation factors depending on the total driving of the vehicles.

The mean outdoor temperatures of winter, spring/autumn and summer together with graphs of hourly temperatures per day and the mean daily temperatures per year are used to the cold start and vaporisation estimation. The cold start emissions are estimated by calculating a temperature dependent addition to the basis emission factor defined as the extra cold emission per trip divided with the trip length. The vaporisation emissions for the petrol vehicles are estimated on the basis of the emissions factors, the total driving, the number of trips and the temperature graphs which are adjusted to the months of the year.

The estimated forecast

The BILEMIS forecast is estimated for all seven vehicle categories and is adjusted with the difference (per cent) between the total emissions of COPERT II and BILEMIS from 1994. The final forecast is also compared to the former forecast.

The greatest part of the CO, VOC og NO_x emissions from the road traffic are due to the cars with petrol engines and the total levels are very alike in the former and the new forecast. In the new forecast the CO leak increases a little at the beginning of the forecast period due to a drastic increase of the emission from private cars and vans with diesel engines and busses. The increase is followed by a decrease in the rest of the forecast years. After 1990 the emission decrease is getting stronger as the catalytic converters are introduced for private cars with petrol engines. Dominated by the emissions from private cars with petrol engines the VOC and NO_x emission increases until

the beginning of the 1990s and afterwards it falls steadily due to the same cause as for the CO.

Until the mid 1990s the particulate emissions in the new forecast are much lower than compared with the former forecast. Subsequently the total emissions in the two forecast draw together. In the new forecast the particulate emission increases until the mid 1990s. In the following forecast years the emission decreases once again due to the introduction of the EURO I-IV standards for vans and heavy vehicles. Most of the particulate emissions are from diesel vans. However, also the heavy vehicles contribute considerably to the total emission.

The new emission forecast has estimated a significant lower emission of NO_x and particulate from heavy vehicles because of new knowledge about NO_x and particulate emission factors for these types of vehicles.

Aggregated emission factors are also estimated for the seven vehicle categories on the basis of the traffic and total emissions of the final forecast. Throughout the forecast period a general decrease in the emission factors appears. The decrease reflects the sharpened emission standards which gradually are introduced in the forecast period.

1 Indledning

Prognosemodellen BILEMIS er Miljøstyrelsens model til prognosticering af vejtrafikkens emissioner. Modellen er udviklet ved Institut for Energiteknik på DTH og er dokumenteret af Schramm og Sorenson (1990). En prognose for vejtrafikkens emissioner er beregnet med modellen for perioden 1980-2010, se Sorenson (1993). I prognosen er emissionerne af CO, VOC (med adskilt fordampningsbidrag), NO_x og partikler beregnet for diesel- og benzindrevne personbiler og varebiler. Prognosen indeholder også emissioner fra tunge køretøjer i kategorierne under og over 16 tons totalvægt.

Formålet med denne rapport er at udføre en ny prognoseberegning med BILEMIS. Den nye modelkørsel udføres for syv køretøjskategorier: personbiler og varebiler (benzin og diesel), lastbiler (under og over 16 tons totalvægt) og rutebusser. Når prognosen er beregnet, skal aggregerede emissionsfaktorer også opstilles for de syv køretøjskategorier i alle prognoseårene. Emissionsfaktorerne skal anvendes i Vejdirektoratets reviderede beregning af transportsektorens emissioner.

Rapporten er desuden en del af arbejdet med at vurdere emissionsresultater opnået med den tyske emissionsmodel TREMOD (Traffic Emission Estimation Model), dokumenteret i IFEU (1997). En vurdering af denne models anvendelighed til beregning af en dansk trafikemissionsprognose findes i Winther (1998, under udarbejdelse).

I den gamle BILEMIS prognose blev computermodellen COPERT 90, se CORINAIR (1993), brugt til at skalere BILEMIS resultaterne. COPERT 90 indeholdt gennemsnitlige emissionsfaktorer for trafikken i 1990 og beregnede de årlige nationale tal for vejtrafikkens emissioner til brug for CORINAIR emissionsopgørelsen (1996). Metoden til at justere BILEMIS prognosens resultater var at sammenligne BILEMIS emissionen i 1990 med vejtrafikkens totalemissioner beregnet med COPERT 90 for året 1990. Ud fra sammenligningen kunne BILEMIS prognoseresultaterne forskydes, så totalemissionerne blev ens i 1990 for de to modeller.

I tiden efter at den gamle prognose er beregnet, er en opdateret version af COPERT modellen blevet tilgængelig. Denne version, COPERT II, er beskrevet af Ahlvik m.fl. (1997) og bruger gennemsnitlige emissionsfaktorer for trafikken i 1994. Opdateringen af modellen har medført et skift i emissionsfaktorerne for visse køretøjstyper. Samtidig ændrer data sig for trafikken vedrørende trafikarbejde, antal førsteregistrerede køretøjer og gennemsnitlige levetider både for historiske og fremtidige år, i takt med at ny viden fremskaffes.

Den ny viden om trafikken og køretøjernes emissionsfaktorer danner basis for den nye BILEMIS prognoseberegning, der dokumenteres i denne rapport. I den nye prognose skaleres BILEMIS resultaterne ud fra beregningerne med COPERT II i 1994, så totalemissionerne for de to modeller er ens i dette år.

Fremgangsmåden i rapporten er først at beskrive data for trafikken og køretøjsbestanden, der bruges i emissionsmodellerne COPERT II og BILEMIS. Ved beskrivelsen af trafik- og bestandsdata lægges vægten på de bagvedliggende kilder og metoder til kategorisering af data. Forklaringen til datakilder og -metoder gives i to dele; første del omhandler COPERT II og anden del BILEMIS.

Når en beskrivelse af trafik- og bestandsdata er gjort, forklares beregningsmetoderne bag COPERT II og BILEMIS. Data- og metodebeskrivelserne leder frem til beregningen af en emissionsprognose med BILEMIS og totalemissioner for 1994 med COPERT II. Metodebeskrivelserne bruges også sammen med resultatet af emissionsberegningerne til kvalitativt at vurdere modellernes metodeforskelle. På samme sted gøres en overordnet vurdering af beregningsgangens indflydelse på emissionsresultaterne.

Afslutningsvist justeres emissionsprognosen beregnet med BILEMIS, så totalemissionerne for året 1994 passer med de beregnede emissioner i COPERT II. Prognoseresultaterne kommenteres og sammenlignes med den forrige prognose beregnet med BILEMIS. Ud fra den justerede prognose beregnes aggregerede emissionsfaktorer også for de syv køretøjskategorier.

Rapporten er opdelt i seks kapitler. I kapitel 1 sammenfattes rapportens formål og fremgangsmåde, de benyttede metoder og opnåede resultater. De anvendte trafikdata til brug for BILEMIS og COPERT II beskrives i kapitel 2. Derefter redegøres i kapitel 3 for metoden til beregning af totalemissioner for året 1994 med COPERT II. Princippet bag BILEMIS prognoseberegningen forklares i kapitel 4. I det efterfølgende kapitel 5 gøres diskussionen af metodeforskellene ved beregning af emissioner med BILEMIS og COPERT II. Metoden til at justere emissionsprognosen, prognosens resultater samt de beregnede aggreregerede emissionsfaktorer vises i kapitel 6.

En speciel tak skal lyde til Erik Iversen, Miljøstyrelsen for hans hjælp med at fremskrive basisemissionsfaktorerne i BILEMIS som input til prognoseberegningen, der dokumenteres i denne rapport.

2 Det trafikale datagrundlag

Ved den tidligere prognoseberegning, se Sorenson (1993), har det vist sig, at såvel den gamle COPERT version, COPERT 90, og BILEMIS skulle bruge data om køretøjsbestand og trafik på et detaljeringsniveau, der ikke forekommer i den officielle statistik. I arbejdet med den nye prognosekørsel er kravene til input for COPERT II's vedkommende yderligere blevet skærpet, idet detaljeringsgraden er udvidet i forhold til COPERT 90.

De høje krav til detaljeringen af inputdata har gjort det nødvendigt, både i den gamle men specielt også i den nye prognose, at belyse bestands- og trafikudviklingen gennem en række ikke fuldt sammenlignelige kilder. Skønnede data er også brugt i situationer, hvor ingen brugbare kilder har været umiddelbart tilgængelige. Da data er forbundet med nogen usikkerhed, må det derfor understreges, at de ikke uden videre kan benyttes i andre sammenhænge. Til trods for de nævnte forbehold vurderes det trafikale datagrundlag dog at være tilstrækkeligt detaljeret til, at data kan benyttes meningsfyldt i modellerne. Det vurderes også, at tallenes udvikling i vidt omfang beskriver den faktiske udvikling.

I dette kapitel angives hvilke hovedkilder og skøn, der ligger bag de to modellers trafik- og bestandsdata ved beregningen af den nye prognose. Udgangspunktet for *COPERT II* modellens input er det samlede trafikarbejde og den samlede bestand, hvorudfra der er gjort en række fordelinger. Som data for *BILEMIS* bruges udviklingen i trafikarbejdet, antal nyregistreringer og gennemsnitlige overlevelsestider historisk samt fremtidige forventninger til disse i prognoseperioden.

Ved tilvejebringelsen af trafik- og bestandsdata er der for COPERT II modellens vedkommende sørget for en indre datasammenhæng ved at tage udgangspunkt i samlede tal. Dermed er det sikret, at trafikarbejdet er det samme som produktet af årskørsler og bestande eller produktet af turlængder og turantal indenfor den enkelte køretøjskategori. For både COPERT II og BILEMIS er der også sikret en større sammenlignelighed mellem de indgående trafik- og bestandsdata i forhold til den tidligere prognosekørsel. Det gælder i den nye prognose, at de to modeller bruger de samme samlede trafikarbejder og køretøjsbestande i sammenligningsåret 1994.

Afsnit 2.1 i kapitlet omhandler beskrivelsen af kilderne til årskørsel og bestandsdata til brug for COPERT II. Tallene stammer fra Centralregistret for motorkøretøjer, Kørebogsundersøgelsen, Årskørselsundersøgelsen, 60-punktstællingen og Transportvaneundersøgelsen. En kortfattet gennemgang af metoden til opstilling af prognosedata for personbil- og godstrafik (varebiler og lastbiler) gives i afsnit 2.2.

På baggrund af tal for personbiler i basisåret 1994 illustreres databehovet til COPERT II for hhv. bestand og årskørsel i afsnit 2.3 og 2.4. Personbilernes trafikarbejde til brug for BILEMIS for alle årene i prognoseperioden er også vist i afsnit 2.4. Også til brug for BILEMIS

opstilles i de efterfølgende afsnit 2.5 og 2.6 personbilernes gennemsnitlige levealdre og antallet af nyregistreringer. Til sidst i kapitlet vises i afsnittene 2.7-2.9 trafikkens fordeling på by-, landevejs- og motorvejskørsel, rejsehastigheder og turlængder.

Alle køretøjskategoriers inputdata til COPERT II vedrørende bestande og gennemsnitlige årskørsler vises i kapitel 3, hvor COPERT II's beregningsmetode forklares. Inputdata er i visse tilfælde aggregeret som en tilpasning til COPERT II's køretøjsgruppering. I bilag II vises BILEMIS inputdata for antallet af nyregistreringer, gennemsnitlige levetider og trafikarbejde for alle køretøjerne i alle prognoseårene.

2.1 Analyser og kilder bag COPERT II data

Til brug for COPERT II modelkørslen skal køretøjsbestanden og den sammenhørende årskørsel bestemmes. I det følgende beskrives kortfattet de kilder og analyser, der danner baggrund for fordelingen af bestanden på underkategorier og den tilsvarende årskørsel.

2.1.1 Centralregisteret for motorkøretøjer

Vognparkens størrelse og fordeling på totalvægt, drivmiddel og alder bestemmes ud fra Centralregisteret for motorkøretøjer. De her benyttede tabeludtræk er dog baseret på Danmarks Statistiks bilregister, som benytter Centralregisteret for motorkøretøjer som kilderegister. Via Bilregisteret er det muligt at opgøre den samlede nationale motorvognpark. Opgørelsen afgrænses til køretøjer med en tilladelig maksimalhastighed på over 30 km/t og med tilladelse til kørsel på offentlig vej. Derudover indeholder Bilregistret antallet af påhængskøretøjer.

Da registeret omfatter samtlige køretøjer dækket af ovenstående definition, er usikkerheden minimal på den samlede opgørelse. Der knytter sig dog usikkerheder til underopdelingen af vognparken. Usikkerhederne optræder især, fordi vognparkens aldersmæssige sammensætning og fordeling på totalvægtsklasser har måttet vurderes ud fra andre kilder.

2.1.2 Kørebogsundersøgelsen

Danmarks Statistik anvender en kørebogsundersøgelse til belysning af godstransport udført af lastbiler med en totalvægt på mere end 6 tons. Undersøgelsen gennemføres som en kvartalsvis stikprøve af ca. 3.500 køretøjer. Til de udtrukne køretøjer uddeles selvudfyldelsesskemaer. Oplysninger vedrørende totalvægt, lasteevne og antal aksler for det enkelte køretøj udtrækkes fra Centralregisteret for Motorkøretøjer. I udfyldelsesskemaet opgøres for en uges kørsler hver enkelt turs start- og slutpunkt, turlængde og godsart. Endelig aflæses kilometertællerens stilling ved ugens start og slutning. Med udgangspunkt i den udtrukne stikprøve opregnes ud fra bilstørrelse og geografi det samlede nationale trafikarbejde og trafikarbejdet i forskellige størrelsesfordelinger.

2.1.3 Årskørselsundersøgelsen

På vegne af Trafikministeriet og Vejdirektoratet gennemførte Danmarks statistik i 1992 og 1993 en stikprøveundersøgelse af ca. 3.000 personbiler og 2.500 varebilers årskørsler. Oplysninger om køretøjernes alder, drivmiddel, egenvægt og geografiske karakteristika blev indhentet ved hjælp af Centralregisteret for Motorkøjer. I stikprøven blev spurgt om køretøjernes samlede kørsel (kilometertæller aflæsning), det skønnede kørselsomfang indenfor de seneste 12 måneder samt om kørslens karakter.

Stikprøveresultatet er herefter blevet opregnet til såvel en årlig gennemsnitlig årskørsel som en fordeling af årskørslen på forskellige undergrupperinger.

2.1.4 60-punktstællingen

Vejdirektoratet har siden 1982, i samarbejde med amterne og 8 kommuner, foretaget manuelle trafiktællinger i 60 faste, udvalgte punkter på vejnettet. Tællingerne gennemføres 2 gange årligt på alle 60 lokaliteter. De 60 lokaliteter er udvalgt med henblik på at belyse køretøjssammensætningen på vejnettet i forskellige by- og landområder og på forskellige vejkategorier. Vejnettet er opdelt i 10 kategorier, som repræsenterer typiske veje i henholdsvis by- og landområder. Ud fra 60-punktstællingerne kan den samlede vejtrafik beskrives fordelt på by- og landområder, vejkategorier og køretøjsarter.

2.1.5 Transportvaneundersøgelsen (TU)

Transportvaneundersøgelsen er en interview-undersøgelse, der søger at afdække danskernes persontransportvaner. Enkeltstående TU-undersøgelser har været foretaget tidligere - i 1976, 1981 og 1986 - men fra og med august 1992 er der blevet indsamlet data hver måned (bortset fra juli). Hver måned i perioden siden 1993 er der blevet gennemført interviews ud fra en stikprøve på ca. 1200-1500 personer pr. år. Interviewpersonerne er i alderen mellem 16 og 74 år. De interviewede stilles en række baggrundsspørgsmål samt spørgsmål om de enkelte ture foretaget dagen før interviewet. Derudover stilles også spørgsmål om ture over 100 km måneden før.

2.2 Analyser og kilder bag prognosedata

Fremskrivningen af det trafikale datagrundlag for BILEMIS prognoseberegningen er sket ud fra Vejdirektoratets generelle prognoseforudsætninger indenfor personbil- og godstrafikken. Vejdirektoratet forventer, at en gennemgang af disse forudsætninger udgives i en særskilt publikation i løbet af foråret 1998. I det følgende vil de overordnede principper for fremskrivningen dog blive beskrevet.

2.2.1 Persontransport

Fremskrivningen af trafikarbejdet for personbiler og varebiler under 2 ton foregår i to trin. Først fremskrives bestanden af person- og

varebiler under 2 tons totalvægt og dernæst beregnes disse køretøjers trafikarbejde.

Fremskrivningen af køretøjsbestanden gøres på basis af de enkelte bilårganges overlevelse i trafikken samt antallet af årlige nyregistreringer. Idet der ses bort fra omregistreringer og midlertidige afmeldinger, kan personbilbestanden år for år beregnes som: bestand ultimo året = overlevelse + nyregistreringer. I modellen fremkommer antallet af nyregistreringer i et givet år som en funktion af BFI, realrente, benzin- og oliepris, pris for reparation og vedligeholdelse samt pris for anskaffelse af ny bil.

Ideen i delmodellen for overlevelse er, at personbiler erfaringsmæssigt skrottes efter et årligt mønster, den såkaldte skrotningskurve. Når skrotningskurven følges, kan det forudsiges, hvor stor en andel af en given årgang nyregistrerede biler, der overlever i de følgende år i prognoseperioden. Dermed kan bestanden fastlægges år for år både med hensyn til størrelse og aldersmæssig sammensætning.

Ud fra bestandens størrelse beregnes personbilernes trafikarbejde ud fra den gennemsnitlige årskørsel fundet på basis af årskørselsundersøgelsen.

For den kollektive bustrafik er vidensgrundlaget for spinkelt til, at ændringer trafik- og bestandsdata kan begrundes. Antallet af nyregistrerede busser, deres levetider og det samlede trafikarbejde for fremtidige år i prognoseperioden er derfor fastholdt på et 1996 niveau.

2.2.2 Godstransport

I samarbejde med TetraPlan har Vejdirektoratet gennemført en analyse af udviklingen i den nationale godstransport på lastbil. Analysen er gjort med henblik på at opstille en prognose for vejgodstransporten frem til år 2016.

Der er gennemført analyser af forbindelsen mellem den økonomiske udvikling og vejgodstransporten for perioden 1996-2016. De herudfra dragne sammenhænge er efterfølgende sammenholdt med Finansministeriets forventninger til den langsigtede økonomiske udvikling. Koblingen har gjort det muligt at prognosticere en række forskellige udviklingsforløb for den fremtidige vækst. De forudsagte udviklingsforløb har videre været udgangspunktet ved fastlæggelsen af et centralt udviklingsforløb.

De primære kilder til at udlede sammenhængen mellem økonomisk vækst og godstransport har været følgende:

- Den økonomiske udvikling er bestemt ud fra udvikling i produktionsværdien opgjort i faste basispriser. Udviklingen er aggregeret indenfor 5 hovedgrupper.

- Den transportmæssige udvikling er opgjort ud fra analyser baseret på Danmarks Statistiks Kørebog.

Opdelingen i hovedgrupper gøres ud fra en erkendelse af, at den økonomiske udvikling i forskellige sektorer af økonomien ikke forløber ens. Også indenfor godstransporten gør dette forhold sig gældende. De enkelte sektorer er størrelsesmæssigt også meget forskellige opgjort såvel i kr. (produktionsværdi) som i tons. En analyse, der ikke søger at tage højde for størrelsesforskellene, vil uundgåeligt give et skævt billede af udviklingen.

Det har været en væsentlig forudsætning, at der i prognosearbejdet skulle tages hensyn til en bred forståelse af udviklingen i sektoren. Det er med andre ord ikke målet kun at lave en mekanisk fremskrivning af den historiske godstransportudvikling. Tværtimod skal der gennem analyser af den historiske udvikling fremdrages sammenhænge, der kan underbygge prognosen for fremtidige år.

2.3 Bestande

Bestanden af køretøjer fordelt på type, årgang, drivmiddel og totalvægt til brug for COPERT II er baseret på Danmarks Statistiks opgørelser med udgangspunkt i året 1994. Til brug for personbilernes fordeling på slagvolumen har Vejdirektoratet ud over egen faglig vurdering indhentet oplysninger fra en række brancheorganisationer vedrørende bilparkens fordeling på type, model og størrelse.

For lastbilerne er fordelingen på totalvægt foretaget på baggrund af bestandsopgørelsen af sololastbiler samt et skøn fra Vejdirektoratet vedrørende sættevognstrækkere og anhængeres fordeling baseret på Kørebogsundersøgelsen.

I opgørelsen indgår således alle sættevognstrækkere i gruppen af køretøjer med totalvægt større end 32 tons, mens lastbiler med anhænger indgår i den totalvægtskategori som lastbilens egen totalvægt berettiger til.

I tabel 2.1 er den underopdelte bestand af personbiler for året 1994 vist som eksempel. Bestanden fra tabellen samles i visse alderskategorier som input til COPERT II beregningen. Denne bestandsopdeling forklares i kapitel 3.

Tabel 2.1 Bestanden af personbiler fordelt på drivmiddel, slagvolumen og alder 1994.

	Benzin			Diesel		
Nyreg. år	0 - 1,4	1,4-2	>2	0 - 1,4	1,4-2	>2
<1970	39.959	31.079	2.960	2.146	1.669	159
1970	2.356	1.833	175	127	98	9
1971	2.517	1.876	183	135	101	10
1972	3.179	2.271	227	171	122	12
1973	5.248	3.748	375	282	201	20
1974	4.150	2.912	218	223	156	12
1975	7.427	5.082	521	399	273	28
1976	14.170	9.528	733	761	512	39
1977	17.492	11.762	905	939	632	49
1978	24.203	15.588	1.231	1.300	837	66
1979	29.392	18.931	1.495	1.578	1.017	80
1980	20.726	12.781	1.036	1.113	686	56
1981	25.460	15.276	1.697	1.367	820	91
1982	34.230	20.886	2.901	1.838	1.122	156
1983	53.776	29.973	4.408	2.888	1.610	237
1984	68.268	38.051	5.596	3.666	2.043	301
1985	83.294	46.426	6.827	4.473	2.493	367
1986	87.189	54.117	9.020	4.682	2.906	484
1987	64.791	41.332	5.585	3.479	2.220	300
1988	45.721	30.481	4.011	2.455	1.637	215
1989	39.229	28.530	3.566	2.107	1.532	192
1990	38.931	31.586	2.938	2.091	1.696	158
1991	38.143	34.328	3.814	2.048	1.844	205
1992	37.087	36.315	3.863	1.992	1.950	207
1993	35.227	37.525	3.829	1.892	2.015	206
1994	57.533	66.686	6.538	3.090	3.581	351

2.4 Årskørsler og trafikarbejde

COPERT II-modellen behøver en fordeling af den gennemsnitlige årskørsel på køretøjsalder og det benyttede drivmiddel. For personbiler og varebiler under 2 tons er årskørslerne fordelt på drivmiddel og alder på baggrund af årskørselsundersøgelsen 1993. Aldersprofilen for årskørslen fra årskørselsundersøgelsen er til brug for denne undersøgelse udjævnet og skaleret, således at den gennemsnitlige årskørsel stemmer overens med det samlede trafikarbejde.

Årskørslernes underfordeling på de enkelte totalvægtsklasser for vare- og lastbiler større end 2 tons er baseret på de officielle trafikarbejdsdata samt på Kørebogsundersøgelsens inddeling. Oplysnin-

gerne er sammenholdt med bestandsopgørelserne fra Danmarks Statistik. Hverken for varebiler, lastbiler eller busser er der benyttet en aldersmæssig fordeling af årskørslen.

For personbiler er den opdelte årskørsel for 1994 vist som eksempel i tabel 2.2. Årskørslen samles efter COPERT II modellens alderskategorier i kapitel 3.

Tabel 2.2 Årskørsler for personbiler fordelt på drivmiddel og alder 1994.

Nyreg.år	Benzin	Diesel	Nyreg.år	Benzin	Diesel
<1970	12.349	21.672	1982	15.109	26.517
1970	12.349	21.672	1983	15.109	26.517
1971	12.349	21.672	1984	16.810	29.503
1972	12.349	21.672	1985	17.418	30.569
1973	12.349	21.672	1986	18.069	31.711
1974	12.349	21.672	1987	18.797	32.988
1975	12.349	21.672	1988	20.441	35.875
1976	12.349	21.672	1989	20.929	36.731
1977	12.349	21.672	1990	21.415	37.584
1978	12.349	21.672	1991	23.940	42.015
1979	15.109	26.517	1992	24.350	42.736
1980	15.109	26.517	1993	25.979	45.594
1981	15.109	26.517	1994	26.882	47.179

BILEMIS bruger udelukkende trafikarbejdet i de enkelte år i prognoseperioden, baseret på Vejdirektoratets forventninger til trafikudviklingen. For personbiler er trafikarbejdet brugt i prognosen vist som eksempel i tabel 2.3.

Tabel 2.3 Trafikarbejdet for personbiler i prognoseperioden.

	Benzin	Diesel		Benzin	Diesel
År	Mio. km	Mio. km	År	Mio. km	Mio. km
1980	20.300	1.055	1996	32.652	3.077
1981	-	-	1997	33.405	3.148
1982	-	-	1998	33.893	3.194
1983	-	-	1999	34.228	3.226
1984	-	-	2000	34.437	3.246
1985	-	-	2001	34.674	3.268
1986	-	-	2002	35.036	3.302
1987	-	-	2003	35.535	3.349
1988	27.002	2.545	2004	36.264	3.418
1989	27.281	2.571	2005	36.789	3.467
1990	27.473	2.589	2006	37.353	3.521
1991	28.176	2.656	2007	37.923	3.574
1992	28.599	2.695	2008	38.466	3.625
1993	28.541	2.690	2009	38.934	3.670
1994	29.759	2.805	2010	39.241	3.698
1995	31.667	2.985	-	-	

2.5 Gennemsnitlig levealder

For personbiler samt varebiler mindre end 2 tons er den gennemsnitlige levealder beregnet ud fra Danmarks Statistiks opgørelser af nyregistreringer og afmeldinger fordelt på de enkelte årgange. Levetiden angives således som det tidspunkt, hvor 50 pct. af en årgang vil være afregistreret.

Til brug for undersøgelsen af levealderens betydning for bestandsudviklingen har Vejdirektoratet analyseret personbil- og varebilparken under 2 tons. Resultatet af analysen betyder, at der i forhold til tidligere kørsler er sket en revision af såvel angivelsen af historiske levealdre som fremtidige forventninger til levealderens udvikling. For varebiler, lastbiler og busser er den angivne gennemsnitlige levealder i prognoseperioden skønnet på baggrund af branchetilkendegivelser.

Som input til BILEMIS er personbilernes gennemsnitlige levetider vist som eksempel i tabel 2.4. Levetiderne er opstillet for hver førsteregistreringsårgang i prognoseperioden.

Tabel 2.4 Personbilers levetider for hver førsteregistreringsårgang i prognoseperioden.

År	Benzin	Diesel	År	Benzin	Diesel
1965	11,0	10,0	1990	6,3	16,3
1966	11,0	10,0	1991	16,4	16,4
1967	12,0	10,0	1992	16,4	16,4
1968	13,0	10,0	1993	16,5	16,5
1969	12,0	10,0	1994	16,5	16,5
1970	12,9	12,9	1995	16,6	16,6
1971	13,1	13,1	1996	16,7	16,7
1972	13,7	13,7	1997	16,7	16,7
1973	13,7	13,7	1998	16,8	16,8
1974	13,3	13,3	1999	16,8	16,8
1975	13,1	13,1	2000	16,9	16,9
1976	13,7	13,7	2001	17,0	17,0
1977	14,1	14,1	2002	17,0	17,0
1978	15,1	15,1	2003	17,1	17,1
1979	15,4	15,4	2004	17,1	17,1
1980	15,0	15,0	2005	17,2	17,2
1981	15,8	15,8	2006	17,3	17,3
1982	15,8	15,8	2007	17,3	17,3
1983	15,9	15,9	2008	17,4	17,4
1984	16,0	16,0	2009	17,4	17,4
1985	16,0	16,0	2010	17,5	17,5
1986	16,1	16,1	-	-	-
1987	16,1	16,1	-	-	-
1988	16,2	16,2	-	-	-
1989	16,3	16,3	-	-	-

2.6 Nyregistreringer

Nyregistreringer af de enkelte køretøjstyper er for de historiske år i prognoseperioden baseret på Danmarks statistiks opgørelser af nyregistreringer samt årgange af "Vejtransport i tal og tekst".

Vejdirektoratet har angivet det forventede antal nyregistreringer i prognoseperioden på baggrund af en analyse af udviklingen i bestanden af personbiler og varebiler under 2 tons, herunder antallet af nyregistreringer. For varebiler over 2 tons samt lastbiler er antallet af nyregistreringer i prognoseperioden beregnet med udgangspunkt i den historiske udvikling og i den forventede vækst i transportsektoren. For busser gælder at antallet af nyregistreringer er fastholdt på 1996-niveau.

I tabel 2.5 er antallet af nyindregistrerede personbiler til brug for BILEMIS vist som eksempel. Der er gjort en fordeling på drivmiddel og alder for alle årene i prognoseperioden.

Tabel 2.5 Nyindregistrerede personbiler fordelt på drivmiddel og alder i prognoseperioden.

År	Benzin	Diesel	År	Benzin	Diesel
1965	95.300	1.900	1990	80.040	4.298
1966	111.500	2.300	1991	82.587	4.435
1967	107.600	2.200	1992	82.835	4.448
1968	104.300	2.100	1993	80.772	4.338
1969	134.100	2.700	1994	135.488	7.276
1970	110.314	5.924	1995	131.871	7.082
1971	106.726	5.732	1996	138.176	7.421
1972	102.585	5.509	1997	106.465	5.717
1973	140.729	7.558	1998	117.052	6.286
1974	85.045	4.567	1999	111.486	5.987
1975	120.978	6.497	2000	109.663	5.889
1976	157.716	8.470	2001	112.600	6.047
1977	141.360	7.591	2002	118.761	6.378
1978	131.920	7.085	2003	121.344	6.517
1979	126.356	6.786	2004	126.513	6.794
1980	74.299	3.990	2005	121.231	6.510
1981	71.508	3.840	2006	123.318	6.623
1982	85.486	4.591	2007	124.821	6.703
1983	115.187	6.186	2008	123.859	6.652
1984	133.247	7.156	2009	123.236	6.618
1985	155.692	8.361	2010	122.768	6.593
1986	166.851	8.960			
1987	123.021	6.607			
1988	87.992	4.725			
1989	78.095	4.194			

2.7 Trafikfordeling og rejsehastigheder

Den skønnede procentvise fordeling af by-, land- og motorvejstrafikken er beregnet på baggrund af Vejdirektoratets 60-punkttællinger. Kategoriopdelingen af køretøjer i 60-punktstællingerne er ikke i overensstemmelse med de benyttede i COPERT II. Trafikkens fordeling på by, land og motorvejskørsel ud fra 60-punktstælleprogrammet er derfor efterfølgende justeret til brug for COPERT II kørslen. Justeringen har medført, at den nye trafikfordeling ikke er i fuld overensstemmelse med trafikfordelingen ud fra de oprindelige trafiktællinger.

Trafikarbejdets fordeling på by-, land og motorvej i 1994 er vist i tabel 2.6.

Tabel 2.6 Trafikarbejdets fordeling på kørselstyper i 1994.

Kategori	Kørselsfordeling [%]			Rejsehastighed [km/h]		
	By	Land	Motorvej	By	Land	Motorvej
Personbiler	38	47	16	40	70	100
Varebiler	36	50	14	40	65	80
Lastbiler 3,5-16 tons	32	49	19	35	60	80
Lastbiler > 16 t.ons	18	46	36	35	60	80
Rutebusser	52	41	7	30	50	70
Turistbusser	32	49	19	35	60	80
Motorcykler	47	39	14	40	70	100

Trafikarbejdsfordelingen bruges af COPERT II og BILEMIS til at koble det kørte antal km på vejtypen med emissionsfaktoren, der gælder for kørsel på denne vejtype, jf. kapitel 3 og 4. BILEMIS modellen skelner dog kun mellem kørsel i by og på land og bruger for landkørsel summen af den procentvise kørsel for land og motorvej fra tabellen.

De angivne gennemsnitlige hastigheder for by, land og motorvejstrafik er også vist i tabel 2.6. Hastighederne er opgjort med udgangspunkt i erfaringer fra Vejdirektoratets trafikmodelarbejde samt i Vejdirektoratets hastighedsmålingsprogram under publicering i bl.a. "Hastighedsrapport" fra Vejdirektoratet (1998). Rejsehastighederne på de tre vejkategorier bruges i COPERT II til at udvælge de rigtige emissionsfaktorer ved emissionsberegningen, jf. kapitel 3.

2.8 Turlængder

I tabel 2.7 er angivet de gennemsnitlige turlængder for personbiler, varebiler mellem 2 og 6 tons og lastbiler større end 6 tons. Turlængderne er angivet ved hhv. land- og bykørsel. For personbiler er de angivne turlængder baseret på udtræk af Transportvaneundersøgelsen. Turlængdeopgørelserne for de øvrige køretøjskategorier er baseret på Kørebogsundersøgelsens tur- og trafikarbejdsangivelser.

Turlængderne bruges både af COPERT II og BILEMIS, jf. kapitel 3 og 4, ved beregningen af de ekstra emissioner ved koldstart og fra fordampning. I COPERT II bruges det vægtede gennemsnit som input, mens de angivne turlængder for by- og landkørsel bruges i BILEMIS prognosen.

Tabel 2.7 Gennemsnitlige turlængder ved kørsel i land og by 1994.

Kategori	Turlængder		
	By	Land	Gennemsnit
Personbiler	6,5	23	15
Varebiler 2 - 6 tons	6,5	23	15
Lastbiler > 16 tons	40	100	70

3 Beregningsmetode for totalemissioner i COPERT II

I CORINAIR emissionsopgørelsen (1996) bruges computermodellen COPERT II til årlige nationale beregninger af vejtrafikkens emissioner. Modellen er beskrevet af Ahlvik m.fl. (1997) og afløser en tidligere modelversion COPERT 90, se CORINAIR (1993). Forskellen mellem de to modeller er bl.a. de benyttede emissionsfaktorer. Som emissionsfaktorer bruges i COPERT 90 in-use faktorer fra 1990, mens in-use faktorer fra 1994 bruges i den nye version.

I COPERT II er ikke bare emissionsfaktorerne ændret. En mere detaljeret opdeling af tunge køretøjer og tohjulere er også gjort hhv. på totalvægte og motorstørrelser. Også rute- og turistbusser har fået selvstændige kategorier i den nye version. Ved brug af COPERT II er det også muligt at variere de tunge køretøjers lastegrader og hældningen af vejnettet, hvor kørslen afvikles. De to variationsmuligheder bruges dog ikke ved totalemissionsberegninger for den danske trafik.

I dette kapitel forklares beregningsmetoden for totalemissioner i COPERT II for året 1994 med fokus på CO, VOC, NO_x og partikler, og emissionsresultater for komponenterne vises. Emissionsresultaterne er ikke identiske med officielle danske tal opgjort i CORINAIR regi.

Forskellen skyldes, at det specificerede trafikarbejde ikke justeres i nærværende rapport. Justeringen foretages normalt som en del af afstemningen af vejtrafikkens beregnede energiforbrug i forhold til Energistyrelsens energi statistiske opgørelser.

Beregningerne af emissioner i COPERT II opdeles i emissioner for varme motorer, de ekstra emissioner ved koldstart samt fordampningen af kulbrinter. Den sidste emissionstype udledes fra benzinbiler under kørsel og når bilerne ikke benyttes.

3.1 Varme emissioner

Emissioner fra kørsel med varm motor beregnes ved at kombinere antallet af køretøjer og deres årskørsel med hastighedsafhængige emissionsfaktorer.

I tabellerne 3.1 og 3.2 ses oplysninger om køretøjsbestanden i årgangsgrupper for hhv. personbiler, varebiler, lastbiler, busser og tohjulede køretøjer i 1994. Årgangsgrupperne er underinddelt efter emissionsregulativerne, der var gældende ved køretøjernes førsteregistrering.

Opdelingen på de enkelte køretøjstyper m.h.t. motorstørrelse, drivmiddel, årgang, antal og deres årskørsel er nærmere forklaret i kapitel 2.

Tabel 3.1 Køretøjsbestanden for personbiler fordelt på størrelse og emissionsregulativ (årgang) samt de respektive antal og årskørsel i beregningsåret 1994.

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	Årgang	Antal	Årskørsel
Personbiler	< 1,4 l. benzin	PRE ECE	før 1970	39.959	12.349
		ECE 15/00-01	1970-1978	80.742	12.349
		ECE 15/02	1979-1980	50.119	15.109
		ECE 15/03	1981-1985	261.998	16.266
		ECE 15/04	1986-31.09.1990	265.860	19.428
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996	177.991	25.211
		94/12/EEC (EURO II)	1997-2000	-	-
		EURO III[1)]	2001-	-	-
	1,4-2,0 l. benzin	PRE ECE	før 1970	31.079	12.349
		ECE 15/00-01	1970-1978	54.600	12.349
		ECE 15/02	1979-1980	31.712	15.109
		ECE 15/03	1981-1985	150.612	16.266
		ECE 15/04	1986-31.09.1990	176.045	19.428
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996	184.854	25.211
		94/12/EEC (EURO II)	1997-2000	-	-
		EURO III[1)]	2001-	-	-
	> 2,0 l. benzin	PRE ECE	før 1970	2.960	12.349
		ECE 15/00-01	1970-1978	4.567	12.349
		ECE 15/02	1979-1980	2.531	15.109
		ECE 15/03	1981-1985	21.429	16.266
		ECE 15/04	1986-31.09.1990	15.120	19.428
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996	28.044	25.211
		94/12/EEC (EURO II)	1997-2000	-	-
		EURO III[1)]	2001-	-	-
	< 2,0 l. diesel	Konventionel	Før 1.10.1990	62.139	29.501
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996	18.412	44.800
		94/12/EEC (EURO II)	1997-2000	-	-
		EURO III[1)]	2001-	-	-
	> 2,0 l. diesel	Konventionel	Før 1.10.1990	3.040	29.501
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996	969	44.800
		94/12/EEC (EURO II)	1997-2000	-	-
		EURO III[1)]	2001-	-	-
	LPG	Konventionel	Før 1.10.1990	289	16.266
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996	-	-
		94/12/EEC (EURO II)	1997-2000	-	-
		EURO III[1)]	2001-	-	-
	2-takt	Konventionel		3.029	16.266

1) EURO III emissionsregulativet er vedtaget i EU, men har ikke fået en endelig betegnelse

Tabel 3.2 Køretøjsbestanden for varebiler, lastbiler, busser og tohjulede køretøjer fordelt på størrelse og emissionsregulativ (årgang) samt de respektive antal og årskørsel i beregningsåret 1994.

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	Årgang	Antal	Årskørsel
Varebiler	Benzin	Konventionel	Før 1.10.1994	47.261	23.985
		93/59/EEC (EURO I)	1.10.1994 - 1.10.1998	-	-
		96/69/EEC (EURO II)	1.10.1998 og frem	-	-
	Diesel	Konventionel	Før 1.10.1994	173.650	23.985
		93/59/EEC (EURO I)	1.10.1994 - 1.10.1998	-	-
		96/69/EEC (EURO II)	1.10.1998 og frem	-	-
Lastbiler	Benzin > 3,5 tons	Konventionel		279	31.868
	Diesel 3,5-7,5 tons	Konventionel	Før 1.10.1993	5.205	33.670
		91/542/EEC (EURO I)	1.10.1993-31.09.1996	497	33.670
		91/542/EEC (EURO II)	1.10.1996 og frem	-	-
	Diesel 7,5-16 tons	Konventionel	Før 1.10.1993	10.482	24.758
		91/542/EEC (EURO I)	1.10.1993-31.09.1996	1.001	24.758
		91/542/EEC (EURO II)	1.10.1996 og frem	-	-
	Diesel 16-32 tons	Konventionel	Før 1.10.1993	13.283	34.417
		91/542/EEC (EURO I)	1.10.1993-31.09.1996	1.268	34.417
		91/542/EEC (EURO II)	1.10.1996 og frem	-	-
	Diesel > 32 tons	Konventionel	Før 1.10.1993	11.664	34.417
		91/542/EEC (EURO I)	1.10.1993-31.09.1996	1.114	34.417
		91/542/EEC (EURO II)	1.10.1996 og frem	-	-
Rutebusser		Konventionel	Før 1.10.1993	4.083	57.490
		91/542/EEC (EURO I)	1.10.1993-31.09.1996	390	57.490
		91/542/EEC (EURO II)	1.10.1996 og frem	-	-
Turistbusser		Konventionel	Før 1.10.1993	2.927	54.865
		91/542/EEC (EURO I)	1.10.1993-31.09.1996	280	54.865
		91/542/EEC (EURO II)	1.10.1996 og frem	-	-
Knallerter	< 50 cc.	Konventionel	Før 18. august 1999	105.000	3.300
		97/24/EEC (EURO I)	18. august 1999	-	-
		97/24/EEC (EURO II)	18. august 2002	-	-
Motorcykler	2-takt > 50 cc.	Konventionel	Før 18. august 1999	7.406	8.000
		97/24/EEC	18. august 1999	-	-
	4-takt < 250 cc.	Konventionel	Før 18. august 1999	8.394	8.000
		97/24/EEC	18. august 1999	-	-
	4-takt 250-750 cc.	Konventionel	Før 18. august 1999	23.083	8.000
		97/24/EEC	18. august 1999	-	-
	4-takt > 750 cc.	Konventionel	Før 18. august 1999	10.492	8.000
		97/24/EEC	18. august 1999	-	-

Køretøjsopdelingen i COPERT 90 modellen fremgår af tabel 3.3.

Tabel 3.3 Køretøjsbestanden opdelt i kategorier i COPERT 90.

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	Årgang
Personbiler	< 1,4 l.	PRE ECE	før 1970
		ECE 15/00-01	1970-1978
		ECE 15/02	1979-1980
		ECE 15/03	1981-1985
		ECE 15/04	1986-31.09.1990
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996
	1,4-2,0 l.	PRE ECE	før 1970
		ECE 15/00-01	1970-1978
		ECE 15/02	1979-1980
		ECE 15/03	1981-1985
		ECE 15/04	1986-31.09.1990
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996
	> 2,0 l.	PRE ECE	før 1970
		ECE 15/00-01	1970-1978
		ECE 15/02	1979-1980
		ECE 15/03	1981-1985
		ECE 15/04	1986-31.09.1990
		91/441/EEC (EURO I)	1.10.1990-1996
	< 2,0 l. diesel	Konventionel	Før 1.10.1990
	> 2,0 l. diesel	Konventionel	Før 1.10.1990
	LPG	Konventionel	
	2-takt	Konventionel	
Varebiler	Benzin	Konventionel	Før 1.10.1994
	Diesel	Konventionel	Før 1.10.1994
Tunge køretøjer	Benzin > 3,5 tons	Konventionel	
	Diesel 3,5-16 tons	Konventionel	Før 1.10.1993
	Diesel > 16 tons	Konventionel	Før 1.10.1993
Knallerter	< 50 cc.	Konventionel	
Motorcykler	2-takt > 50 cc.	Konventionel	
	4-takt > 50 cc.	Konventionel	

Af tabellerne 3.1-3.3 ses, at antallet af køretøjskategorier i COPERT II modellen er blevet udvidet i forhold til COPERT 90. I stedet for tre kategorier af tunge køretøjer er der i den nye version fem kategorier. Diesellastbilerne inddeles i fire vægtklasser. I den nye version er også rute- og turistbusser repræsenteret med egne kategorier. Disse var før indeholdt i gruppen tunge køretøjer i COPERT 90. Motorcyklerne er også bedre opdelt i COPERT II. Den nye COPERT version indeholder tre kategorier af 4-takt motorcykler mod en kategori i den gamle modelversion.

I modsætning til COPERT 90 er det også muligt i COPERT II at beregne emissionerne fra køretøjer førstegangsregisteret efter 1994. De fremtidige emissionsfaktorer er nedskrevet ud fra in-use faktorerne i 1994.

De strengere emissionskrav afløser gradvist de gamle normer for både personbiler, varebiler, tunge køretøjer og tohjulede køretøjer. For alle personbiler trådte 94/12/EEC direktivet i kraft d. 1. januar 1997, og en yderligere skærpelse forventes i år 2001 (EC Proposal I). Nye emissionsnormer for varebiler er trådt i kraft fra d. 1. oktober 1994 og skærpes yderligere d. 1. oktober 1998 (96/69/EEC). Fra d. 1. oktober 1996 er kravene til tunge køretøjers emissioner (lastbiler og busser) yderligere strammet med EURO II normen (91/542/EEC Stage II). For tohjulede køretøjer strammes emissionskravene med implementeringen af 97/24/EEC direktivet.

Ved emissionsberegningen skal årskørslen opdeles i by-, land- og motorvejskørsel og sammenhørende hastigheder for at COPERT II kan udvælge de rigtige emissionsfaktorer. Opdelingen er forklaret i kapitel 2. De benyttede emissionsfaktorer er opstillet i bilag 1.

3.2 Kolde emissioner

Når de varme emissioner er beregnet, kan de ekstra emissioner beregnes for bilernes koldstarter. Beregningerne gennemføres ved at bruge den varme emissionsfaktor i kombination med det temperaturafhængige forhold mellem emissionsfaktorerne, når motoren er hhv. kold og varm.

Kold/varm forholdet, der varierer for årets måneder, er opstillet i nedenstående tabel, for de køretøjskategorier koldstartsberegningen gælder for.

Tabel 3.4 Kold/varm forhold for konventionelle benzinbiler, katalysator-, diesel- og LPG biler i COPERT II.

Kategori	Komponent (i)	Kold/varm forhold (e_{cold}/e_{hot})
Konventionel	CO	$3{,}7 - 0{,}09 \cdot t_a$
	NO_x	$1{,}14 - 0{,}006 \cdot t_a$
	VOC	$2{,}8 - 0{,}06 \cdot t_a$
Katalysator	CO	$9{,}04 - 0{,}09 \cdot t_a$
	NO_x	$3{,}66 - 0{,}006 \cdot t_a$
	VOC	$12{,}59 - 0{,}06 \cdot t_a$
Diesel	CO	$1{,}9 - 0{,}03 \cdot t_a$
	NO_x	$1{,}3 - 0{,}013 \cdot t_a$
	VOC	$3{,}1 - 0{,}09 \cdot t_a$
	Partikler	$3{,}1 - 0{,}1 \cdot t_a$
LPG	CO	$3{,}66 - 0{,}09 \cdot t_a$
	NO_x	$0{,}98 - 0{,}006 \cdot t_a$
	VOC	$2{,}24 - 0{,}06 \cdot t_a$

I COPERT II antages, at alle ture starter kolde. Ud fra en gennemsnitlig turlængde, l_{trip}, på 15 km, jf kapitel 2, og månedernes udetemperatur, t_a, kan procentdelen af kørslen for hver måned, β_m, med kold motor beregnes med følgende formel 1 indbygget i COPERT II. Modellen fordeler årskørslen ligeligt ud på årets måneder.

$$\beta_m = 0{,}647 - 0{,}025 \cdot l_{trip} - (0{,}00974 - 0{,}000385) \cdot l_{trip}) \cdot t_a \qquad (1)$$

Herefter beregnes de ekstra emissioner ved koldstart for hver måned af COPERT II med følgende formel 2. Formlen bruges for alle køretøjskategorier. Koldemissionen af komponenten i pr. måned m kaldes $E_{i,m}$,og den månedlige kørsel for køretøjskategorien benævnes k_k. Den koldkørte del β_m og kold/varm forholdet (e_{cold}/e_{hot}) beregner modellen med hhv. formel 1 og formlerne angivet i tabel 4.4.

$$E_{i,m} = \sum_k (\beta_m \cdot k_k) \cdot e_{hot_{i,k}} \cdot (\frac{e_{cold}}{e_{hot}} - 1)_{i,k,m} \qquad (2)$$

Emissionerne for hele året fås ved at opsummere emissionerne for alle årets måneder.

3.3 Emissioner ved fordampning

Der er tre typer af fordampningsemissioner fra benzinmotorer. Fordampning opstår under kørsel (running loss), når motoren netop er slukket (hot og warm soak) og som åndingstab fra benzintanken pga. døgnets temperaturvariation (diurnal loss). I tabel 3.5 er ligningerne til beregning af de tre fordampningstyper opstillet.

I tabellen bruges emisssionsfaktorer gældende uden fordampningskontrol for benzinbiler uden katalysator. Som emissionsfaktorer for katalysatorbiler bruges de angivne værdier med fordampningskontrol. Alle katalysatorbiler antages som udgangspunkt at være udstyret med et direkte benzinindsprøjtningssystem, og der regnes derfor ikke med hot og warm soak emissioner for denne køretøjskategori.

Tabel 3.5. Emissionsfaktorer for de tre fordampningstyper i COPERT II.

Emissionstype	Uden fordampningskontrol	Med fordampningskontrol
Diurnal	$9{,}1 \cdot \exp(0{,}0158 \cdot (RVP - 61{,}2) + 0{,}0574 \cdot (t_{a,min} - 22{,}5) + 0{,}0614 \cdot (t_{a,rise} - 11{,}7)$	0,2 uden fordampningskontrol
Warm soak	$\exp(-1{,}644 + 0{,}0993 \cdot RVP + 0{,}07521 \cdot t_a)$	$0{,}2 \cdot \exp(-2{,}41 + 0{,}02302 \cdot RVP + 0{,}09408 \cdot t_a)$
Hot soak	$3{,}0042 \cdot \exp(0{,}02 \cdot RVP)$	$0{,}3 \cdot \exp(-2{,}41 + 0{,}02302 \cdot RVP + 0{,}09408 \cdot t_a)$
Soak (direkte indsprøjtning)	0,7	0
Warm running loss	$0{,}1 \cdot \exp(-5{,}967 + 0{,}04259 \cdot RVP + 0{,}1773 \cdot t_a)$	0,1 uden fordampningskontrol
Hot running loss	$0{,}136 \cdot \exp(-5{,}967 + 0{,}04259 \cdot RVP + 0{,}1773 \cdot t_a)$	0,1 uden fordampningskontrol

Warm soak og running loss fordampning opstår, når motorens kølevandstemperatur er under 70°C. I COPERT regnes denne kølevandstemperatur at forekomme i det tidsrum, hvor motoren er kold. Delen

af den samlede kørsel med kold motor for hver måned, β_m, beregnet med formel 1, angiver delen af alle ture, hvorfra warm soak og running loss fordampningsbidrag beregnes. Den resterende del af turene tildeles hot soak og running loss fordampningen, hvor motoren er varm.

Ud fra ligningerne i tabel 3.5 beregnes de tre fordampningstypers emissionsfaktorer for alle årets måneder. Som input behøves også månedernes gennemsnitlige maksimale og minimale udetemperatur, $t_{a,min}$ og $t_{a,rise}$, for diurnal samt den gennemsnitlige udetemperatur t_a for soak og running loss emissionstypen. Også brændstoffets forampningstryk, RVP skal benyttes i ligningerne.

Diurnal emissionerne, $E_{DI,m}$, beregnes for hver måned ved at multiplicere emissionsfaktoren e_{DI} fra tabel 3.5 med antallet af køretøjer, n_k, (hvorfra fordampningen opstår) og antallet af dage, d_m, i måneden. Beregningsmetoden fremgår af formel 3.

$$E_{DI,m} = \sum_k d_m \cdot n_k \cdot e_{DI,m,k} \qquad (3)$$

Soak emissionerne E_{WS} og E_{HS} beregnes med formel 4 som et bidrag pr. tur ud fra emissionsfaktorerne e_{WS} og e_{HS} fra tabel 3.5. Opdelingen i warm og hot soak emissioner gøres jf. den ovenfor anførte bemærkning om motorens kølevandstemperatur. Antallet af ture pr. år fordeles ligeligt ud på årets måneder og benævnes $n_{trip,m}$. Turantallet fås som det totale trafikarbejde i køretøjskategorien delt med den gennemsnitlige turlængde.

$$E_{S,m} = E_{HS} + E_{WS} = \sum_k (1-\beta_m) \cdot n_{trip,m} \cdot e_{HS,k,m} + \sum_k \beta_m \cdot n_{trip,m} \cdot e_{WS,k,m} \qquad (4)$$

Running loss emissionerne E_{WR} og E_{HR} beregnes for hver måned ud fra emissionsfaktorerne e_{WR} og e_{HR} fra tabel 3.5. Emissionsfaktorerne multipliceres med hver måneds kørte km for hver køretøjskategori, k_k. Beregningsmetoden er vist i formel 5. Også running loss emissionen opdeles i et warm og hot emissionsbidrag bestemt af motorens kølevandstemperatur. I praksis optræder warm og hot emissionen derfor, når motoren regnes som hhv. kold og varm.

$$E_{R,m} = E_{HR} + E_{WR} = \sum_k (1-\beta_m) \cdot k_k \cdot e_{HR,k} + \sum_k \beta_m \cdot k_k \cdot e_{WR,k} \qquad (5)$$

Årets emissioner beregnes for alle tre fordampningstyper ved at opsummere de enkelte måneders emissioner.

3.4 Beregnede totalemissioner

De ialt beregnede emissioner er opstillet i nedenstående tabel 3.6:

Tabel 3.6 Totalemissioner beregnet med COPERT II for året 1994.

Kategori		CO (ktons)	NO_x (ktons)	VOC (udst.) (ktons)	VOC (ford.) (ktons)	Partikler (ktons)
Personbil (<2t)	benzin	376,32	52,319	40,428	22,467	-
	2-takt	0,629	0,035	0,501	-	-
	LPG	0,021	0,012	0,004	-	-
	diesel	1,53	1,272	0,346	-	0,472
Varebil (2-3,5t)	benzin	18,288	2,086	2,008	1,056	-
	diesel	5,123	4,053	1,171	-	1,556
Lastbil (<16t)		1,638	1,943	0,645	-	0,204
Lastbil (>16t)		1,983	10,101	1,024	-	0,564
Busser (rute og turist)		1,363	4,968	0,49	-	0,222
Tohjulede		13,878	0,087	4,107	0,294	-
I alt		420,773	76,876	50,724	23,817	3,018

4 Beregningsmetode og resultater for BILEMIS prognose 1980-2010

I den tidligere beregnede BILEMIS emissionsprognose for perioden 1980-2010, se Sorenson (1993) er emissionerne af CO, VOC (med adskilt fordampningsbidrag), NO_x og partikler beregnet for vejtrafikken. Prognosen omfatter diesel- og benzindrevne personbiler og varebiler samt tunge køretøjer i kategorierne under og over 16 tons totalvægt. De beregnede emissioner er sammenlignet for året 1990 med resultater fra emissionsmodellen COPERT 90. Ud fra sammenligningen er BILEMIS prognosen justeret, så totalerne for 1990 svarer til resultaterne fra COPERT 90.

En ny prognoseberegning er udført med BILEMIS modellen, og metoden samt resultater gennemgås i dette kapitel. Opdateringen af prognosen skyldes ny viden om trafikmængder og emissionerne for trafikkens køretøjer.

Prognoseresultaterne, der vises i dette kapitel, er ikke justeret ud fra totalemissioner beregnet med COPERT II. Den endelige afstemning af emissionsresultaterne gøres først i kapitel 6, hvor forskellene mellem den nye og gamle prognose også kommenteres.

4.1 BILEMIS beregningsmetode

I den nye prognose beregnes emissionerne af CO, VOC (med adskilt fordampningsbidrag), NO_x og partikler for syv køretøjskategorier. Kategorierne omfatter diesel- og benzindrevne personbiler og varebiler, to totalvægtskategorier af tunge køretøjer over og under 16 tons samt rutebusser.

Prognoseperioden dækker årene fra 1980 til 2010. I forhold til den forrige prognose er en særskilt kategori for rutebusser medtaget, mens turistbusser regnes til den lette kategori af tunge køretøjer i prognosen.

Metoden til at fremskaffe trafikdata til brug for BILEMIS er nærmere forklaret i kapitel 2. I det følgende forklares BILEMIS's beregningsmetode og behov for inputdata.

For de syv køretøjskategorier skal trafikarbejdet for alle biler i de enkelte kategorier angives for alle årene i prognoseperioden. Procentdelen af bykørsel samt de gennemsnitlige turlængder for by- og landkørsel skal også specificeres.

BILEMIS behøver også oplysninger om nye køretøjers basisemissionsfaktorer for by- og landkørsel, forværrelsesfaktorer, nysalg og gennemsnitlige levetider. Oplysningerne skal gives for årene frem til prognoseperiodens start og under hele prognoseperioden.

BILEMIS beregner selv et trafikarbejde og justerer det efterfølgende med det specificerede trafikarbejde for prognosen. Modellen bruger

en fast skala for årskørslen som funktion af førsteregistreringsår. Skalaen kombineres med modelinput for antallet af nyregistrerede køretøjer og deres gennemsnitlige levetider i en periode forud for og i prognoseperioden. Som resultat fordeles modellens trafikarbejde ud på køretøjsalder for alle årene i prognoseperioden. Antallet af nyregistrerede køretøjer og gennemsnitlige levetider kan ses i bilag 2.

Fordelingen af trafikarbejdet på køretøjsalder er afgørende for modelkørslen, pga. basisemissions- og forværrelsesfaktorernes indflydelse på det samlede emissionsresultat. Basisemissionsfaktorerne for nye køretøjer bliver mindre igennem prognoseperioden og nedbringer totalemissionen. Tendensen modvirkes af forværrelsesfaktorerne, der forøger emissionen for brugte køretøjer i de enkelte prognoseår.

Når modellens fordeling af trafikarbejdet på køretøjsalder og det i alt beregnede trafikarbejde er bestemt for alle prognoseårene, skal modellens beregnede trafikarbejde justeres. Korrektionen bringer modellens beregnede trafikarbejde i overensstemmelse med prognosens specificerede trafikarbejde. Det specificerede trafikarbejde i prognoseperioden fremgår af bilag 2.

Basisemissionsfaktorerne er opstillet i omstående tabel 4.1.

Tabel 4.1 Basisemissionsfaktorer for de syv BILEMIS kategorier

				By (g/km)				Land (g/km)			
År	ECE	EU		CO	VOC	NO_x	Part.	CO	VOC	NO_x	Part.
Benzinpersonbiler (B1)											
1965				35,00	2,50	1,00	-	14,00	0,88	2,40	-
1975				20,00	1,90	1,80	-	14,00	1,10	2,20	-
1979				14,00	1,70	1,70	-	5,50	1,00	2,80	-
1981				12,00	1,60	1,80	-	7,00	0,90	2,60	-
1986				12,50	1,80	1,90	-	6,60	0,95	2,50	-
1991	R83-01	91/441	EURO I	1,40	0,20	0,31	-	0,80	0,06	0,31	-
1997	R83-03	94/12	EURO II	1,13	0,11	0,15	-	0,65	0,03	0,15	-
2001	-	-	EURO III	0,97	0,06	0,09	-	0,55	0,02	0,09	-
2005	-	-	EURO IV[1)]	0,42	0,03	0,05	-	0,24	0,01	0,05	-
Benzinvarebiler (B2)											
1965				56,00	3,80	1,50	-	27,00	1,60	2,90	-
1975				32,00	2,90	2,70	-	27,00	2,00	2,60	-
1979				22,00	2,60	2,60	-	10,40	1,80	3,40	-
1981				19,00	2,40	2,70	-	13,00	1,40	3,10	-
1986				20,00	2,70	2,90	-	12,00	1,70	3,00	-
1995	R83-02	93/59	EURO I	2,10	0,30	0,47	-	1,20	0,09	0,47	-
1999	-	96/69	EURO II	1,55	0,13	0,20	-	0,89	0,04	0,20	-
2002	-	-	EURO III	1,32	0,08	0,09	-	0,76	0,02	0,09	-
2006	-	-	EURO IV[1)]	0,59	0,04	0,06	-	0,34	0,01	0,06	-
Dieselpersonbiler (D1)											
1965				0,70	0,20	0,70	0,20	0,50	0,10	0,60	0,20
1991	R83-01	91/441	EURO I	0,70	0,20	0,70	0,20	0,50	0,10	0,60	0,20
1997	R83-03	94/12	EURO II	0,49	0,15	0,43	0,11	0,35	0,07	0,37	0,11
2001	-	-	EURO III	0,29	0,11	0,34	0,07	0,21	0,06	0,29	0,07
2005	-	-	EURO IV[1)]	0,23	0,09	0,17	0,04	0,17	0,05	0,14	0,04
Dieselvarebiler (D2)											
1965				2,00	0,40	1,60	0,30	0,71	0,20	1,20	0,30
1995	R83-02	93/59	EURO I	1,10	0,30	1,10	0,30	0,80	0,15	0,90	0,30
1999	-	96/69	EURO II	0,77	0,21	0,78	0,20	0,56	0,10	0,64	0,20
2002	-	-	EURO III	0,46	0,15	0,56	0,13	0,34	0,08	0,46	0,13
2006	-	-	EURO IV[1)]	0,36	0,13	0,29	0,07	0,26	0,07	0,23	0,07
Lastbiler < 16 tons og busser (D3)											
1965				19,00	2,80	8,70	0,95	5,70	0,50	6,70	1,30
1991				19,70	2,80	8,70	0,95	5,70	0,50	6,70	1,30
1994	R49-02	91/542	EURO I	7,60	1,40	6,10	0,90	2,30	0,25	4,70	1,20
1997	R49-02	91/542	EURO II	6,76	1,40	5,37	0,38	2,05	0,25	4,14	0,50
2001	-	-	EURO III[2)]	4,71	0,98	3,72	0,28	1,43	0,18	2,87	0,37
2005	-	-	EURO IV[2)]	2,81	0,59	2,26	0,17	0,85	0,11	1,74	0,23
Lastbiler > 16 tons (D4)											
1965				18,00	5,50	16,00	1,50	5,00	2,20	15,00	1,20
1994	R49-02	91/542	EURO I	7,20	2,80	11,20	1,30	2,00	1,10	10,50	1,10
1997	R49-02	91/542	EURO II	6,41	2,80	9,86	0,55	1,78	1,10	9,24	0,46
2001	-	-	EURO III[2)]	4,46	1,96	6,83	0,40	1,24	0,77	6,41	0,34
2005	-	-	EURO IV[2)]	2,66	1,18	4,14	0,25	0,74	0,46	3,89	0,21

1) Efter emissionsprognosens færdiggørelse blev ikrafttrædelsesdatoen for EURO IV normen fastsat til 1.1.2006 for personbiler og 1.1.2007 for varebiler.

2) Emisssionsdirektivet for EURO III og IV normen er endnu ikke endeligt vedtaget for tunge køretøjer.

Forværrelsesfaktorerne stammer fra Management Committee COST 319 (1995) og udtrykker hvor meget basisemissionsfaktorerne for nye køretøjer stiger, når de har kørt 80.000 km. Faktorerne fremgår af tabel 4.2.

Tabel 4.2 Forværrelsesfaktorer for benzinpersonbiler- og varebiler i BILEMIS

	CO	VOC	NO_x	Partikler
Benzinpersonbiler (B1)				
1965	1,35	1,13	0,92	-
1975	1,35	1,13	0,92	-
1981	1,35	1,13	0,92	-
1986	1,35	1,13	0,92	-
1991	2,50	2,00	2,00	-
1997	2,50	2,00	1,80	-
2001	2,00	1,50	1,50	-
2005	2,00	1,50	1,50	-
2010	2,00	1,50	1,50	-
Benzinvarebiler (B2)				
1965	1,35	1,13	0,92	-
1975	1,35	1,13	0,92	-
1979	1,35	1,13	0,92	-
1981	1,35	1,13	0,92	-
1986	1,35	1,13	0,92	-
1995	2,50	2,00	2,00	-
1999	2,50	1,50	1,80	-
2002	2,00	1,50	1,50	-
2006	2,00	1,50	1,50	-
2010	2,00	1,50	1,50	-

I forhold til den forrige prognose er der sket visse justeringer på basis af Management Committee COST 319 (1995) og Miljøstyrelsens forventninger til fremtidige emissioner. Ændringerne er størst i forværrelsesfaktorerne for CO for nye personbiler i 1991 og nye varebiler i 1995. Begge faktorer er halveret i forhold til faktorerne fra den tidligere prognose, fordi mere detaljeret viden foreligger.

Luftfugtigheden har indflydelse på NO_x emissionsfaktoren. Til korrektion af emissionsfaktoren i BILEMIS indlæses et vandindhold i luften på 6 g H_2O/kg tør luft, der også blev brugt i den forrige prognose. Korrektionen for luftfugtighed er nærmere beskrevet i Schramm og Sorenson (1990).

De forøgede emissioner ved **koldstart** korrigeres ved specifikation af udetemperaturen og den gennemsnitlige turlængde. Metoden er at lægge et bidrag til basisemissionsfaktoren ved 20°C for komponenten i, $e_{i,T,20}$. Bidraget beregnes som overemissionen, før motoren bliver varm delt med den gennemsnitlige turlængde l_{trip}. Som turlængder angives 6,5 og 23 km for by- og landkørsel, jf. kapitel 2.

Overemissionen beregnes som forskellen mellem den i alt opsamlede emission ved temperaturen T, $E_{i,T}$, og emissionen fundet ud fra basisemissionsfaktoren, $E_{i,20}$, for hele turlængden. Den korrigerede emissionsfaktor, $e_{i,T}$, fremgår af formel 6:

$$e_{i,T} = e_{b,20} + (E_{i,T} - E_{i,20}) / l_{trip} \tag{6}$$

Overemissionen afhænger af udetemperaturen, der angives som middeltemperaturer for sommer, vinter og efterår/forår på hhv. 0, 16 og 8°C fra den forrige prognose, se Sorenson (1993).

BILEMIS beregner tre typer af **fordampningsemissioner** fra benzinmotorer. Fordampningen opstår under kørsel (running loss), når motoren netop er slukket (soak) og som åndingstab fra benzintanken pga. døgnets temperaturvariation (diurnal loss). I BILEMIS beregnes running loss og diurnal emissionen kun for biler uden fordampningsbegrænsende udstyr. For katalysatorbiler regnes derfor ikke med fordampning af denne type.

Fordampningsbidragene afhænger i høj grad af den øjeblikkelige udetemperatur, og emissionerne beregnes derfor for hver time i de enkelte prognoseår. De gennemsnitlige udetemperaturer for vinter, sommer og efterår/forår justeres ud fra generelle temperaturkurver. Middeltimetemperaturen over et enkelt døgn typisk for vinter, sommer og efterår/forår justeres over døgnmiddeltemperaturen. En gennnemsnitlig kurve bruges til at korrigere for døgnmiddeltemperaturens variation over årets døgnmiddeltemperatur.

Running loss emissionen, E_{RL}, er målt på en 45 km strækning og beregnes med formel 7.

$$E_{RL} = \exp(-5{,}967 + 0{,}04259 \cdot RVP + 0{,}1773 \cdot t_a) \tag{7}$$

I formlen indgår brændstoffets damptryk RVP. Som værdier for damptrykket bruges for vinter, sommer og efterår/forår hhv. 95, 80 og 90 kPa. Emissionsfaktoren for running loss, e_{RL}, der bruges på de gennemsnitlige turlængder for by- og landkørsel, bliver derfor udtrykt med formel 8.

$$e_{RL} = \tfrac{1}{45} \cdot \exp(-5{,}967 + 0{,}04259 \cdot RVP + 0{,}1773 \cdot t_a) \tag{8}$$

Soak emissionen for biler med og uden fordampningsbegrænsende udstyr beregnes i BILEMIS med følgende formler 9 og 10 i g/tur.

$$E_{SM} = \exp(-1{,}644 + 0{,}0199 \cdot RVP + 0{,}0752 \cdot t_a) \tag{9}$$

$$E_{SU} = \exp(-2{,}410 + 0{,}0230 \cdot RVP + 0{,}0941 \cdot t_a) \tag{10}$$

De samlede hot soak emissioner beregnes ved at opsummere bidragene for alle ture i årets timer. Antallet af ture i årets timer fås ved at fordele trafikarbejdet i de enkelte prognoseår ud på by- og landkørsel i årets timer og dividere med de respektive turlængder.

Diurnal emissionen beregnes kun for biler uden fordampningsbegrænsende udstyr i BILEMIS. Formel 11 benyttes.

$$E_{DI} = 0{,}51 \cdot DT + 0{,}62 \cdot TM + 0{,}22 \cdot RVP - 24{,}89 \qquad (11)$$

I formlen angiver DT summen af temperaturstigningerne over døgnet i °C og TM brændstoffets maksimumtemperatur i døgnet i °C. De samlede diurnal emissioner for hvert prognoseår fås ved at beregne emissionen for et enkelt køretøj i alle årets døgn og multiplicere resultatet med antallet af benzinkøretøjer uden fordampningsbegrænsende udstyr i prognoseåret.

4.2 BILEMIS prognoseresultater

I nedenstående tabeller 4.3 og 4.4 er de beregnede emissioner vist for udvalgte år i prognoseperioden for personbiler og varebiler samt lastbiler og busser.

Tabel 4.3 Totalemissioner for udvalgte år i prognoseperioden for personbiler og varebiler.

Kategori	År	Trafikarbejde (mia. km)	CO (tons)	VOC (ford.) (tons)	VOC (udstød.) (tons)	VOC Total (tons)	NO_x (tons)	Partikler (tons)
Personbil	1980	20,3	560.000	14.800	41.500	56.300	44.000	0
Benzin (B1)	1985	24,5	541.000	17.900	46.600	64.500	56.300	0
	1988	27,0	537.000	19.700	51.300	71.000	62.800	0
	1990	27,5	527.000	20.100	52.500	72.600	63.800	0
	1995	31,7	409.000	15.200	42.400	57.600	45.800	0
	2000	34,4	339.000	11.700	34.700	46.400	34.100	0
	2005	36,8	255.000	8.490	25.400	33.890	21.600	0
	2010	39,3	203.000	7.380	20.300	27.680	13.800	0
Personbil	1980	1,1	612	0	148	148	780	211
Diesel (D1)	1985	2,0	1.150	0	278	278	1.470	397
	1988	2,5	1.480	0	356	356	1.880	509
	1990	2,6	1.500	0	363	363	1.910	518
	1995	3,0	1.730	0	418	418	2.210	597
	2000	3,2	1.660	0	406	406	2.040	534
	2005	3,5	1.300	0	351	351	1.640	397
	2010	3,7	1.040	0	307	307	1.190	280
Varebil	1980	0,7	35.400	494	2.180	2.674	1.780	0
Benzin (B2)	1985	0,8	29.200	570	2.190	2.760	2.290	0
	1988	1,0	29.700	743	2.790	3.533	3.130	0
	1990	1,0	27.800	751	2.840	3.591	3.170	0
	1995	1,2	30.600	824	3.230	4.054	3.350	0
	2000	1,4	29.300	655	2.820	3.475	2.590	0
	2005	1,6	21.500	452	1.870	2.322	1.660	0
	2010	1,7	12.600	325	1.030	1.355	986	0
Varebil	1980	2,5	3.120	0	711	711	3.990	762
Diesel (D2)	1985	2,9	3.600	0	822	822	4.610	881
	1988	3,8	4.690	0	1.070	1.070	6.000	1.150
	1990	3,9	4.740	0	1.080	1.080	6.070	1.160
	1995	4,5	5.410	0	1.230	1.230	6.900	1.360
	2000	5,4	5.240	0	1.190	1.190	6.610	1.470
	2005	5,9	3.890	0	938	938	5.130	1.180
	2010	6,3	2.720	0	734	734	3.250	782

Tabel 4.4 Totalemissioner for udvalgte år i prognoseperioden for lastbiler og busser.

Kategori	År	Trafikarbejde (mia. km)	CO (tons)	VOC (ford.) (tons)	VOC (udstød.) (tons)	VOC Total (tons)	NO_x (tons)	Partikler (tons)
Lastbil	1980	0,4	4.320	0	536	536	3.680	516
Diesel (D3)	1985	0,4	4.210	0	523	523	3.580	503
	1988	0,4	4.280	0	531	531	3.640	511
	1990	0,4	4.420	0	549	549	3.760	527
	1995	0,4	3.940	0	494	494	3.500	508
	2000	0,5	2.900	0	403	403	3.120	406
	2005	0,5	1.490	0	249	249	2.100	228
	2010	0,5	1.000	0	177	177	1.480	139
Lastbil	1980	0,9	7.010	0	2.640	2.640	16.200	1.160
Diesel (D4)	1985	0,9	6.830	0	2.570	2.570	15.800	1.130
	1988	0,9	6.950	0	2.620	2.620	16.100	1.150
	1990	0,9	7.170	0	2.700	2.700	16.600	1.190
	1995	0,9	5.620	0	2.200	2.200	14.500	1.120
	2000	1,0	3.820	0	1.740	1.740	12.600	803
	2005	1,1	2.340	0	1.210	1.210	9.130	493
	2010	1,2	1.620	0	868	868	6.510	307
Busser	1980	0,4	5.070	0	682	682	3.590	449
Diesel (D5)	1985	0,5	5.980	0	804	804	4.240	530
	1988	0,5	6.160	0	828	828	4.360	546
	1990	0,5	6.130	0	824	824	4.340	543
	1995	0,5	5.380	0	745	745	4.240	576
	2000	0,6	3.440	0	568	568	3.590	394
	2005	0,6	2.070	0	380	380	2.480	236
	2010	0,6	1.360	0	260	260	1.680	142

5 Sammenligning af metoder

På flere områder er der principielle forskelle i beregningsmetoderne for COPERT II og BILEMIS. Modellerne er fra start skabt til at opfylde forskellige behov for emissionsberegninger. COPERT II anvendes til at beregne emissioner for enkeltår, mens BILEMIS beregner emissioner for en prognoseperiode. I prognoseperioden varierer størrelsen af køretøjsbestanden, trafikarbejdet og emissionsfaktorerne for de enkelte køretøjskategorier.

På trods af modellernes forskellige anvendelsesformål er det alligevel muligt at sammenligne deres beregningsmetoder på visse områder. I dette kapitel gøres et forsøg på at lave en kvalitativ sammenligning af beregningsmetoderne for COPERT II og BILEMIS. Sammenligningen gøres med udgangspunkt i året 1994 for beregningen af emissioner ved varmstart, de ekstra emissioner ved koldstart og emissionerne ved fordampning.

En form for kvantitativ analyse af emissionsforskellene beregnet for 1994 med COPERT II og BILEMIS gives i kapitel 6. Til grund for denne analyse ligger emissionsforskellen fra COPERT 90 og BILEMIS i den forrige prognose samt ændringerne i emissionsfaktorer ved opdateringen af COPERT 90 modellen til COPERT II.

5.1 Varme emissioner

Beregningen af de varme emissioner kræver viden om antallet af køretøjer, den årlige kørsel og emissionsfaktorer indenfor afgrænsede køretøjskategorier.

For året 1994 er produktet af den totale bestandsstørrelse og årskørsel i COPERT II identisk med det specificerede trafikarbejde i BILEMIS for hver køretøjskategori. I COPERT II er bestande og årskørsler videre fordelt på underkategorier i hver køretøjskategori. Underkategorierne har faste angivne emissionsfaktorer (in-use faktorer for 1994) for tre vejtyper. De varme emissioner beregnes ved at kombinere bestande, årskørsler og emissionsfaktorer.

BILEMIS fordeler derimod trafikarbejdet ud på køretøjsaldre i det enkelte beregningsår. Fordelingen i BILEMIS bestemmes af en fast årskørselsnøgle afhængig af køretøjsalder samt antallet af køretøjer med forskellige køretøjsaldre. Antallet af køretøjer bestemmes af antallet af nyregistreringer og de gennemsnitlige levetider. Køretøjsantallet afhænger derfor af input for årene op til beregningsåret i prognosen. Årskørselsnøglen kombineres med bestanden i de enkelte førsteregistreringsår og et samlet trafikarbejde beregnes i modellen.

Dette totale *beregnede* trafikarbejde justeres med det totale *specificerede* trafikarbejde (ligeligt for hver køretøjsalder), således at det specificerede trafikarbejde ligger til grund for den endelige emissionsberegning. Emissionsfaktorerne beregnes i BILEMIS for hver køretøjsalder. Ved beregningen af faktorerne bruges basisemissionsfaktorer for nye

køretøjer samt forværrelsesfaktorer, der udtrykker de ændrede emissioner som følge af det gradvise slid igennem motorens levetid. Både basisemissions- og forværrelsesfaktorer specificeres af brugeren. De totale emissioner beregnes af modellen som produktet af den aktuelle emissionsfaktor og trafikarbejdet for køretøjerne fra samme førsteregistreringsårgang.

Den principielle forskel i brugen af emissionsfaktorer for COPERT II og BILEMIS; in-use faktorer contra basisemissionsfaktorer justeret for det gradvise motorslid, vil have betydning for den samlede emissionsforskel. Resultatet vil også blive påvirket af de valgte basisemissions- og forværrelsesfaktorer i BILEMIS samt fordelingen af trafikarbejdet på køretøjsalder.

Det er ikke forsøgt nærmere i denne rapport at beskrive de resulterende emissionsfaktorer og trafikarbejdet for året 1994 i BILEMIS og sammenligne dette med COPERT II inputdata.

5.2 Emissioner ved koldstart

I COPERT modellen beregnes de ekstra emissioner ved koldstart ud fra de varme emissionsfaktorer. Princippet er at beregne emissionen som produktet af den varme emissionsfaktor, forholdet mellem den kolde og varme emissionsfaktor (kold/varm forholdet) og de i alt kørte km for hver tur, når motoren er kold.

Modellen bruger som udgangspunkt, at alle ture starter kolde. Kold/varm forholdet ligger allerede i modellen. De i alt kørte kolde km for hver tur beregnes med en fast formel, der afhænger af udetemperaturen og den gennemsnitlige turlængde. Udetemperaturerne angives som gennemsnit for hver måned. Totalemissionerne findes til sidst ved at opsummere koldemissionerne for hver enkelt tur.

BILEMIS beregner koldstartsemissionerne ud fra et lidt andet princip. Alle ture regnes som i COPERT II at starte kolde, men ved en udetemperatur på 20°C. Herefter beregner BILEMIS et tillæg til basisemissionsfaktoren, når udetemperaturen er under 20°C. Summen af basisemissionsfaktoren og tillægget giver den resulterende emissionsfaktor.

Koldstartstillægget afhænger af udetemperaturen og den gennemsnitlige turlængde. Den gennemsnitlige turlængde specificeres af brugeren for hhv. by og land og afgør antallet af ture, der i alt køres. Udetemperaturen ved de enkelte ture bestemmes af generelle kurver over temperaturens forløb igennem et år og det gennemsnitlige forløb af temperaturen over et døgn hhv. vinter, forår/efterår og sommer. Ud fra udetemperaturvariationen beregnes koldstartstillægget for hver time i året.

De faktiske kold/varm forhold (og varme emissionsfaktorer) i COPERT II og den i alt ekstra emission ved koldstart for hver tur i BILEMIS er afgørende for emissionsforskellene i de to modeller. Selvom koldstartsberegningen gøres på forskellige måder i de to modeller, er udgangspunktet, at turen starter kold og bliver tildelt en ekstra emission på basis af udetemperaturen.

Det er også af mindre betydning for totalberegningen, at BILEMIS forsøger at detaljere emissionsberegningen til temperaturen for hver time i året, mens COPERT II begrænses til at benytte månedlige gennemsnit. BILEMIS fordeler antallet af ture lige på alle timer, hvilket vil udjævne de temperaturafhængige koldstartsemissioner.

Heller ikke det faktum, at BILEMIS bruger to turlængder, en for bykørsel og en for landkørsel, mens COPERT II anvender en gennemsnitsturlængde, er bestemmende for de totale emissioner. Turlængderne i BILEMIS vil forøge antallet af ture i byen og formindske disse ved landkørsel. Emissionsresultatet påvirkes ikke af turlængdeforskellen i by og på land, da trafikarbejdet bliver fordelt efter forholdet mellem turlængderne.

5.3 Emissioner ved fordampning

Både COPERT II og BILEMIS beregner fordampningsemissioner for benzinbiler under kørsel (running loss), stop emissionen (soak) samt åndingstabet fra benzintanken som følge af døgnets temperaturvariation (diurnal). COPERT II skelner også mellem hot og warm soak og running loss, der defineres ud fra kørslen, når motoren er hhv. varm og kold.

Stop emissionerne udgør den største del af fordampningsemissionerne. Disse beregnes hverken i COPERT II eller BILEMIS for katalysatorbiler. For benzinbiler uden katalysator viser en nærmere analyse, at BILEMIS emissionsfaktoren i (g/stop) er omtrent 2/3 af emissionsfaktoren i COPERT II for warm soak. For hot soak er COPERT II emissionsfaktoren signifikant højere end BILEMIS.

BILEMIS beregner udelukkende running loss emissioner for benzinbiler uden katalysator og emissionsfaktoren er kun omtrent 20 og 30% af emissionsfaktorerne i COPERT hhv. for hot og warm running loss. Til gengæld svarer COPERT II's hot og warm running loss emissionsfaktorer for katalysatorbiler kun til omtrent 45 og 30% af running loss emissionsfaktoren i BILEMIS.

Den tredje fordampningstype, åndingstabet, udgør kun en begrænset del af den samlede fordampningsemission. Emissionen beregnes for biler med og uden katalysator i COPERT II, mens BILEMIS kun beregner den samme emission for den sidste køretøjstype. Der er ikke i denne rapport nærmere redegjort for forskellen på åndingstabet beregnet med de to modeller.

Overordnet viser gennemgangen af de to modellers emissionsberegning, at stop emissionerne gradvist vil forsvinde i samme takt i COPERT II og BILEMIS, i takt med at de konventionelle benzinbiler udskiftes. Af samme grund vil også fordampningsemissionerne under kørsel og åndingstabet blive nedbragt. Der vil stadig blive beregnet en begrænset mængde af de to emissionstyper i COPERT II, når hele benzinbilparken består af katalysatorbiler. Bidragene fra disse vil kun udgøre en lille del af den samlede kulbrinteemission.

6 Korrigering af BILEMIS prognosen

I kapitel 4 er resultaterne af den ukorrigerede BILEMIS emissionsprognose vist. Næste trin er at justere prognosen ud fra året 1994, hvor totalemissioner er beregnet med COPERT II modellen. Ud fra den justerede emissionsprognose beregnes også aggregerede emissionsfaktorer for de syv køretøjskategorier for alle årene i prognoseperioden.

6.1 Justeringsfaktorer

I tabellerne 6.1-6.5 er totalemissionerne fra BILEMIS og COPERT II og de procentvise emissionsafvigelser opstillet for hver køretøjskategori. Justeringsmetoden er at skalere BILEMIS prognoseresultaterne fra kapitel 4 med emissionsafvigelserne fra tabellerne. Til sammenligning er de tilsvarende afvigelser gengivet fra den tidligere prognose i året 1990, hvor BILEMIS og COPERT 90 er brugt.

Tabel 6.1 CO totalemissionen i ktons for BILEMIS og COPERT i 1990 og 1994 samt justeringsfaktorer.

			CO 1994			CO 1990		
	Kategori		COPERT II	BILEMIS	Afvigelse	COPERT 90	BILEMIS	Afvigelse
Personbil	benzin	B1	376,32			461,9		
(<2t)	2-takt		0,629			0,7		
	LPG		0,021			0,7		
	I alt		376,97	419	-10	463,3	466	-1
	diesel	D1	1,53	1,63	-6	2	1,8	11
Varebil	benzin	B2	18,288	28,9	-37	30,1	22	37
(2-3,5t)	diesel	D2	5,123	5,11	0	5,5	4,2	31
Lastbil (<16t)		D3	1,638	4,02	-59	25,1	20,7	21
Lastbil (>16t)		D4	1,983	6,01	-67	10	9,8	2
Busser (rute og turist)		D5	1,363	5,33	-74			
	I alt		406,895	470	-13	536	524,5	2

Tabel 6.2 NO_x totalemissionen i ktons for BILEMIS og COPERT i 1990 og 1994 samt justeringsfaktorer.

			NO_x 1994			NO_x 1990		
	Kategori		COPERT II	BILEMIS	Afvigelse	COPERT 90	BILEMIS	Afvigelse
Personbil	benzin	B1	52,319			59,5		
(<2t)	2-takt		0,035			0		
	LPG		0,012			0,4		
	I alt		52,366	47,2	11	59,9	61,7	-3
	diesel	D1	1,272	2,07	-39	1,8	2,4	-25
Varebil	benzin	B2	2,086	3,38	-38	2,4	2,5	-4
(2-3,5t)	diesel	D2	4,053	6,55	-38	4,9	5,4	-9
Lastbil (<16t)		D3	1,943	3,48	-44	16	17,6	-9
Lastbil (>16t)		D4	10,101	14,8	-32	17	20,6	-17
Busser (rute og turist)		D5	4,968	3,99	25			
	I alt		76,789	81,47	-6	102	110,2	-7

Tabel 6.3 VOC totalemissionen i ktons for BILEMIS og COPERT i 1990 og 1994 samt justeringsfaktorer.

			HC udstødning 1994			HC udstødning 1990		
	Kategori		COPERT II	BILEMIS	Afvigelse	COPERT 90	BILEMIS	Afvigelse
Personbil	benzin	B1	40,428			48		
(<2t)	2-takt		0,501			0,6		
	LPG		0,004			0,1		
	I alt		40,933	43,1	-6	48,7	49,2	-1
	diesel	D1	0,346	0,393	-12	0,5	0,4	25
Varebil	benzin	B2	2,008	3,12	-36	2,9	2,2	32
(2-3,5t)	diesel	D2	1,171	1,17	0	1,5	1	50
Lastbil (<16t)		D3	0,645	0,5	29	3,4	2,6	31
Lastbil (>16t)		D4	1,024	2,31	-56	3,7	3,5	6
Busser (rute og turist)		D5	0,49	0,725	-32			
	I alt		46,617	51,318	-9	60,7	58,9	3

Tabel 6.4 Fordampningsemission i ktons for BILEMIS og COPERT i 1990 og 1994 samt justeringsfaktorer.

			HC fordampning 1994			HC fordampning 1990		
	Kategori		COPERT II	BILEMIS	Afvigelse	COPERT 90	BILEMIS	Afvigelse
Personbil	benzin	B1				34,4		
(<2t)	2-takt					0,1		
	LPG							
	I alt		22,467	15,6	44	34,5	19,6	76
	diesel	D1	-	-	-	-	-	-
Varebil	benzin	B2	1,056	0,811	30	1,1	0,6	83
(2-3,5t)	diesel	D2	-	-	-	-	-	-
Lastbil (<16t)		D3	-	-	-	-	-	-
Lastbil (>16t)		D4	-	-	-	-	-	-
Busser (rute og turist)		D5	-	-	-	-	-	-
	I alt		23,523	16,411	43	35,6	20,2	76

Tabel 6.5 Partikelemissionen i ktons for BILEMIS og COPERT i 1990 og 1994 samt justeringsfaktorer.

			Partikler 1994			Partikler 1990		
	Kategori		COPERT II	BILEMIS	Afvigelse	COPERT 90	BILEMIS	Afvigelse
Personbil	benzin	B1						
(<2t)	2-takt							
	LPG							
	i alt		-	-	-	-	-	-
	diesel	D1	0,472	0,561	-16	0,7	0,6	17
Varebil	benzin	B2	-	-	-	-	-	-
(2-3,5t)	diesel	D2	1,556	0,1,250	24	1,1	0,8	38
Lastbil (<16t)		D3	0,204	0,497	-59	1,8	2,5	-28
Lastbil (>16t)		D4	0,564	1,11	-49	1,6	1,5	7
Busser (rute og turist)		D5	0,222	0,524	-58	-	-	-
	I alt		3,018	3,942	-23	5,2	5,4	-4

Ændringerne i emissionsfaktorerne ved skiftet til den nye COPERT modelversion kan forklare de anderledes justeringsfaktorer for den nye emissionsprognose. I tabel 6.6-6.9 er COPERT emissionsfaktorerne og de procentvise ændringer mellem den nuværende og forrige version opstillet for de aktuelle køretøjskategorier. I tabellerne er kun medtaget de køretøjstyper, hvor der er et skift i emissionsfaktorer ved opdateringen af COPERT.

Tabel 6.6 CO emissionsfaktorer for COPERT 90 og COPERT II og faktorernes procentvise ændringer.

Emission	Kategori	Model	Klasse	By [g/km]	Land [g/km]	Motorvej [g/km]	By %	Land %	Motorvej %
CO	Katalysator	COPERT 90	< 1,4 l.	0,91	1,24	3,14	100	100	100
		COPERT II	< 1,4 l.	2,19	2,07	3,74	241	167	119
		COPERT 90	1,4-2,0 l.	0,91	1,24	3,14	100	100	100
		COPERT II	1,4-2,0 l.	1,07	1,01	3,46	118	81	110
		COPERT 90	> 2,0 l.	0,91	1,24	3,14	100	100	100
		COPERT II	> 2,0 l.	1,32	0,93	1,61	145	75	51
	Varebil, benzin	COPERT 90	2-3,5 t.	30	15	12	100	100	100
		COPERT II	2-3,5 t.	14,9	5,9	7,1	50	39	59
	Varebil, diesel	COPERT 90	2-3,5 t.	2	0,8	0,6	100	100	100
		COPERT II	2-3,5 t.	1,1	1	1,1	55	125	183
	Lastbil	COPERT 90	3,5-16 t.	18,8	7,3	4,2	100	100	100
		COPERT II	3,5-7,5 t.	3,2	2,2	1,8	17	30	43
		COPERT II	7,5-16 t.	3,2	2,2	1,8	17	30	43
		COPERT 90	>16 t	18,8	7,3	4,2	100	100	100
		COPERT II	16-32 t	3,2	2,2	1,8	17	30	43
		COPERT II	> 32 t.	3,2	2,2	1,8	17	30	43

Tabel 6.7 VOC emissionsfaktorer for COPERT 90 og COPERT II og faktorernes procentvise ændringer.

Emission	Kategori	Model	Klasse	By [g/km]	Land [g/km]	Motorvej [g/km]	By %	Land %	Motorvej %
VOC	Katalysator	COPERT 90	< 1,4 l.	0,095	0,083	0,105	100	100	100
		COPERT II	< 1,4 l.	0,156	0,066	0,138	164	80	131
		COPERT 90	1,4-2,0 l.	0,095	0,083	0,105	100	100	100
		COPERT II	1,4-2,0 l.	0,147	0,06	0,099	155	72	94
		COPERT 90	> 2,0 l.	0,095	0,083	0,105	100	100	100
		COPERT II	> 2,0 l.	0,108	0,069	0,102	114	83	97
	Varebil, benzin	COPERT 90	2-3,5 t.	3,6	1,7	1	100	100	100
		COPERT II	2-3,5 t.	1,91	0,83	0,59	53	49	59
	Varebil, diesel	COPERT 90	2-3,5 t.	0,4	0,25	0,13	100	100	100
		COPERT II	2-3,5 t.	0,26	0,16	0,15	65	64	115
	Lastbil	COPERT 90	3,5-16 t.	2,75	0,76	0,6	100	100	100
		COPERT II	3,5-7,5 t.	1,8	1,1	0,9	65	145	150
		COPERT II	7,5-16 t.	1,8	1,1	0,9	65	145	150
		COPERT 90	>16 t	5,8	2,6	2,3	100	100	100
		COPERT II	16-32 t	1,8	1,1	0,9	31	42	39
		COPERT II	> 32 t.	1,8	1,1	0,9	31	42	39

Tabel 6.8 NO_x emissionsfaktorer for COPERT 90 og COPERT II og faktorernes procentvise ændringer.

Emission	Kategori	Model	Klasse	By [g/km]	Land [g/km]	Motorvej [g/km]	By %	Land %	Motorvej %
NO_x	Katalysator	COPERT 90	< 1,4 l.	0,214	0,307	0,51	100	100	100
		COPERT II	< 1,4 l.	0,364	0,397	0,538	170	129	105
		COPERT 90	1,4-2,0 l.	0,214	0,307	0,51	100	100	100
		COPERT II	1,4-2,0 l.	0,297	0,273	0,429	139	89	84
		COPERT 90	> 2,0 l.	0,214	0,307	0,51	100	100	100
		COPERT II	> 2,0 l.	0,209	0,218	0,407	98	71	80
	Varebil, benzin	COPERT 90	2-3,5 t.	3	2,7	3,2	100	100	100
		COPERT II	2-3,5 t.	1,8	1,8	1,9	60	67	59
	Varebil, diesel	COPERT 90	2-3,5 t.	1,6	1,2	1,25	100	100	100
		COPERT II	2-3,5 t.	1	0,9	0,9	63	75	72
	Lastbil	COPERT 90	3,5-16 t.	8,7	7,4	6	100	100	100
		COPERT II	3,5-7,5 t.	3,2	2,2	2,6	37	30	43
		COPERT II	7,5-16 t.	6,7	4,3	4,1	77	58	68
		COPERT 90	>16 t	16,2	14,8	13,5	100	100	100
		COPERT II	16-32 t	12,6	9,1	7,6	78	61	56
		COPERT II	> 32 t.	18,3	13,5	11,5	113	91	85

Tabel 6.9 Partikel emissionsfaktorer for COPERT 90 og COPERT II og faktorernes procentvise ændringer.

Emission	Kategori	Model	Klasse	By [g/km]	Land [g/km]	Motorvej [g/km]	By %	Land %	Motorvej %
Partikler	Varebil, diesel	COPERT 90	2-3,5 t.	0,25	0,25	0,16	100	100	100
		COPERT II	2-3,5 t.	0,28	0,29	0,3	112	116	188
	Lastbil	COPERT 90	3,5-16 t.	0,95	0,82	0,66	100	100	100
		COPERT II	3,5-7,5 t.	0,37	0,25	0,21	39	30	32
		COPERT II	7,5-16 t.	0,73	0,49	0,4	77	60	61
		COPERT 90	>16 t	1,6	1,4	1,25	100	100	100
		COPERT II	16-32 t	0,87	0,59	0,48	54	42	38
		COPERT II	> 32 t.	0,93	0,64	0,52	58	46	42

CO

Af tabel 6.1 fremgår, at CO totalemissionerne fra COPERT II er 13% lavere end tallene for BILEMIS i den nye prognose. I 1990 var forskellen 2% med modsat fortegn. Indenfor alle køretøjskategorier er COPERT emissionerne faldet i forhold til BILEMIS tallene, når de to prognoser sammenlignes. For dieselpersonbiler er forskellen mellem COPERT og BILEMIS hhv. 11 og -6% i 1990 og 1994.

Relativt set er faldene i CO emissionen mest markant for benzinvarebiler og lastbiler. I benzinvarebilernes tilfælde skifter forskellene fra 37 til -37%, mens forskellene i de to lastbilkategorier går fra hhv. 21 til -59% og fra 2 til -67% i den letteste og tungeste kategori. I den

tidligere prognose var busser ikke medtaget som en separat kategori, men forskellen i 1994 mellem COPERT og BILEMIS på -74% er stor. Differencen afspejler forskellen mellem COPERT II's busemissionsfaktor og BILEMIS faktorerne for den letteste lastbilkategori. Dieselvarebilernes emissionsforskelle ændrer sig også fra 31 til 0% når den gamle og nye prognose sammenlignes.

Ændringerne i forskellene mellem de to modellers CO resultater kan forklares ud fra emissionsfaktorerne i COPERT 90 og COPERT II, jf. tabel 6.6. I den forrige prognose er COPERT 90 faktoren for *benzinvarebiler* højere end BILEMIS faktoren for alle varebiler før 1990. Forskellen medfører, at COPERT 90 beregner større CO emissioner end BILEMIS i 1990. I tabel 6.6 kan ses et markant fald i CO emissionsfaktorerne for benzinvarebiler med skiftet til COPERT II. Ændringen slår igennem i totalberegningen for 1994 og ved sammenligningen med BILEMIS i den nye prognose. I den nye og gamle prognose er BILEMIS faktorerne de samme frem til 1994.

For *dieselvarebiler* falder CO emissionsfaktoren generelt fra COPERT 90 til COPERT II. Som for benzinvarebiler har dette indflydelse på sammenligningen af BILEMIS resultatet i den nye prognose. COPERT II emissionen bliver relativt mindre, samtidigt med at basisemissionsfaktorerne ikke ændrer sig i BILEMIS i de to prognoser.

For *lastbiler* er CO basisemissionsfaktorerne i BILEMIS uændrede frem til 1994. Faktorerne er omtrent ens med COPERT 90 faktorerne. I BILEMIS er de tungeste lastbilers emissionsfaktorer dog lidt lavere end faktorerne for den letteste kategori. Emissionsfaktorernes niveau afspejler sig i sammenligningen af COPERT 90 og BILEMIS hvor forskellen er 21 og 2% for hhv. den letteste og tungeste lastbilkategori. Med de markant lavere emissionsfaktorer i COPERT II falder totalemissionerne i 1994, så forskellen mellem COPERT II og BILEMIS for de to lastbilkategorier bliver -59 og -67%.

Specielt for *dieselpersonbiler* regnes med forbedrede emissionsfaktorer for CO og andre emissioner for nye biler efter 1990 i COPERT II. Forbedringerne er ikke medtaget i BILEMIS prognosen og betyder, at COPERT emissionerne falder i forhold til BILEMIS i den nye prognose.

CO emissionerne fra *benzinpersonbiler* forklarer den moderate ændring i sammenligning af totalemissioner, der er for de to prognoseforløb. Benzinpersonbilernes emissioner udgør langt den største del, og forskellen mellem COPERT og BILEMIS er skiftet fra -1 til -10% i den gamle og nye prognose. Emissionsfaktorerne for katalysatorbiler stiger i COPERT II i forhold til COPERT 90. Umiddelbart skulle derfor forventes højere COPERT emissioner end beregnet for BILEMIS i 1994, da BILEMIS faktorerne frem til 1994 ikke er ændret i forhold til den forrige prognose. I stedet registreres 10% lavere COPERT CO emissioner sammenlignet med BILEMIS.

Forklaringen skal hovedsageligt findes i koldstartsemissionerne. I COPERT II er turlængden 15 km mod 12 km i COPERT 90. Dermed beregner COPERT II i 1994 mindre CO koldstartsemission end en tilsvarende beregning ville give med COPERT 90.

NO_x

For NO_x emissionen er forholdet mellem COPERT og BILEMIS emissionerne omtrent det samme i den gamle og nye prognose. Det uændrede forhold dækker dog over store forskelle imellem de to prognoser. Forskellene udbalancerer hinanden. Dieselpersonbilernes emissionsforskelle ændrer sig fra -25 til -39%, når COPERT og BILEMIS resultaterne sammenlignes i den gamle og nye prognose. For varebiler skifter NO_x emissionsforskellen mellem COPERT og BILEMIS fra -4 til -38% og -9 til -38% for hhv. benzin og diesel. I lastbilernes tilfælde går forskellen fra -9 til -44% og -17 til -32% i hhv. den letteste og tungeste lastbilkategori.

Forskellen mellem COPERT II's busemissionsfaktorer og BILEMIS faktorerne for de lette lastbiler, giver en emissionsforskel mellem COPERT II og BILEMIS på 25%.

De ændrede NO_x emissionsforskelle for *varebiler og lastbiler* kan forklares ud fra faldet i emissionsfaktorer i de fire køretøjskategorier med skiftet til COPERT II. BILEMIS basisfaktorerne er de samme i den nye og gamle prognose. De totale emissionsforskelle er omtrent uændrede, fordi COPERT emissionen for *benzinbiler* bliver større end BILEMIS emissionen i den nye prognose. Forklaringen er, at NO_x emissionsfaktorerne bliver større i COPERT II modellen sammenlignet med COPERT 90, mens BILEMIS faktorerne er de samme i begge prognoser.

VOC

Ændringerne i emissionsforskellene for VOC er store for varebiler og den største lastbilkategori, mens der næsten ingen ændring er for de mindste lastbiler. For hhv. benzin- og dieselvarebiler er forskellen mellem COPERT og BILEMIS 32 og 50% i 1990 og -36 og 0% i 1994. Forskellen mellem COPERT og BILEMIS emissionerne for lette og tunge lastbiler er 31 og 6% i 1990 og 29 og -56% i 1994. Faldet i emissionsfaktorerne for varebiler og lastbiler fra COPERT 90 til COPERT II forklarer ændringerne i emissionsforskellene, jf. tabel 6.7.

Bussernes totale VOC emission viser en forskel på -32%, når COPERT II og BILEMIS sammenlignes. Forskellen skyldes som i CO og NO_x's tilfælde forskellen i emissionsfaktorer fra COPERT II's buskategori og BILEMIS lette lastbilkategori.

Den totale VOC emissionsforskel i prognoserne ændrer sig fra 3% i 1990 til -9% i 1994. Den moderate ændring skyldes, at *benzinpersonbilernes* emissionsforskelle kun ændrer sig fra -1 til -6% i de to prognosers beregningsår. Benzinpersonbilerne har langt den største emissionsandel af vejtrafikkens samlede VOC emissioner. Fra de benyttede emissionsfaktorer i den nye og gamle COPERT version kunne forventes en stigning i forskellen mellem COPERT og BILEMIS emissionerne. COPERT faktorerne stiger generelt i den nye version, når VOC faktorerne i COPERT 90 og COPERT II sammenlignes. Men som for CO gælder, at turlængdens forøgelse fra 12 til 15 km i COPERT II giver færre koldstartsemissioner.

Fordampning

Sammenligningen af emissioner ved fordampning fra benzinkøretøjer viser en ændring fra 76 til 43% i hhv. 1990 og 1994, når COPERT og BILEMIS resultaterne sammenlignes. Soak emissionen udgør den største del af den samlede kulbrintefordampning. BILEMIS beregner denne emission for både konventionelle benzinbiler og katalysatorbiler, mens COPERT kun har et fordampningsbidrag med fra de konventionelle benzinbiler. I takt med indfasningen af katalysatorbiler i årene efter 1990 vil nulbidraget betyde, at COPERT emissionen vil falde i forhold til BILEMIS.

Partikler

Der registreres en ændring af dieselkøretøjers partikelemission fra -4 til -23% fra 1990 til 1994, når COPERT og BILEMIS emissionerne sammenlignes. Indenfor de enkelte køretøjskategorier stiger forskellen for varebiler fra 38% i 1990 til 65% i 1994. For lastbiler falder forskellen fra -28 og 7% i 1990 til -49 og -58% i 1994 hhv. for de lette og tunge lastbiler. Forskellen mellem emissionsfaktorerne for COPERT II's buskategori og BILEMIS lette lastbilkategori giver en total emissionsforskel for busser på -58%.

6.2 Den justerede prognose

I forrige afsnit er vist de korrektionsfaktorer som benyttes ved justeringen af BILEMIS prognosen fra kapitel 4. I dette afsnit vises de justerede totalemissioner fra BILEMIS og sammenlignes på figurer med emissionerne fra den forrige prognose. Emissionerne efter justeringen er vist i tabel 6.10 og 6.11 for de syv køretøjskategorier.

Tabel 6.10 BILEMIS totalemissioner for personbiler og varebiler korrigeret ud fra COPERT II i 1994

Kategori	År	Trafikarbejde (mia. km)	CO (tons)	Fordampning (tons)	VOC (udstød.) (tons)	VOC Total (tons)	NO_x (tons)	Partikler (tons)
Personbil	1980	20,3	504.000	21.312	39.010	60.322	48.840	0
Benzin (B1)	1985	24,5	486.900	25.776	43.804	69.580	62.493	0
	1988	27,0	483.300	28.368	48.222	76.590	69.708	0
	1990	27,5	474.300	28.944	49.350	78.294	70.818	0
	1995	31,7	368.100	21.888	39.856	61.744	50.838	0
	2000	34,4	305.100	16.848	32.618	49.466	37.851	0
	2005	36,8	229.500	12.226	23.876	36.102	23.976	0
	2010	39,3	182.700	10.627	19.082	29.709	15.318	0
Personbil	1980	1,1	575	0	130	130	476	177
Diesel (D1)	1985	2,0	1.081	0	245	245	897	333
	1988	2,5	1.391	0	313	313	1.147	428
	1990	2,6	1.410	0	319	319	1.165	435
	1995	3,0	1.626	0	368	368	1.348	501
	2000	3,2	1.560	0	357	357	1.244	449
	2005	3,5	1.222	0	309	309	1.000	333
	2010	3,7	.978	0	270	270	726	235
Varebil	1980	0,7	22.302	642	1.395	2.037	1.104	0
Benzin (B2)	1985	0,8	18.396	741	1.402	2.143	1.420	0
	1988	1,0	18.711	966	1.786	2.752	1.941	0
	1990	1,0	17.514	976	1.818	2.794	1.965	0
	1995	1,2	19.278	1.071	2.067	3.138	2.077	0
	2000	1,4	18.459	852	1.805	2.656	1.606	0
	2005	1,6	13.545	588	1.197	1.784	1.029	0
	2010	1,7	7.938	423	659	1.082	611	0
Varebil	1980	2,5	3.120	0	711	711	2.474	954
Diesel (D2)	1985	2,9	3.600	0	822	822	2.858	1.092
	1988	3,8	4.690	0	1.070	1.070	3.720	1.426
	1990	3,9	4.740	0	1.080	1.080	3.763	1.438
	1995	4,5	5.410	0	1.230	1.230	4.278	1.686
	2000	5,4	5.240	0	1.190	1.190	4.098	1.823
	2005	5,9	3.890	0	938	938	3.181	1.463
	2010	6,3	2.720	0	734	734	2.015	970

Tabel 6.11 BILEMIS totalemissioner for lastbiler og busser korrigeret ud fra COPERT II i 1994

Kategori	År	Trafikarbejde (mia. km)	CO (tons)	Fordampning (tons)	VOC (udstød.) (tons)	VOC Total (tons)	NO_x (tons)	Partikler (tons)
Lastbil	1980	0,4	1.771	0	691	691	2.061	212
Diesel (D3)	1985	0,4	1.726	0	675	675	2.005	206
	1988	0,4	1.755	0	685	685	2.038	210
	1990	0,4	1.812	0	708	708	2.106	216
	1995	0,4	1.615	0	637	637	1.960	208
	2000	0,5	1.189	0	520	520	1.747	166
	2005	0,5	611	0	321	321	1.176	93
	2010	0,5	410	0	228	228	829	57
Lastbil	1980	0,9	2.313	0	1.162	1.162	11.016	592
Diesel (D4)	1985	0,9	2.254	0	1.131	1.131	10.744	576
	1988	0,9	2.294	0	1.153	1.153	10.948	587
	1990	0,9	2.366	0	1.188	1.188	11.288	607
	1995	0,9	1.855	0	968	968	9.860	571
	2000	1,0	1.261	0	766	766	8.568	410
	2005	1,1	772	0	532	532	6.208	251
	2010	1,2	535	0	382	382	4.427	157
Bus	1980	0,4	1.318	0	464	464	4.488	189
Diesel (D5)	1985	0,5	1.555	0	547	547	5.300	223
	1988	0,5	1.602	0	563	563	5.450	229
	1990	0,5	1.594	0	560	560	5.425	228
	1995	0,5	1.399	0	507	507	5.300	242
	2000	0,6	894	0	386	386	4.488	165
	2005	0,6	538	0	258	258	3.100	99
	2010	0,6	354	0	177	177	2.100	60

Den endelige prognose for hver køretøjskategori afhænger af tre parametre: trafikarbejdet, de resulterende emissionsfaktorer (basisfaktorer justeret for motorslid, koldstart og fordampning) og skaleringen ud fra COPERT II's resultater. I det følgende optegnes både de nye og gamle prognoseresultater på kurver for CO, VOC, NO_x og partikler. Kurverne vises samlet for vejtrafikken og for interessante enkeltkategorier af køretøjer.

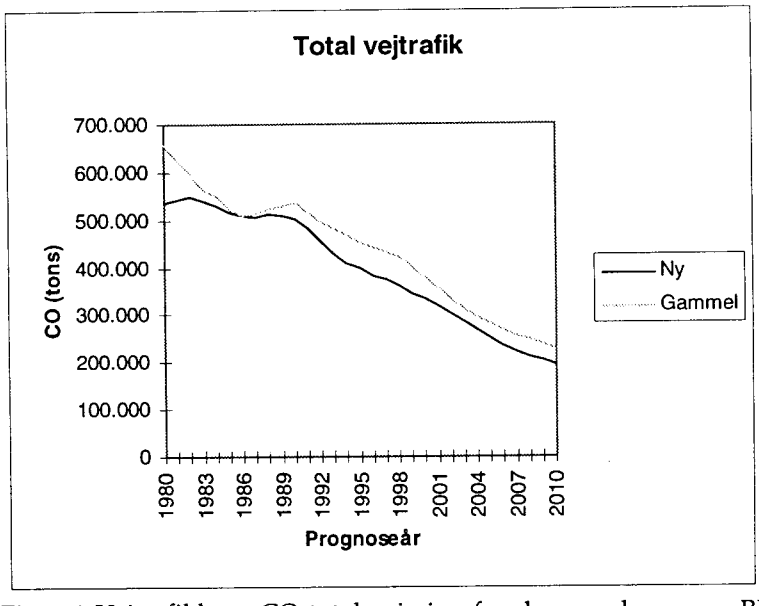
For såvel kurverne for vejtrafikkens emission og de individuelle køretøjskategoriers emissionskurver gælder, at kurverne for den gamle og nye prognose ikke er præcist parallelforskudt. Dette skyldes forskelle i størrelsen af trafikarbejdet og dets fordeling på køretøjsalder samt forskelle i EURO I-IV basisemissionsfaktorerne for den gamle og nye prognose.

CO

På figur 1 er CO totalemissionen for alle syv køretøjskategorier vist både for den gamle og den nye prognose. I alle prognoseårene ligger den nye emissionsprognose lavere end emissionerne i den gamle

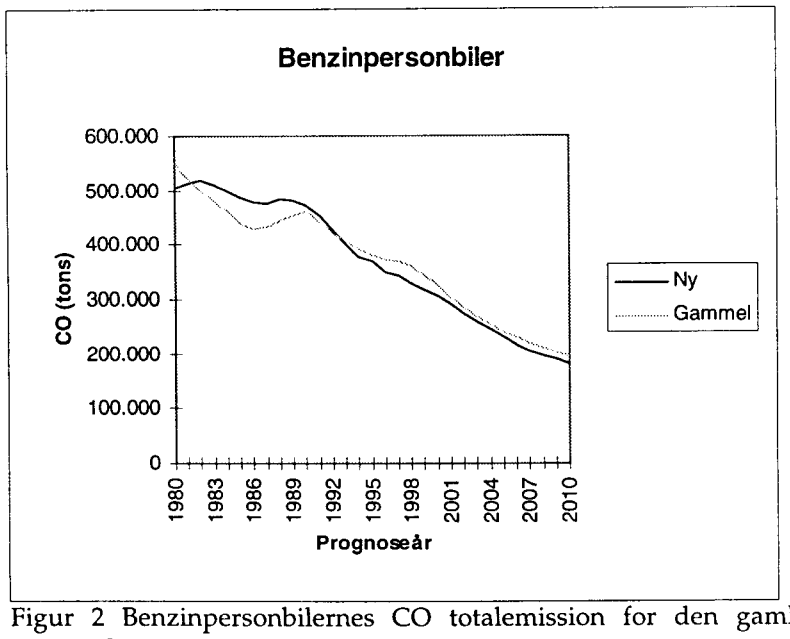
prognose. Dette skyldes hovedsageligt, at den nye prognoses resultater er blevet justeret ned i forhold til den gamle prognose, jf. tabel 6.1.

På trods af trafikarbejdet stiger for alle køretøjskategorier i den nye prognose, falder CO emissionen - bortset fra i starten - betragteligt igennem prognoseperioden. Det generelle fald skyldes de gradvist skærpede emissionsnormer. Benzinpersonbiler er den altdominerende kilde til vejtrafikkens CO emissioner. Emissionsstigningen i de første år stammer dog hovedsageligt fra dieselpersonbilers og -varebilers samt bussers udslip og årsagen er et kraftigt forøget trafikarbejde for disse køretøjskategorier.

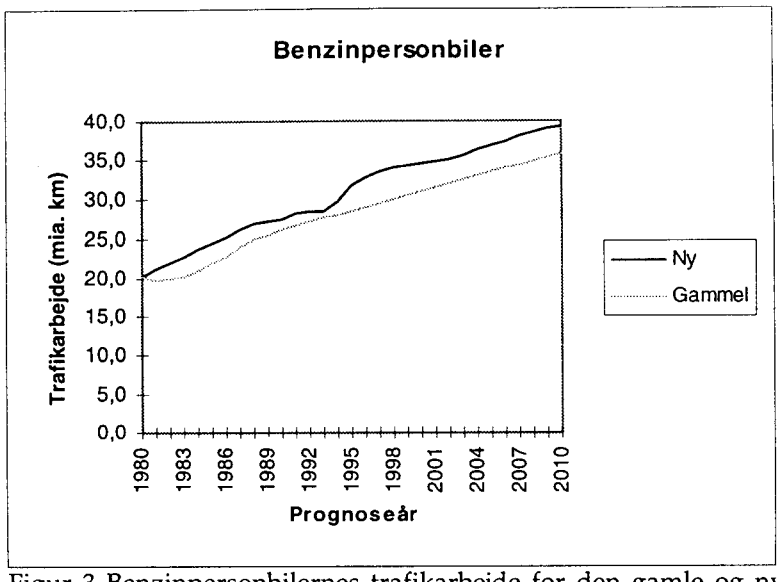


Figur 1 Vejtrafikkens CO totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose.

Benzinpersonbilernes CO emissioner og trafikarbejdet er vist på figur 2 og 3.



Figur 2 Benzinpersonbilernes CO totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose.



Figur 3 Benzinpersonbilernes trafikarbejde for den gamle og nye BILEMIS prognose.

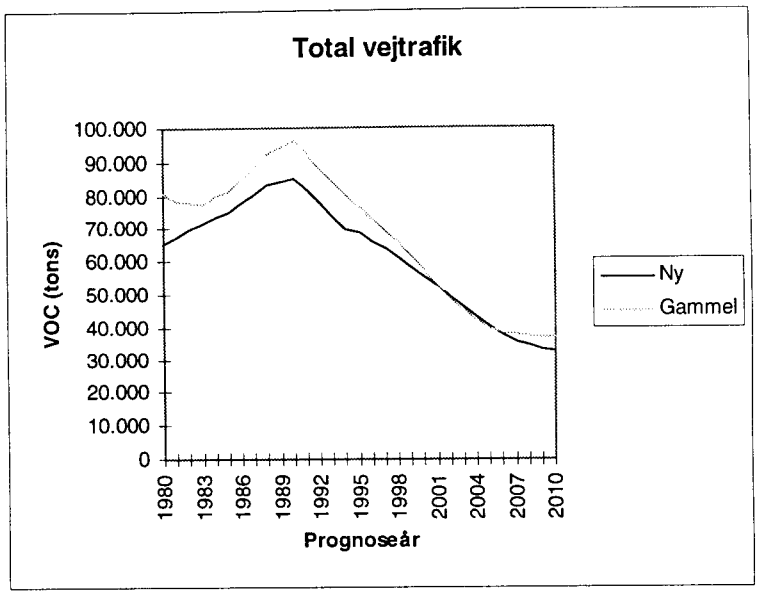
Trafikarbejdet er en anelse højere for benzinpersonbiler i den nye prognose sammenlignet med den gamle. Når den første del af prognoseperioden udelades, er CO emissionerne i den nye prognose en anelse lavere end den gamle. Dette skyldes hovedsageligt, at den nye emissionsprognose ved justeringen er nedskrevet med 10%. Til sammenligning blev den gamle prognose kun nedskrevet med 1%.

Fra starten af 1990'erne begynder CO emissionen at falde markant for benzinpersonbiler. Faldet skyldes, at alle nye benzinpersonbiler indregistreret efter 1.10.1990 skal være udstyret med en katalysator.

VOC

VOC emissionerne for hele vejtrafikken er afbildet på figur 4 for både den nye og gamle prognose. I størstedelen af prognoseperioden har den nye prognose de laveste emissioner. Hovedårsagen er, at det samlede VOC udslip fra den gamle prognose er justeret mere op end emissionerne i den nye prognose i henhold til COPERT justeringskoefficienterne i tabel 6.3 og 6.4.

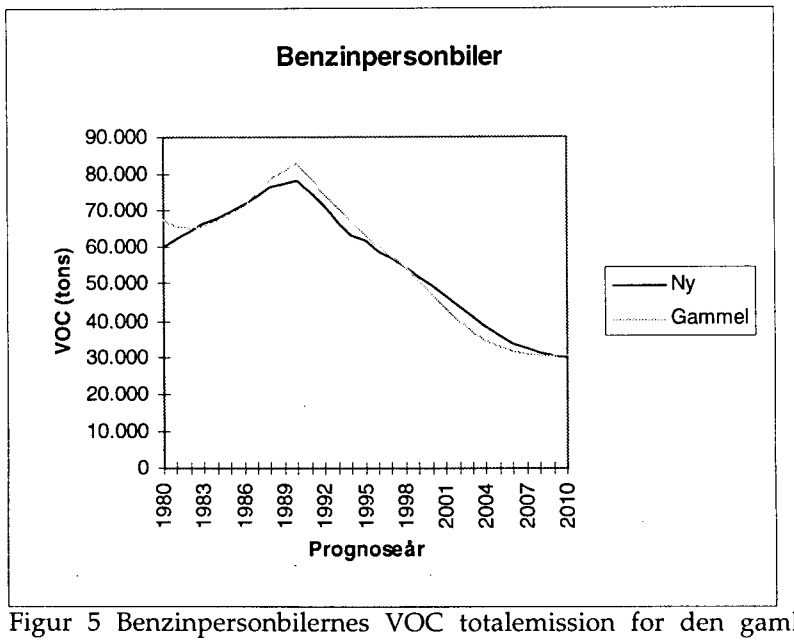
Kurvestigningen i starten for den nye prognose stammer fra benzinpersonbilernes udslip, der udgør langt det meste af vejtrafikkens samlede udslip. Trafikarbejdet stiger kraftigt for personbiler i denne del af prognoseperioden, samtidig med at basisemissionsfaktorerne er nogenlunde uændrede. I senere prognoseår betyder vejtrafikkens gradvist skærpede emissionsnormer, at VOC emissionen falder på trods af stigningen i trafikarbejdet.



Figur 4 Vejtrafikkens VOC totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose.

Den gamle og nye prognoses VOC emissioner er afbildet på figur 5 for benzinpersonbiler. På figuren ses de to kurver at være omtrent ensliggende. Det højere trafikarbejde i den nye prognose modsvares af den mindre opskrivning af emissionerne ved den gamle prognosejustering.

Faldet i totalemissionen fra starten af 1990'erne skal tilskrives indførelsen af katalysatorkravet for benzinpersonbiler.



Figur 5 Benzinpersonbilernes VOC totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose.

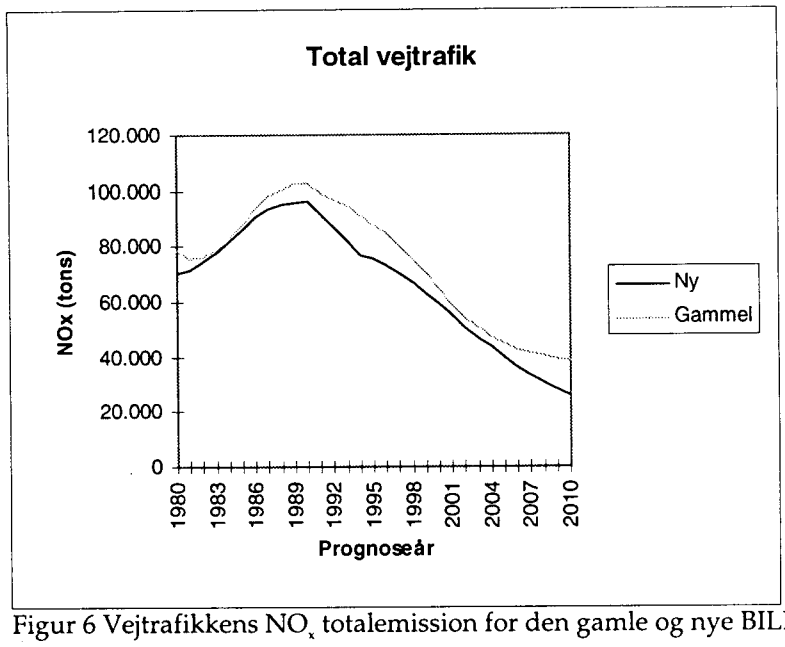
NO_x

Den samlede NO_x emission er generelt lidt lavere i den nye prognose for alle prognoseårene i forhold til den gamle prognose. Hovedårsagen er prognosejusteringen. Benzinpersonbilerne er i den nye prognose opskrevet med 11%. Dette mere end opvejes af emis-

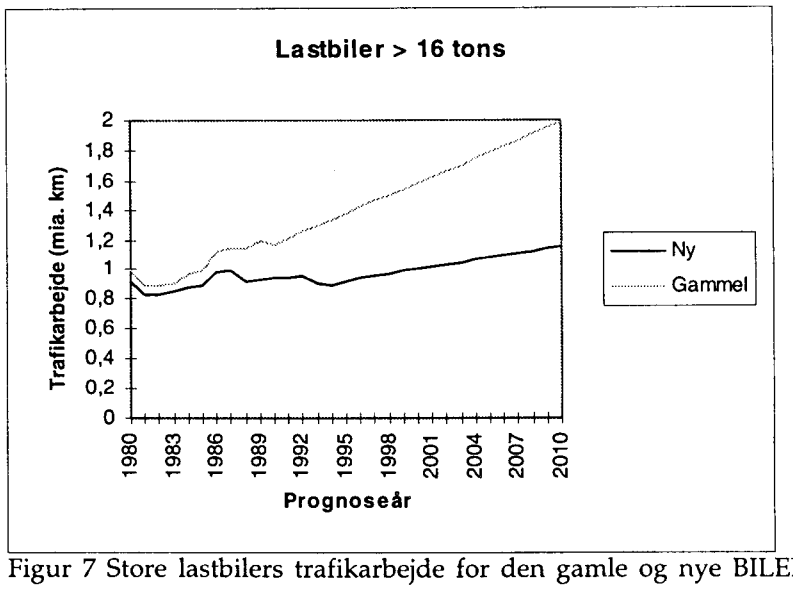
sionerne fra vare- og lastbiler, der i den nye prognose er nedskrevet væsentligt i forhold til den gamle prognose.

Emissionerne stiger kraftigt i starten af begge prognoser som vist på figur 6. Stigningen stammer især fra benzinpersonbilernes udslip, der udgør langt det meste af vejtrafikkens samlede NO_x emission. Omtrent fra 1990 begynder emissionen at falde som en følge af katalysatorkravets indførelse for denne køretøjskategori.

De store lastbiler med en totalvægt over 16 tons er den næststørste kilde til NO_x emissionen. På figur 7 og 8 er trafikarbejdet og NO_x emissionen vist for denne køretøjskategori.



Figur 6 Vejtrafikkens NO_x totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose.

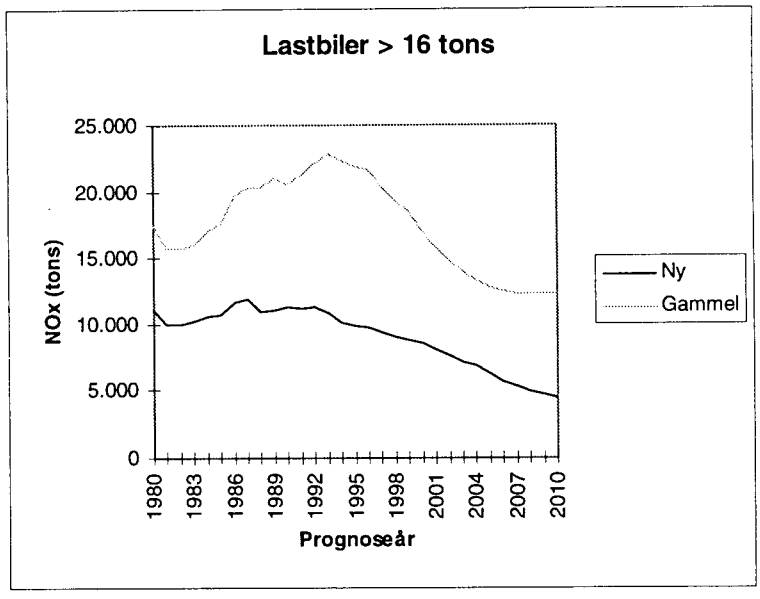


Figur 7 Store lastbilers trafikarbejde for den gamle og nye BILEMIS prognose.

Faldet i emissionen fra starten af 1990'erne og frem i både den gamle og nye prognose skyldes indførelsen af EURO I-IV emissionsnormerne for lastbiler.

Trafikarbejdet for store lastbiler i den nye prognose er mindre end i den gamle prognose. Forskellen bliver gradvist større igennem prognoseperioden. De samme lastbilers NO_x emission er betragteligt lavere i den nye emissionsprognose og skyldes en kraftig regulering nedad af den nye emissionsprognose. Ny viden om NO_x emissioner for lastbilerne har medført en revision.

Den ny viden om NO_x emissioner betyder i øvrigt også, at varebilers og lette lastbilers emissioner er skrevet mere ned i den nye prognose end i den gamle prognose.



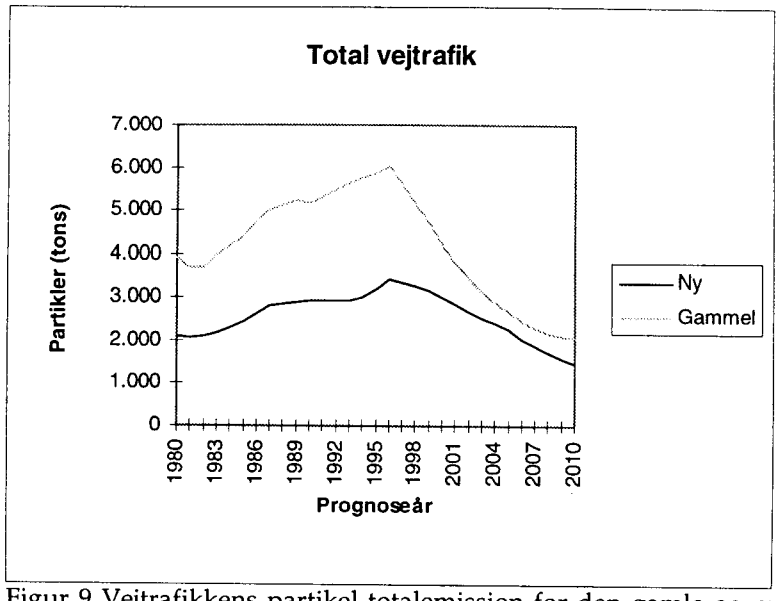
Figur 8 Store lastbilers NO_x emission for den gamle og nye BILEMIS prognose.

Partikler

På figur 9 er vejtrafikkens partikelemission vist for den gamle og nye prognose. Emissionen beregnes udelukkende for dieselkøretøjer. I første halvdel af prognoseperioden er emissionerne i den nye prognose kun omtrent halvdelen af emissionerne i den gamle prognose. Senere i prognoseforløbet nærmer de to prognosers emissionsniveauer sig hinanden.

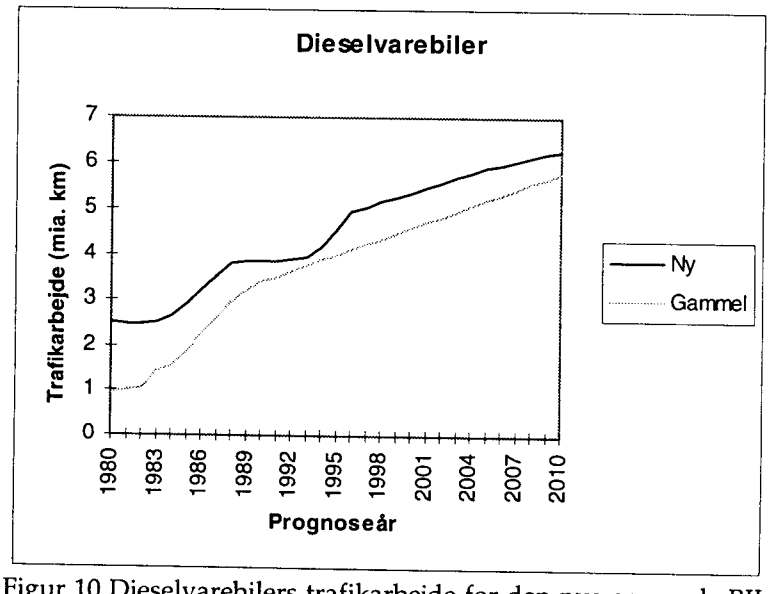
Udviklingen i den nye prognose dækker over store individuelle forskelle. Både varebiler, lastbiler og busser har betydelige bidrag til den samlede emission, med varebilerne som den største enkeltkilde. I den nye prognose er dieselvarebilernes emissioner steget kraftigt i forhold til den gamle prognose, hovedsageligt pga. en stigning i trafikarbejdet. De andre køretøjskategoriers emissioner er derimod faldet voldsomt pga. et mindre trafikarbejde og kraftigt nedreviderede emissionsfaktorer, jf. tabel 6.5. Emissionsfaldet for hele vejtrafikken fra midten af 1990'erne skyldes, at skærpede emissionsnormer får indflydelse på totalemissionen.

På figur 10 og 11 er dieselvarebilernes trafikarbejde og partikelemission vist.

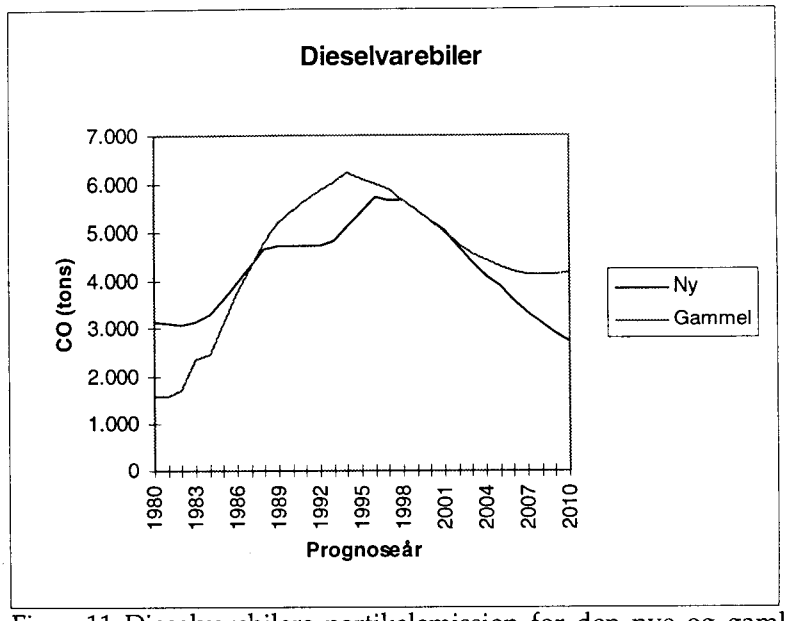


Figur 9 Vejtrafikkens partikel totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose

Trafikarbejdet for dieselvarebiler på figur 10 ligger højere i den nye prognose end i den gamle prognose. Forskellen er størst i prognosens første del. På figur 11 ses, at partikelemissionen for dieselvarebiler ligger højere i den nye prognose end i den forrige prognose. Frem til tidspunktet hvor EURO I normen får betydning for prognoseberegningen, forløber de to emissionskurver som trafikarbejdskurverne. Herefter medfører de to prognosers forskelle i EURO I-IV emissionsfaktorer en relativ større forskel mellem de to prognoser.



Figur 10 Dieselvarebilers trafikarbejde for den nye og gamle BILEMIS prognose



Figur 11 Dieselvarebilers partikelemission for den nye og gamle BILEMIS prognose.

For den samlede vejtrafik afviger de nye emissionsprognoser for CO, VOC og NO_x ikke meget fra de gamle prognoser. Hovedparten af emissionerne stammer fra de benzindrevne personbiler.

I den nye prognose er der for CO en lille stigning i emissionen i starten af prognoseperioden efterfulgt af et fald i resten af årene. Emissionsfaldet bliver kraftigere efter 1990, hvor katalysatorkravet indføres for benzinpersonbiler. VOC og NO_x emissionen stiger kraftigt frem til omtrent år 1990 og falder herefter jævnt. Faldet har samme årsag som nævnt for CO.

Partikelemissionerne i den nye prognose er meget lavere end i den gamle prognose frem til midten af 1990'erne. Totalemissionerne fra de to prognoser nærmer sig herefter hinanden. I den nye prognose emitteres de fleste partikler fra dieselvarebiler, men de tunge køretøjer har også betydelige bidrag. Prognosen viser en stigning i partikelemissionen frem til midten af 1990'erne. Det efterfølgende emissionsfald skyldes indførelsen af EUROI-IV normerne for varebiler og tunge køretøjer.

Det er værd at bemærke, at en ny viden om NO_x og partikelemissionsfaktorer for tunge køretøjer har medført markant lavere beregnede udslip fra disse køretøjer i den nye prognose.

6.3 Aggregerede emissionsfaktorer

De aggregerede emissionsfaktorer for de syv køretøjskategorier fremkommer på basis af prognosens totalemissioner og trafikarbejdet i de enkelte prognoseår. I tabel 6.12 er emissionsfaktorerne vist for udvalgte prognoseår.

Tabel 6.12 Samlede emissionsfaktorer for prognosens køretøjskategorier i udvalgte år.

Kategori	År	CO (g/km)	VOC (ford.) (g/km)	VOC (udstød.) (g/km)	VOC Total (g/km)	NO_x (g/km)	Partikler (g/km)
Personbil	1980	24,82	1,05	1,92	2,97	2,41	0,00
Benzin (B1)	1985	19,89	1,05	1,79	2,84	2,55	0,00
	1990	17,27	1,05	1,80	2,85	2,58	0,00
	1995	11,63	0,69	1,26	1,95	1,61	0,00
	2000	8,86	0,49	0,95	1,44	1,10	0,00
	2005	6,24	0,33	0,65	0,98	0,65	0,00
	2010	4,65	0,27	0,49	0,76	0,39	0,00
Personbil	1980	0,55	0,00	0,12	0,12	0,45	0,17
Diesel (D1)	1985	0,54	0,00	0,12	0,12	0,45	0,17
	1990	0,54	0,00	0,12	0,12	0,45	0,17
	1995	0,55	0,00	0,12	0,12	0,45	0,17
	2000	0,48	0,00	0,11	0,11	0,38	0,14
	2005	0,35	0,00	0,09	0,09	0,29	0,10
	2010	0,26	0,00	0,07	0,07	0,20	0,06
Varebil	1980	32,99	0,95	2,06	3,01	1,63	0,00
Benzin (B2)	1985	23,56	0,95	1,79	2,74	1,82	0,00
	1990	17,03	0,95	1,77	2,72	1,91	0,00
	1995	15,93	0,88	1,71	2,59	1,72	0,00
	2000	12,96	0,60	1,27	1,86	1,13	0,00
	2005	8,63	0,37	0,76	1,14	0,66	0,00
	2010	4,75	0,25	0,39	0,65	0,37	0,00
Varebil	1980	1,23	0,00	0,28	0,28	0,97	0,37
Diesel (D2)	1985	1,23	0,00	0,28	0,28	0,97	0,37
	1990	1,23	0,00	0,28	0,28	0,97	0,37
	1995	1,19	0,00	0,27	0,27	0,94	0,37
	2000	0,98	0,00	0,22	0,22	0,77	0,34
	2005	0,66	0,00	0,16	0,16	0,54	0,25
	2010	0,43	0,00	0,12	0,12	0,32	0,15
Lastbil	1980	4,08	0,00	1,59	1,59	4,75	0,49
Diesel (D3)	1985	4,08	0,00	1,59	1,59	4,74	0,49
	1990	4,08	0,00	1,59	1,59	4,74	0,49
	1995	3,74	0,00	1,48	1,48	4,54	0,48
	2000	2,52	0,00	1,10	1,10	3,70	0,35
	2005	1,20	0,00	0,63	0,63	2,31	0,18
	2010	0,76	0,00	0,42	0,42	1,53	0,10
Lastbil	1980	2,51	0,00	1,26	1,26	11,96	0,64
Diesel (D4)	1985	2,51	0,00	1,26	1,26	11,96	0,64
	1990	2,51	0,00	1,26	1,26	11,97	0,64
	1995	2,02	0,00	1,05	1,05	10,74	0,62
	2000	1,25	0,00	0,76	0,76	8,52	0,41
	2005	0,72	0,00	0,49	0,49	5,75	0,23
	2010	0,46	0,00	0,33	0,33	3,83	0,14
Bus	1980	3,28	0,00	1,15	1,15	11,16	0,47
Diesel (D5)	1985	3,28	0,00	1,15	1,15	11,18	0,47
	1990	3,28	0,00	1,15	1,15	11,16	0,47
	1995	2,65	0,00	0,96	0,96	10,06	0,46
	2000	1,55	0,00	0,67	0,67	7,79	0,29
	2005	0,93	0,00	0,45	0,45	5,38	0,17
	2010	0,61	0,00	0,31	0,31	3,65	0,10

For benzinpersonbiler og varebiler falder emissionsfaktorerne jævnt igennem prognoseperioden som følge af udviklingen i basisemissionsfaktorerne. Specielt lægges dog mærke til springet i fordampningsemissionsfaktorerne fra 1995 og faldet i årene derefter. Tendensen skyldes indfasningen af køretøjer udstyret med katalysator hhv. fra slutningen af 1990 og 1994 for benzinpersonbiler og -varebiler.

Dieselpersonbilernes emissionsfaktorer er konstante til og med 1995. Herefter falder faktorerne i de tre sidste angivne år i tabellen. I dieselvarebilernes tilfælde ses et svagt fald i 1995 sammenlignet med det konstante niveau for årene før. Faldet bliver mere markant for de sidste år vist i tabellen. Grunden er som for dieselpersonbilerne de gradvist skærpede emissionsnormer for nye køretøjer igennem prognoseperioden.

For lastbiler og busser er emissionsfaktorerne konstante for de viste år 1985 og 1990, men bliver gradvist mindre i de efterfølgende angivne år i tabellen. Faldet i de senere år skyldes implementeringen af emissionsnormerne EURO I-IV, der startede i slutningen af 1993.

Referencer

Ahlvik, P. et al. (1997): *COPERT II Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport - Methodology and Emission Factors - (Final Draft Report).* Document EEA/97, European Environment Agency, Copenhagen.

CORINAIR (1993): *CORINAIR Working Group on Emission Factors for Calculating 1990 Emissions from Road Traffic: Volume 1: Methodology and Emission Factors.* ISBN 92-826-5771-X. Commission of the European Communities, Brussels.

CORINAIR (1996): *Atmospheric Emission Inventory Guidebook.* Vol. 2, First Edition, EMEP Task Force om Emisson Inventories. Det Europæiske Miljøagentur, København.

IFEU (1997): *Dokumentation af TREMOD.* Version 0.9, BETA fra 12. marts 1997.

Management Committee COST 319 (1995): *Estimation of pollutant emissions from transport.* Working Group A2 and A3. Final Report of the German PC Emission Factor Project. EUCO-COST/319/1/95 VII/016/95, Brussels.

Schramm, J. og Sorenson, S. C. (1990): *BILEMIS - En prognosemodel til beregning af køretøjsemissioner.* Rapport RE 91-1. Laboratoriet for Energiteknik, Danmarks Tekniske Højskole, Lyngby.

Sorenson, S. C. (1993): *En emissionsprognose for Danmark 1990-2010.* Rapport RE 93-x. Laboratoriet for Energiteknik, Danmarks Tekniske Højskole, Lyngby.

Vejdirektoratet (1998, under udarbejdelse): *Hastighedsrapport.*

Winther, M. (1997): *Analyse af emissionsmodellen "Workbook on Emission Factors for Road Transport".* Arbejdsrapport nr 54., Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde.

Winther, M. (1998, under udarbejdelse): *Analyse af vejtrafikkens emissioner.* Faglig rapport nr xx. Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde.

Bilag I

COPERT II emissionsfaktorer for bykørsel

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	CO	NOx	VOC	PM
Personbil (benzin)	< 1,4 l.	PRE ECE	27,50	1,85	2,35	0,00
		ECE 15/00-01	18,97	1,85	1,86	0,00
		ECE 15/02	15,86	1,62	1,85	0,00
		ECE 15/03	16,75	1,68	1,85	0,00
		ECE 15/04	9,09	1,69	1,48	0,00
		Improved Conventional	6,78	1,73	1,15	0,00
		Open Loop	7,32	1,35	0,91	0,00
		91/441/EEC	2,19	0,36	0,16	0,00
		94/12/EEC	1,67	0,16	0,08	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,36	0,14	0,07	0,00
	1,4 - 2,0 l.	PRE ECE	27,50	2,16	2,35	0,00
		ECE 15/00-01	18,97	2,16	1,86	0,00
		ECE 15/02	15,86	1,83	1,85	0,00
		ECE 15/03	16,75	1,92	1,85	0,00
		ECE 15/04	9,09	2,12	1,48	0,00
		Improved Conventional	4,16	1,64	1,07	0,00
		Open Loop	3,88	1,07	0,37	0,00
		91/441/EEC	1,07	0,30	0,15	0,00
		94/12/EEC	0,93	0,14	0,08	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,20	0,13	0,07	0,00
	> 2 l.	PRE ECE	27,50	2,86	2,35	0,00
		ECE 15/00-01	18,97	2,86	1,86	0,00
		ECE 15/02	15,86	2,07	1,85	0,00
		ECE 15/03	16,75	2,81	1,85	0,00
		ECE 15/04	9,09	2,29	1,48	0,00
		91/441/EEC	1,32	0,21	0,11	0,00
		94/12/EEC	1,05	0,10	0,05	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,22	0,09	0,05	0,00
Personbil (diesel)	< 2 l.	Conventional	0,65	0,52	0,15	0,20
		91/441/EEC	0,41	0,39	0,06	0,04
		94/12/EEC	0,32	0,19	0,05	0,02
		EC Proposal I (post-2000)	0,18	0,09	0,02	0,02
	> 2 l.	Conventional	0,65	0,82	0,15	0,20
		91/441/EEC	0,41	0,39	0,06	0,04
		94/12/EEC	0,32	0,19	0,05	0,02
		EC Proposal I (post-2000)	0,18	0,09	0,02	0,02
Personbil (LPG)		Conventional	2,05	2,20	1,08	0,00
		91/441/EEC	1,48	0,36	0,28	0,00
		94/12/EEC	1,04	0,16	0,13	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,22	0,14	0,12	0,00
Personbil (2-takt)		Conventional	20,65	0,30	15,35	0,00

COPERT II emissionsfaktorer for bykørsel

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	CO	NOx	VOC	PM
Varebil (benzin)		Conventional	14,86	1,77	1,91	0,00
		93/59/EEC	1,28	0,36	0,08	0,00
		96/69/EEC	0,90	0,16	0,04	0,00
Varebil (diesel)		Conventional	1,12	1,02	0,26	0,28
		93/59/EEC	0,85	0,39	0,24	0,11
		96/69/EEC	0,60	0,24	0,15	0,06
Lastbil (benzin)		Conventional	70,00	4,50	7,00	0,00
Lastbil (diesel)	3,5-7,5	Conventional	3,16	3,25	1,77	0,37
		91/542/EEC Stage I	1,99	2,95	1,79	0,30
		91/542/EEC Stage II	1,59	2,10	1,67	0,19
	7,5-16	Conventional	3,16	6,68	1,77	0,73
		91/542/EEC Stage I	1,58	4,68	1,33	0,47
		91/542/EEC Stage II	1,26	3,34	1,24	0,29
	16-32	Conventional	3,16	12,56	1,77	0,87
		91/542/EEC Stage I	1,74	6,91	0,89	0,57
		91/542/EEC Stage II	1,42	5,02	0,80	0,22
	32>	Conventional	3,16	18,27	1,77	0,93
		91/542/EEC Stage I	1,74	10,05	0,89	0,60
		91/542/EEC Stage II	1,42	7,31	0,80	0,23
Rutebus		Conventional	4,69	15,29	1,31	0,64
		91/542/EEC Stage I	2,34	10,70	0,98	0,42
		91/542/EEC Stage II	1,87	7,64	0,92	0,26
Turistbus		Conventional	3,23	12,21	1,89	0,68
		91/542/EEC Stage I	1,77	6,72	0,94	0,44
		91/542/EEC Stage II	1,45	4,88	0,85	0,17
Knallert		Conventional	15,00	0,03	9,00	0,00
		EC Proposal III - COM(93)449 Stage I	7,50	0,03	4,05	0,00
		EC Proposal IV - COM(93)449 Stage II	1,50	0,01	1,98	0,00
Motorcykel	2-takt > 50 cc	Conventional	23,38	0,03	9,34	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	-	0,02	6,18	0,00
	< 250 cc	Conventional	22,38	0,13	1,55	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	6,46	0,19	0,73	0,00
	250-750 cc	Conventional	20,44	0,14	1,35	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	6,46	0,19	0,73	0,00
	750 > cc.	Conventional	14,88	0,15	2,52	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	6,46	0,19	0,73	0,00

COPERT II emissionsfaktorer for landevejskørsel

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	CO	NOx	VOC	PM
Personbil (benzin)	< 1,4 l.	PRE ECE	19,33	2,06	1,60	0,00
		ECE 15/00-01	14,48	2,06	1,26	0,00
		ECE 15/02	8,20	2,10	1,06	0,00
		ECE 15/03	8,79	2,25	1,06	0,00
		ECE 15/04	4,96	2,09	0,90	0,00
		Improved Conventional	6,14	2,13	0,79	0,00
		Open Loop	5,33	1,70	0,50	0,00
		91/441/EEC	2,07	0,40	0,07	0,00
		94/12/EEC	1,44	0,16	0,03	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,31	0,14	0,02	0,00
	1,4 - 2,0 l.	PRE ECE	19,33	2,68	1,60	0,00
		ECE 15/00-01	14,48	2,68	1,26	0,00
		ECE 15/02	8,20	2,38	1,06	0,00
		ECE 15/03	8,79	2,58	1,06	0,00
		ECE 15/04	4,95	2,76	0,90	0,00
		Improved Conventional	2,39	2,50	0,67	0,00
		Open Loop	3,28	1,43	0,17	0,00
		91/441/EEC	1,00	0,27	0,06	0,00
		94/12/EEC	0,70	0,12	0,03	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,15	0,11	0,03	0,00
	> 2 l.	PRE ECE	19,33	4,09	1,60	0,00
		ECE 15/00-01	14,48	4,09	1,26	0,00
		ECE 15/02	8,20	2,68	1,06	0,00
		ECE 15/03	8,79	3,44	1,06	0,00
		ECE 15/04	4,95	2,75	0,90	0,00
		91/441/EEC	0,92	0,22	0,07	0,00
		94/12/EEC	0,65	0,10	0,03	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,14	0,09	0,03	0,00
Personbil (diesel)	< 2 l.	Conventional	0,47	0,43	0,09	0,13
		91/441/EEC	0,23	0,22	0,03	0,02
		94/12/EEC	0,16	0,10	0,02	0,01
		EC Proposal I (post-2000)	0,09	0,04	0,01	0,01
	> 2 l.	Conventional	0,47	0,72	0,09	0,13
		91/441/EEC	0,23	0,22	0,03	0,02
		94/12/EEC	0,16	0,10	0,02	0,01
		EC Proposal I (post-2000)	0,09	0,04	0,01	0,01
Personbil (LPG)		Conventional	2,39	2,58	0,67	0,00
		91/441/EEC	1,44	0,28	0,07	0,00
		94/12/EEC	1,01	0,13	0,03	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,19	0,11	0,03	0,00
Personbil (2-takt)		Conventional	7,50	1,02	7,20	0,00

COPERT II emissionsfaktorer for landevejskørsel

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	CO	NOx	VOC	PM
Varebil (benzin)		Conventional	5,91	1,81	0,83	0,00
		93/59/EEC	1,83	0,40	0,11	0,00
		96/69/EEC	1,28	0,17	0,05	0,00
Varebil (diesel)		Conventional	1,01	0,88	0,16	0,29
		93/59/EEC	0,57	0,22	0,14	0,08
		96/69/EEC	0,40	0,13	0,09	0,04
Lastbil (benzin)		Conventional	55,00	7,50	5,50	0,00
Lastbil (diesel)	3,5-7,5	Conventional	2,17	2,17	1,10	0,25
		91/542/EEC Stage I	1,30	1,52	0,83	0,16
		91/542/EEC Stage II	1,19	1,19	0,77	0,10
	7,5-16	Conventional	2,17	4,29	1,10	0,49
		91/542/EEC Stage I	1,30	3,01	0,83	0,32
		91/542/EEC Stage II	1,19	2,36	0,77	0,20
	16-32	Conventional	2,17	9,06	1,10	0,59
		91/542/EEC Stage I	1,30	5,44	0,72	0,39
		91/542/EEC Stage II	1,09	4,08	0,66	0,15
	32>	Conventional	2,17	13,52	1,10	0,64
		91/542/EEC Stage I	1,30	8,11	0,72	0,41
		91/542/EEC Stage II	1,09	6,09	0,66	0,16
Rutebus		Conventional	3,20	11,73	0,78	0,44
		91/542/EEC Stage I	1,60	8,21	0,58	0,29
		91/542/EEC Stage II	1,28	5,87	0,54	0,18
Turistbus		Conventional	2,05	8,26	1,17	0,45
		91/542/EEC Stage I	1,23	4,96	0,76	0,30
		91/542/EEC Stage II	1,03	3,71	0,70	0,11
Knallert		Conventional	15,00	0,03	9,00	0,00
		EC Proposal III - COM(93)449 Stage I	7,50	0,03	4,05	0,00
		EC Proposal IV - COM(93)449 Stage II	1,50	0,01	1,98	0,00
Motorcykel	2-takt > 50 cc	Conventional	25,49	0,09	8,40	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	-	0,04	6,01	0,00
	< 250 cc	Conventional	26,30	0,24	0,96	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	9,27	0,32	0,40	0,00
	250-750 cc	Conventional	21,52	0,25	0,94	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	9,27	0,32	0,40	0,00
	750 > cc.	Conventional	18,03	0,27	1,61	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	9,27	0,32	0,40	0,00

COPERT II emissionsfaktorer for motorvejskørsel

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	CO	NOx	VOC	PM
Personbil (benzin)	< 1,4 l.	PRE ECE	15,52	2,02	1,25	0,00
		ECE 15/00-01	18,62	2,02	1,12	0,00
		ECE 15/02	8,26	2,91	0,95	0,00
		ECE 15/03	7,62	3,28	0,95	0,00
		ECE 15/04	4,29	2,66	0,70	0,00
		Improved Conventional	9,96	2,39	0,80	0,00
		Open Loop	8,43	1,92	0,55	0,00
		91/441/EEC	3,74	0,54	0,14	0,00
		94/12/EEC	2,62	0,22	0,06	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,56	0,20	0,05	0,00
	1,4 - 2,0 l.	PRE ECE	15,52	3,13	1,25	0,00
		ECE 15/00-01	18,62	3,13	1,12	0,00
		ECE 15/02	8,26	3,28	0,95	0,00
		ECE 15/03	7,62	3,47	0,95	0,00
		ECE 15/04	4,28	3,52	0,70	0,00
		Improved Conventional	2,73	3,72	0,74	0,00
		Open Loop	6,72	1,61	0,20	0,00
		91/441/EEC	3,46	0,43	0,10	0,00
		94/12/EEC	2,42	0,19	0,05	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,52	0,17	0,04	0,00
	> 2 l.	PRE ECE	15,52	5,50	1,25	0,00
		ECE 15/00-01	18,62	5,50	1,12	0,00
		ECE 15/02	8,26	3,68	0,95	0,00
		ECE 15/03	7,62	4,60	0,95	0,00
		ECE 15/04	4,28	3,69	0,70	0,00
		91/441/EEC	1,61	0,41	0,10	0,00
		94/12/EEC	1,13	0,18	0,05	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,24	0,16	0,04	0,00
Personbil (diesel)	< 2 l.	Conventional	0,38	0,53	0,06	0,17
		91/441/EEC	0,23	0,22	0,02	0,04
		94/12/EEC	0,16	0,10	0,01	0,02
		EC Proposal I (post-2000)	0,09	0,04	0,01	0,02
	> 2 l.	Conventional	0,38	0,86	0,06	0,17
		91/441/EEC	0,23	0,22	0,02	0,04
		94/12/EEC	0,16	0,10	0,01	0,02
		EC Proposal I (post-2000)	0,09	0,04	0,01	0,02
Personbil (LPG)		Conventional	9,76	2,86	0,49	0,00
		91/441/EEC	3,56	0,30	0,08	0,00
		94/12/EEC	2,49	0,14	0,04	0,00
		EC Proposal I (post-2000)	0,48	0,12	0,04	0,00
Personbil (2-takt)		Conventional	8,70	0,72	5,90	0,00

COPERT II emissionsfaktorer for motorvejskørsel

Kategori	Størrelse	Emissionsregulativ	CO	NOx	VOC	PM
Varebil (benzin)		Conventional	7,13	1,88	0,59	0,00
		93/59/EEC	3,47	0,54	0,27	0,00
		96/69/EEC	2,43	0,23	0,12	0,00
Varebil (diesel)		Conventional	1,06	0,86	0,15	0,30
		93/59/EEC	0,65	0,22	0,10	0,12
		96/69/EEC	0,46	0,13	0,07	0,06
Lastbil (benzin)		Conventional	55,00	7,50	3,50	0,00
Lastbil (diesel)	3,5-7,5	Conventional	1,78	2,61	0,86	0,21
		91/542/EEC Stage I	0,98	2,36	0,64	0,13
		91/542/EEC Stage II	0,89	1,70	0,60	0,08
	7,5-16	Conventional	1,78	4,09	0,86	0,40
		91/542/EEC Stage I	0,98	3,68	0,64	0,26
		91/542/EEC Stage II	0,89	2,66	0,60	0,16
	16-32	Conventional	1,78	7,61	0,86	0,48
		91/542/EEC Stage I	1,16	4,19	0,64	0,31
		91/542/EEC Stage II	1,16	3,42	0,56	0,12
	32>	Conventional	1,78	11,52	0,86	0,52
		91/542/EEC Stage I	1,16	6,33	0,64	0,34
		91/542/EEC Stage II	1,16	5,18	0,56	0,13
Rutebus		Conventional	2,49	9,85	0,55	0,34
		91/542/EEC Stage I	1,25	6,90	0,41	0,22
		91/542/EEC Stage II	1,00	4,93	0,38	0,14
Turistbus		Conventional	1,61	7,84	0,91	0,37
		91/542/EEC Stage I	1,05	4,32	0,68	0,24
		91/542/EEC Stage II	1,05	15,10	0,59	0,09
Knallert		Conventional	-	-	-	-
		EC Proposal III - COM(93)449 Stage I	-	-	-	-
		EC Proposal IV - COM(93)449 Stage II	-	-	-	-
Motorcykel	2-takt > 50 cc	Conventional	27,50	0,13	8,36	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	-	0,00	0,00	0,00
	< 250 cc	Conventional	38,60	0,36	1,32	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	15,90	0,43	0,40	0,00
	250-750 cc	Conventional	25,81	0,37	1,01	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	15,90	0,43	0,40	0,00
	750 > cc.	Conventional	24,30	0,39	1,19	0,00
		EC Proposal V - COM(93)449	15,90	0,43	0,40	0,00

Bilag II

Gennemsnitlige levetider i BILEMIS

	Personbiler B1	Personbiler D1	Varebiler B2	Varebiler D2	Lastbiler < 16 t. D3	Lastbiler > 16 t. D4	Busser D5
1965	11,0	10,0	11,5	10,0	10,0	10,0	10,0
1966	11,0	10,0	11,5	10,0	10,0	10,0	10,0
1967	12,0	10,0	11,5	10,0	10,0	10,0	10,0
1968	13,0	10,0	11,5	10,0	10,0	10,0	10,0
1969	12,0	10,0	12,0	12,0	10,0	10,0	10,0
1970	12,9	12,9	12,0	12,0	10,0	10,0	10,0
1971	13,1	13,1	12,1	12,1	10,0	10,0	10,0
1972	13,7	13,7	12,1	12,1	10,0	10,0	10,0
1973	13,7	13,7	12,1	12,1	10,0	10,0	10,0
1974	13,3	13,3	12,2	12,2	10,0	10,0	10,0
1975	13,1	13,1	12,2	12,2	10,0	10,0	10,0
1976	13,7	13,7	12,3	12,3	10,0	10,0	10,0
1977	14,1	14,1	12,3	12,3	10,0	10,0	10,0
1978	15,1	15,1	12,3	12,3	10,0	10,0	10,0
1979	15,4	15,4	12,4	12,4	10,0	10,0	10,0
1980	15,0	15,0	12,4	12,4	10,0	10,0	10,0
1981	15,8	15,8	12,4	12,4	10,0	10,0	10,0
1982	15,8	15,8	12,5	12,5	10,0	10,0	10,0
1983	15,9	15,9	12,5	12,5	10,0	10,0	10,0
1984	16,0	16,0	12,6	12,6	10,0	10,0	10,0
1985	16,0	16,0	12,6	12,6	10,0	10,0	10,0
1986	16,1	16,1	12,6	12,6	10,0	10,0	10,0
1987	16,1	16,1	12,7	12,7	10,0	10,0	10,0
1988	16,2	16,2	12,7	12,7	10,0	10,0	10,0
1989	16,3	16,3	12,7	12,7	10,0	10,0	10,0
1990	16,3	16,3	12,8	12,8	10,0	10,0	10,0
1991	16,4	16,4	12,8	12,8	10,0	10,0	10,0
1992	16,4	16,4	12,9	12,9	10,0	10,0	10,0
1993	16,5	16,5	12,9	12,9	10,0	10,0	10,0
1994	16,5	16,5	12,9	12,9	10,0	10,0	10,0
1995	16,6	16,6	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
1996	16,7	16,7	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
1997	16,7	16,7	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
1998	16,8	16,8	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
1999	16,8	16,8	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2000	16,9	16,9	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2001	17,0	17,0	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2002	17,0	17,0	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2003	17,1	17,1	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2004	17,1	17,1	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2005	17,2	17,2	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2006	17,3	17,3	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2007	17,3	17,3	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2008	17,4	17,4	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2009	17,4	17,4	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0
2010	17,5	17,5	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0

BILEMIS Nyregistreringer

	Personbiler B1	Personbiler D1	Varebiler B2	Varebiler D2	Lastbiler < 16 t D3	Lastbiler > 16 t D4	Rutebusser	Turistbusser	Busser i alt
1965	95.300	1.900	6.500	1.300	5.400	964	296	312	608
1966	111.500	2.300	7.800	1.800	5.586	997	296	312	608
1967	107.600	2.200	6.900	1.600	5.772	1.030	296	312	608
1968	104.300	2.100	7.500	1.800	5.958	1.064	296	312	608
1969	134.100	2.700	6.600	2.300	6.144	1.097	296	312	608
1970	110.314	5.924	5.400	4.200	6.330	1.130	296	312	608
1971	106.726	5.732	5.600	3.800	5.600	970	217	229	446
1972	102.585	5.509	6.600	2.800	5.930	890	253	265	518
1973	140.729	7.558	9.700	4.300	6.650	1.120	252	264	516
1974	85.045	4.567	5.000	2.300	5.140	970	214	225	439
1975	120.978	6.497	2.900	11.167	1.659	1.661	254	267	521
1976	157.716	8.470	5.260	19.720	2.744	2.749	324	340	664
1977	141.360	7.591	4.511	17.155	2.474	2.478	379	398	777
1978	131.920	7.085	1.786	9.855	2.487	2.491	386	405	791
1979	126.356	6.786	2.258	11.553	2.697	2.702	401	343	744
1980	74.299	3.990	1.938	8.897	1.814	1.817	393	301	694
1981	71.508	3.840	1.900	7.673	1.262	1.264	417	281	698
1982	85.486	4.591	2.260	8.553	1.218	1.220	402	241	643
1983	115.187	6.186	2.937	10.917	1.486	1.488	316	191	507
1984	133.247	7.156	4.703	16.922	2.105	2.108	329	204	533
1985	155.692	8.361	5.717	20.630	2.587	2.591	349	218	567
1986	166.851	8.960	7.098	24.667	2.758	3.215	403	255	658
1987	123.021	6.607	6.154	20.881	2.189	2.692	357	217	574
1988	87.992	4.725	3.203	11.321	1.657	2.150	306	183	489
1989	78.095	4.194	3.046	10.713	1.453	1.988	287	184	471
1990	80.040	4.298	3.656	12.176	1.374	1.907	259	182	441
1991	82.587	4.435	3.930	12.857	1.332	1.828	227	143	370
1992	82.835	4.448	3.704	12.343	1.145	2.094	272	181	453
1993	80.772	4.338	3.827	13.088	657	1.626	275	189	464
1994	135.488	7.276	2.632	14.217	682	2.596	374	268	642
1995	131.871	7.082	2.508	12.657	565	2.151	225	280	505
1996	138.176	7.421	2.563	12.906	575	2.187	332	424	756
1997	106.465	5.717	2.619	13.154	584	2.223	332	424	756
1998	117.052	6.286	2.674	13.403	594	2.259	332	424	756
1999	111.486	5.987	2.730	13.652	603	2.295	332	424	756
2000	109.663	5.889	2.785	13.900	612	2.331	332	424	756
2001	112.600	6.047	2.841	14.149	622	2.367	332	424	756
2002	118.761	6.378	2.896	14.398	631	2.403	332	424	756
2003	121.344	6.517	2.952	14.646	641	2.440	332	424	756
2004	126.513	6.794	3.008	14.895	650	2.476	332	424	756
2005	121.231	6.510	3.063	15.143	660	2.512	332	424	756
2006	123.318	6.623	3.119	15.392	669	2.548	332	424	756
2007	124.821	6.703	3.174	15.641	679	2.584	332	424	756
2008	123.859	6.652	3.230	15.889	688	2.620	332	424	756
2009	123.236	6.618	3.285	16.138	698	2.656	332	424	756
2010	122.768	6.593	3.299	16.273	707	2.692	332	424	756

BILEMIS Trafikarbejde

	Personbiler B1 Mio. km	Personbiler D1 Mio. km	Varebiler B2 Mio. km	Varebiler D2 Mio. km	Lastbiler < 16 t. D3 Mio. km	Lastbiler > 16 t. D4 Mio. km	Busser D5 Mio. km
1980	20.300	1.055	676	2.541	434	922	402
1981	21.140	1.241	669	2.516	393	835	419
1982	21.980	1.428	666	2.503	393	836	447
1983	22.810	1.614	677	2.546	402	855	455
1984	23.650	1.800	715	2.688	415	883	462
1985	24.490	1.986	781	2.935	423	899	474
1986	25.330	2.173	864	3.246	461	980	485
1987	26.160	2.359	942	3.539	469	998	489
1988	27.002	2.545	1.018	3.824	430	915	488
1989	27.281	2.571	1.031	3.873	438	931	486
1990	27.473	2.589	1.029	3.865	444	944	486
1991	28.176	2.656	1.026	3.857	442	941	473
1992	28.599	2.695	1.033	3.881	448	954	463
1993	28.541	2.690	1.053	3.956	425	904	470
1994	29.759	2.805	1.110	4.170	421	895	475
1995	31.667	2.985	1.211	4.549	432	918	527
1996	32.652	3.077	1.320	4.961	444	944	576
1997	33.405	3.148	1.344	5.049	451	959	576
1998	33.893	3.194	1.375	5.168	458	974	576
1999	34.228	3.226	1.400	5.262	465	990	576
2000	34.437	3.246	1.425	5.354	472	1.005	576
2001	34.674	3.268	1.451	5.452	479	1.020	576
2002	35.036	3.302	1.480	5.562	487	1.035	576
2003	35.535	3.349	1.510	5.674	494	1.050	576
2004	36.264	3.418	1.541	5.791	501	1.065	576
2005	36.789	3.467	1.568	5.894	508	1.080	576
2006	37.353	3.521	1.590	5.973	515	1.095	576
2007	37.923	3.574	1.611	6.052	522	1.110	576
2008	38.466	3.625	1.631	6.130	529	1.126	576
2009	38.934	3.670	1.651	6.204	536	1.141	576
2010	39.241	3.698	1.671	6.278	543	1.156	576

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: http://www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

Direktion og Sekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Systemanalyse

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej 25
Postboks 413
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

Afd. for Sø- og Fjordøkologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Vandløbsøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 14

Afd. for Landskabsøkologi
Afd. for Kystzoneøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Tagensvej 135, 4
2200 København N
Tlf.: 35 82 14 15
Fax: 35 82 14 20

Afd. for Arktisk Miljø

Publikationer:
DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.
I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

NERI Technical Reports

1997

Nr. 214: Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Af Windolf, J., Svendsen, L.M., Kronvang, B., Skriver, J., Olesen, N.B., Larsen, S.E., Baattrup-Pedersen, A., Iversen, H.L., Erfurt, J., Müller-Wohlfeil, D.-I. & Jensen, J.P. 109 s., 150,00 kr.

Nr. 215: Nitrogen Deposition to Danish Waters 1989 to 1995. Estimation of the Contribution from Danish Sources. By Hertel, O. & Frohn, L. 53 pp., 70,00 DKK.

Nr. 216: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report for 1996. By Kemp, K., Palmgren, F. & Mancher, O.H. 61 pp., 80,00 DKK.

Nr. 217: Indhold af organiske opløsningsmidler og phthalater i legetøj. Analytisk-kemisk kontrol af kemiske stoffer og produkter. Af Rastogi, S.C., Worsøe, I.M., Køppen, B., Hansen, A.B. & Avnskjold, J. 34 s., 40,00 kr.

Nr. 218: Vandføringsevne i danske vandløb 1976-1995. Af Iversen, H.L. & Ovesen, N.B. 2. udg. 55 s., 50,00 kr.

Nr. 220: Interkalibrering af bundvegetationsundersøgelser. Af Middelboe, A.L., Krause-Jensen, D., Nielsen, K. & Sand-Jensen, K. 34 s., 100,00 kr.

1998

Nr. 221: Pollution of the Arctic Troposphere. Northeast Greenland 1990-1996. By Heidam, N.Z., Christensen, J., Wåhlin, P. & Skov, H. 58 pp., 80,00 DKK.

Nr. 222: Sustainable Agriculture and Nature Values - using Vejle County as a Study Area. By Hald, A.B. 93 pp., 100,00 DKK.

Nr. 224: Natur og Miljø 1997. Påvirkninger og tilstand. Red. Holten-Andersen, J., Christensen, N., Kristiansen, L.W., Kristensen, P. & Emborg, L. 288 s., 190.00 kr.

Nr. 225: Sources of Phthalates and Nonylphenoles in Municipal Waste Water. A Study in a Local Environment. By Vikelsøe, J., Thomsen, M. & Johansen, E. 50 pp., 45,00 kr.

Nr. 226: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1997. Af Johansen, P., Riget, F. & Asmund, G. 35 s., 50,00 kr.

Nr. 227: Impact Assessment of an Off-Shore Wind Park on Sea Ducks. By Guillemette, M., Kyed Larsen, J. & Clausager, I. 61 pp., 60,00 kr.

Nr. 228: Trafikdræbte dyr i landskabsøkologisk planlægning og forskning. Af Madsen, A.B., Fyhn, H.W. & Prang, A. 40 s., 60,00 kr.

Nr. 229: Ynglefugle i Vadehavet 1996. Af Rasmussen, L.M. & Thorup, O. 101 s., 90,00 kr.

Nr. 230: On the Fetch Dependent Drag Coefficient over Coastal and Inland Seas. By Geernaert, G.L. & Smith, J.A. 20 pp., 35,00 DKK.

Nr. 231: Mere brændstofeffektive køretøjer. CO2-konsekvenser og samfundsøkonomi. Af Møller, F. & Winther, M. 74 s., 100,00 kr.

Nr. 232: Fragmentering og korridorer i landskabet - en litteraturudredning. Af Hammershøj, M & Madsen, A.B. 110 s., 100,00 kr.

Nr. 233: Anskydning af vildt. Status for undersøgelser 1997-1998. Af Noer, H., Madsen, J., Hartmann, J., Kanstrup, N. & Kjær, T. 61 s., 60,00 kr.

Nr. 234: Background Concentrations for Use in the Operational Street Pollution Model (OSPM). By Jensen, S.S. 107 pp., 125 DKK.

Nr. 235: Effekten på sangsvane ved etablering af en vindmøllepark ved Overgaard gods. Af Larsen, J.K. & Clausen, P. 25 s., 35,00 kr.

Nr. 236: The Marine Environment in Southwest Greenland. Biological Resources, Ressource Use and Sensitivity to Oil Spill. By Mosbech, A., Boertmann, D., Nymand, J., Riget, F. & Acquarone, M. 202 pp., 250,00 DKK (out of print).

Nr. 237: Råvildt og forstyrrelser. Af Olesen, C.R., Theil, P.K. & Coutant, A.E. 53 s., 60,00 kr.

Nr. 238: Indikatorer for naturkvalitet i søer. Af Jensen, J.P. & Søndergaard, M. 39 s., 50,00 kr.

Nr. 239: Aromater i spildevand. Præstationsprøvning. Af Nyeland, B.A. & Hansen, A.B. 64 s., 60,00 kr.

Nr. 240: Beregning af rejsetider for rejser med bil og kollektiv trafik. ALTRANS. Af Thorlacius, P. 54 s., 74,00 kr.

Nr. 241: Control of Pesticides 1997. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T., Køppen, B. & Petersen, K.K. 24 pp., 50,00 DKK.

Nr. 242: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 1997/98 i Danmark. By Clausager, I. 50 pp., 45,00 kr.

Nr. 244: Miljøforholdene i Tange Sø og Gudenåen. Af Nielsen, K., Jensen, J.P. & Skriver, J. 63 s., 50,00 kr.