

Prognose for vejtrafikkens emissionsfaktorer og den samlede luftforurening i perioden 1980-2010

Morten Winther, Systemanalyseafdelingen, Danmarks Miljøundersøgelser
Bo Ekman, Plansekretariatet, Vejdirektoratet

1. Indledning

Prognosemodellen BILEMIS er Miljøstyrelsens model til prognostisering af vejtrafikkens emissioner. Modellen er udviklet ved Institut for Energiteknik på DTU 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.

Computermodellen COPERT 90, se CORINAIR (1993), blev 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, bruger gennemsnitlige emissionsfaktorer for trafikken i 1994 (Ahlvik m.fl., 1997). 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.

2. Formål

I dette arbejde er formålet at beregne en ny BILEMIS emissionsprognose og herudfra opstille aggregerede emissionsfaktorer for prognosens enkelte køretøjskategorier. Emissionsfaktorerne bruges videre i Vejdirektoratets reviderede beregning af transportsektorens emissioner, på basis af det nationale trafikarbejde.

Den nye prognose omfatter CO-, VOC-, NO_x-, og partikelemissionen i perioden 1980-2010 og afløser den tidligere BILEMIS prognose foretaget i 1993. Modelkørselen 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

3. Fremgangsmåde

Fremgangsmåden i arbejdet 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. På dette sted gøres 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.

4. Data for bilpark og trafik.

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 detaljeringniveau, 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 i den nye prognose, at belyse bestands- og trafikudviklingen gennem en række ikke fuldt sammenlignelige kilder. 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 samme overordnede tal for trafikarbejde og køretøjsbestand benyttes.

Til brug for COPERT II modelkørslen skal køretøjsbestanden og den sammenhørende årskørsel bestemmes. De benyttede kilder til fordelingen af køretøjsbestanden og trafikarbejdets fordeling på underkategorier er følgende.

Centralregisteret for motorkøretøjer: Bestemmelse af vognparkens størrelse og fordeling på totalvægt, drivmiddel og alder foretages ud fra Centralregisteret for motorkøretøjer.

Kørebogsundersøgelsen: Undersøgelsen anvendes til belysning af godstransport udført af lastbiler med en totalvægt på mere end 6 tons.

Årskørselsundersøgelsen: Oplysninger om årskørselens fordeling på køretøjets alder og drivmiddel benyttes til bestemmelse af trafikarbejdets fordeling på bilparkens aldersmæssige sammensætning.

60-punktstællingen: Undersøgelsen benyttes til at fordele trafikarbejdets sammensætning på vejnettet i forskellige by- og landområder og på forskellige vej kategorier.

Transportvaneundersøgelsen (TU): Turlængder for personbiltrafikken bestemmes ud fra Transportvaneundersøgelsen.

BILEMIS skal til prognoseberegningen bruge antallet af nyregistrerede køretøjer, gennemsnitlige levetider i årene frem til og i prognoseperioden samt det årlige trafikarbejde. Den historiske udvikling er beskrevet ved hjælp af samme kilder som COPERTII indputdata samt fra Vejdirektoratets prognoseforudsætninger, der tilpasses hver af BILEMIS-prognosens syv køretøjskategorier.

For personbiler fremskrives køretøjsbestanden først, hvorefter trafikarbejdet bliver beregnet. Fremskrivningen af bestanden gøres 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.

5. 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.

For personbilerne gøres opdelingen 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 p.g.a. døgnets temperaturvariation (diurnal loss). Til brug for beregning af Running loss emissionen bruges den samlede kørsel. Soak 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 minimumdøgnstemperaturer for årets måneder.

6. BILEMIS beregningsmetoden

BILEMIS modellen beregner 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 basisemissionsfaktorerne 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). Running loss og diurnal emissionen 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. Running loss emissionen beregnes ved at kombinere emissionsfaktoren med den samlede kørsel for hvert prognoseår. Soak 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.

7. Resultater

Vejtrafikkens CO-, VOC-, NO_x- og partikelemissioner beregnes efter de skitserede metoder. De procentvise emissionsafvigelser mellem BILEMIS og COPERT II i 1994 er opstillet i tabel 1 for hver køretøjskategori. Til sammenligning er i tabel 2 gengivet de tilsvarende afvigelser fra den tidligere prognose i året 1990, hvor BILEMIS og COPERT 90 er brugt.

Tabel 1 Emissionsafvigelser mellem BILEMIS og COPERT II i 1994

	Kategori	CO	NO _x	VOC	Fordamp.	Partikler
Personbil (<2t)	B1 (benzin)	-10	11	-6	44	-
	D1 (diesel)	-6	-39	-12	-	-16
Varebil (2-3,5t)	B2 (benzin)	-37	-38	-36	30	-
	D2 (diesel)	0	-38	0	-	65
Lastbil (<16t)	D3	-59	-44	29	-	-59
Lastbil (>16t)	D4	-67	-32	-56	-	-49
Busser (rute og turist)	D5	-74	25	-32	-	-58
	I alt	-13	-6	-9	43	-17

Tabel 2 Emissionsafvigelser mellem BILEMIS og COPERT 90 i 1990

	Kategori	CO	NO _x	VOC	Fordamp.	Partikler
Personbil (<2t)	B1 (benzin)	-1	-3	-1	76	-
	D1 (diesel)	11	-25	25	-	17
Varebil (2-3,5t)	B2 (benzin)	37	-4	32	83	-
	D2 (diesel)	31	-9	50	-	38
Lastbil (<16t)	D3	21	-9	31	-	-28
Lastbil (>16t)	D4	2	-17	6	-	7
Busser (rute og turist)	D5				-	-
	I alt	2	-7	3	76	-4

Basisemissionsfaktorerne i den gamle og nye BILEMIS prognose er ens og derfor skyldes forskellene mellem emissionsafvigelserne i 1990 og 1994 ændringerne i COPERT modellens emissionsfaktorer ved opdateringen til den nyeste modelversion. Justeringsmetoden er at skalere den nye (ukorrigerede) BILEMIS prognose med emissionsafvigelserne fra tabel 1. Herved fremkommer den endelige prognose.

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.

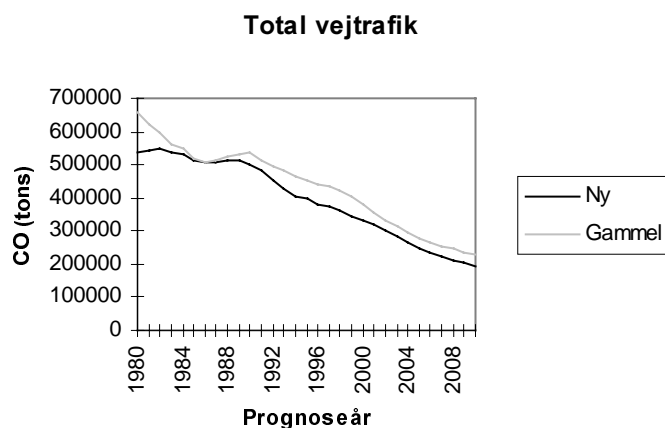
For såvel kurverne for vejtrafikens emission og de individuelle køretøjskategoriers emissionskurver gælder, at kurverne for den gamle og nye prognose ikke er præcist parallelforskudt. Dette skyldes forskelle i størrelsen af trafikarbejdet og dets fordeling på køretøjsalder samt forskelle i EURO I-IV 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 1 og 2.

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 vejtrafikens CO emissioner.

Figur 1 Vejtrafikens CO totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose

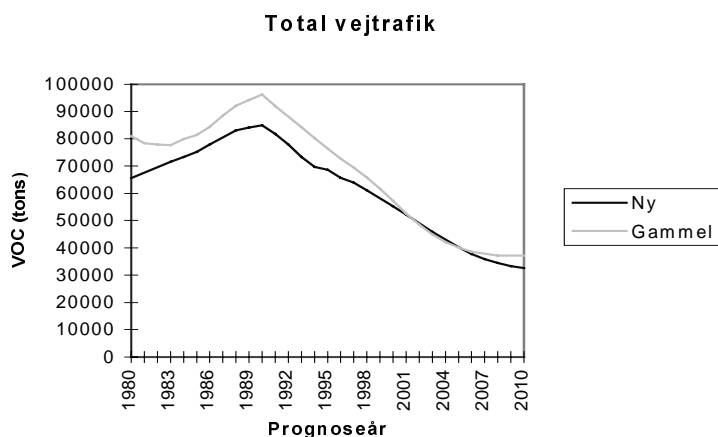


Emissionsstigningen i de første år stammer dog hovedsageligt fra dieselpersonbilers og -varebilers samt bussers udslip og årsagen er et kraftigt forøget trafikarbejde for disse køretøjskategorier. Fra starten af 1990'erne begynder CO emissionen at falde markant. Faldet skyldes, at alle nye benzinpersonbiler indregistreret efter 1.10.1990 skal være udstyret med en katalysator.

VOC

VOC emissionerne for hele vejtrafikken er afbildet på figur 2 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 1 og 2.

Figur 2 Vejtrafikens VOC totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose



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

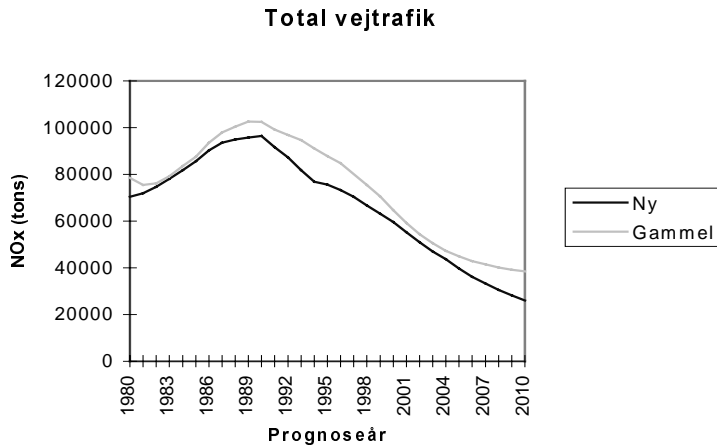
emissionsnormer, at VOC emissionen falder på trods af stigningen i trafikarbejdet. Især benzinpersonbilernes brug af katalysatorer fra starten af 1990'erne bringer emissionerne ned.

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 pct. Dette mere end opvejes af emissionerne 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 3. Stigningen stammer især fra benzinpersonbilernes udslip, der udgør langt det meste af vejtrafikens samlede NO_x emission. Omtrent fra 1990 begynder emissionen at falde som en følge af katalysatorkravets indførelse for denne køretøjskategori.

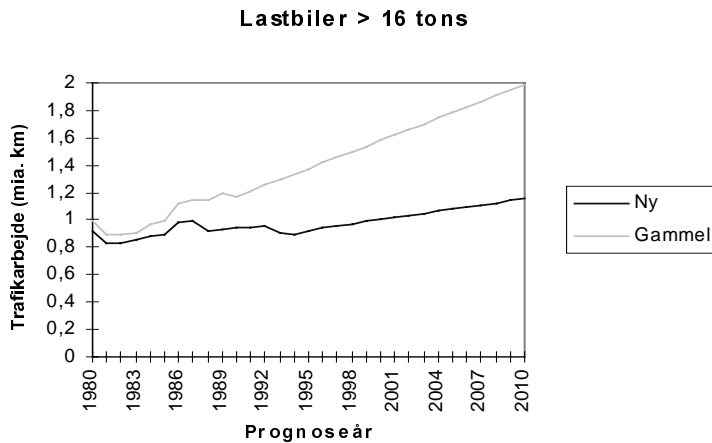
Figur 3 Vejtrafikens NO_x totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose



De store lastbiler med en totalvægt over 16 tons er den næststørste kilde til NO_x emissionen. På figur 4 og 5 er trafikarbejdet og NO_x emissionen vist for denne køretøjskategori.

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.

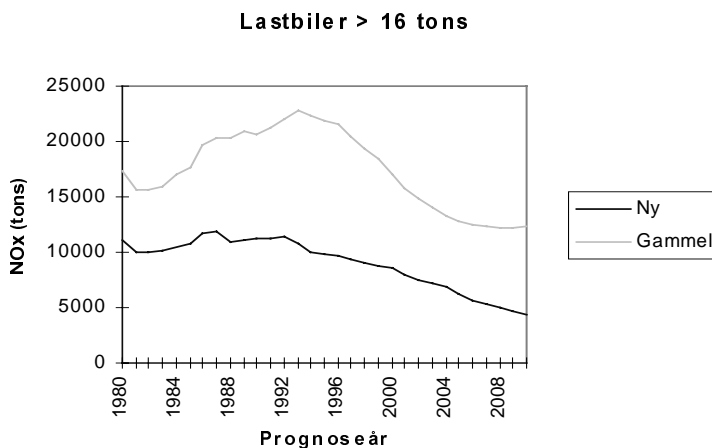
Figur 4 Store lastbilers trafikarbejde for den gamle og nye BILEMIS prognose



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.

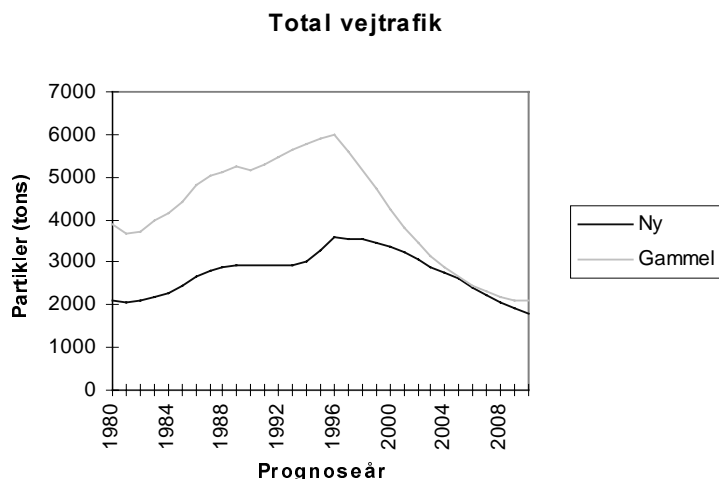
Figur 5 Store lastbilers NO_x emission for den gamle og nye BILEMIS prognose



Partikler

På figur 6 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.

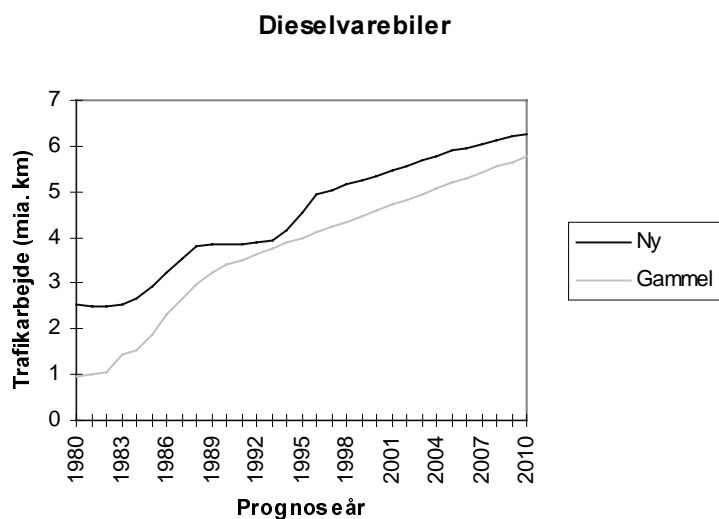
Figur 6 Vejtrafikkens partikel totalemission for den gamle og nye BILEMIS prognose



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 p.g.a. en stigning i trafikarbejdet. De andre køretøjskategoriers emissioner er derimod faldet voldsomt

p.g.a. et mindre trafikarbejde og kraftigt nedreviderede emissionsfaktorer. Emissionsfaldet for hele vejtrafikken fra midten af 1990'erne skyldes, at skærpede emissionsnormer får indflydelse på totalemissionen.

Figur 7 Dieselvarebilers trafikarbejde for den nye og gamle BILEMIS prognose

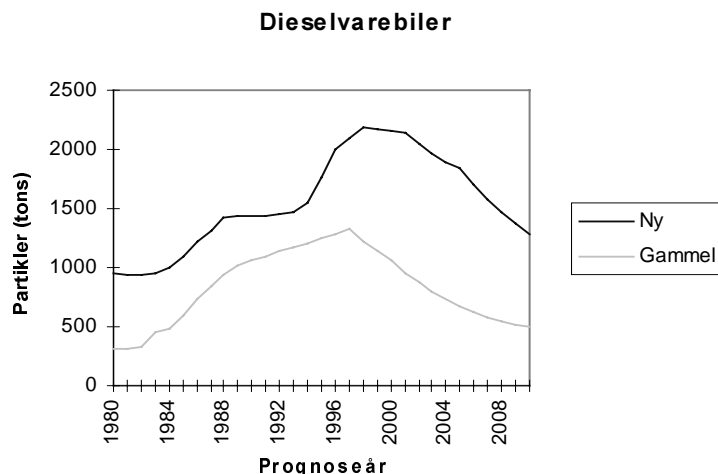


På figur 7 og 8 er dieselvarebilernes trafikarbejde og partikelemission vist. Trafikarbejdet for dieselvarebiler på figur 7 ligger højere i den nye prognose end i den gamle prognose. Forskellen er størst i prognosens første del.

På figur 8 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 8 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 EURO-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.

De aggregerede emissionsfaktorer for de syv køretøjskategorier fremkommer på basis af prognosens totalemissioner og trafikarbejdet i de enkelte prognoseår. For benzinpersonbiler og varebiler falder emissionsfaktorerne jævnt igennem prognoseperioden som følge af udviklingen i basisemissionsfaktorerne. Der er dog et spring i fordampningsemissionsfaktorerne fra 1995 og et fald 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 dieselvarebilernes tilfælde sker et svagt fald i 1995 sammenlignet med det konstante niveau for årene før. Faldet bliver mere markant for de sidste år i prognoseperioden. 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 år. Faldet i de senere år skyldes implementeringen af emissionsnormerne EURO I-IV, der startede i slutningen af 1993.

8. 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 (1996): Atmospheric Emission Inventory Guidebook Vol. 2, First Edition, EMEP Task Force on Emission Inventories, Det Europæiske Miljøagentur, København.

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.

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, January 1995.

Miljøstyrelsen (1993): Emissioner Fra Motorkøretøjer, Revision 1, København, september.

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

Sorenson, S. C. (1993): En emissionsprognose for Danmark 1990-2010, Rapport RE 93-5, Laboratoriet for Energiteknik, Lyngby.

Winther, M. (1997): Analyse af emissionsmodellen "Workbook on Emission Factors for Road Transport". Danmarks Miljøundersøgelser. 55 s. - Arbejdsrapport fra DMU nr 54.

Winther, M. (1998 under udarbejdelse): Analyse af vejtrafikkens emissioner. Danmarks Miljøundersøgelser. xx s. - Faglig rapport fra DMU nr xx.

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

Vejdirektoratet (1996): Hastighedsrapport, under udarbejdelse.