

Brugervenlig udgave af gadeluftkvalitets- modellen OSPM

Fase I

Status notat

Februar 2001

Steen Solvang Jensen og Ruzwim Berkowicz
Afdeling for Atmosfærisk Miljø

Datablad

Titel:	Brugervenlig udgave af gadeluftkvalitetsmodellen OSPM
Undertitel:	Fase I, Status notat.
Forfattere Afdeling	Steen Solvang Jensen og Ruwim Berkowicz Afdelingen for Atmosfærisk Miljø
Udgiver:	Miljø- og Energiministeriet Danmarks Miljøundersøgelser©
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	Februar 2001.
Redaktion: Faglig kommentering:	Steen Solvang Jensen Ruwim Berkowicz
Layout: Korrektur: Tegninger/fotos:	Steen Solvang Jensen Ruwim Berkowicz Steen Solvang Jensen
Bedes citeret: gadeluftkvalitetsmodellen .	Jensen, S.S., & Berkowicz, R. (2001): Brugervenlig udgave af OSPM. Fase 1. Status notat. Danmarks Miljøundersøgelser. 22 s.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Sammenfatning:	Dette status notat giver er en kort beskrivelse af arbejdet udført i fase I i forbindelse med projektet "Brugervenlig udgave af gadeluftkvalitetsmodellen OSPM". Notatet beskriver brugerfladen, som den så ud ved afslutningen af fase I af projektet. Beskrivelsen lægger vægt på brugerfladen, som den fremtræder for den bruger, som anvender programmet ved brug af standardværdier dvs. som ikke anvender egne data. Der er lagt vægt på at beskrive de væsentligste funktionaliteter, og notatet er således ikke en detaljeret gennemgang af brugen af programmet.
Frie emneord:	Windows brugerflade, luftforurening, trafik, OSPM.
Redaktionen afsluttet:	Januar 2001
Finansiell støtte:	Samfinansieret af Miljøstyrelsen, Vejdirektoratet og Danmarks Miljøundersøgelser.
ISBN:	87-7772-602-2
Sideantal:	22
Internet	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside. http://www.dmu.dk/publikationer . Se herefter under øvrige publikationer.

1	Introduktion	3
2	Metodebeskrivelse	5
2.1	Faktorer som påvirker luftforurening i byområder	5
2.2	OSPM modellen	6
2.3	Standard input parametre	7
3	Gadekonfigurationen	9
3.1	Brugerfladen	9
3.2	Input parametre	9
4	Trafikdata	11
5	Emissioner	13
6	Baggrundskoncentrationer	14
6.1	Brugerfladen	14
6.2	Regionale baggrund	14
6.3	Bybaggrunden	16
7	Resultater	19
	Referencer	21

1 Introduktion

Dette notat er en kort beskrivelse af arbejdet udført i fase I i forbindelse med projektet "Brugervenlig udgave af gadeluftkvalitetsmodellen OSPM". Notatet beskriver brugerfladen, som den så ud ved afslutningen af fase I af projektet. Beskrivelsen lægger vægt på brugerfladen, som den fremtræder for den bruger, som anvender programmet ved brug af standardværdier dvs. som ikke anvender egne data. Der er lagt vægt på at beskrive de væsentligst funktionaliteter, og notatet er således ikke en detaljeret gennemgang af brug af programmet.

Brugerfladen vil undergå løbende forbedringer. Det forventes således at brugerfladen vil blive ændret som følge af yderligere testning i forbindelse med fase II af projektet. Brugerfladen vil ligeledes blive oversat fra engelsk til dansk i fase II.

Formål

Formålet med projektet er, at udvikle en brugervenlig udgave af gadeluftkvalitetsmodellen OSPM, således at den kan bruges af kommuner, amter og konsulentfirmaer i forbindelse med vurdering af luftkvaliteten i byer. I forbindelse med fase I af projektet er der udarbejdet en Windowsudgave af OSPM til intern brug og videre testning blandt Miljøstyrelsen, Vejdirektoratet, DTF og DMU. I tilknytning hertil er der opstillet standardværdier og -data for de nødvendige inputparametre for emission, trafikvariation og bybaggrundsforurening. I fase II vil der blive udarbejdet en teknisk dokumentation af modellen samt en brugervejledning. I fase II vil der også blive mindre tilretninger af brugerfladen. Fase I afsluttes januar 2001 og fase II afsluttes senest ultimo 2001.

Baggrund

Internationale og danske undersøgelser peger på en sammenhæng mellem luftforurening og sundhedseffekter for befolkningen i byområder, og i byerne er vejtrafikken den alt dominerende kilde til forværring af luftkvaliteten (Larsen et al. 1997; WHO 1999).

Et nyt EU rammedirektiv med tilhørende datterdirektiver om vurdering og styring af luftkvaliteten fastsætter nye og flere grænseværdier for luftforureninger, øger kravene til monitorering (målinger), øger kravene til vurdering af luftkvaliteten (modeller) og øger kravene til borgerinformation. I dag foretages der monitorering af byluftkvaliteten i Storkøbenhavn, Odense og Aalborg. Som følge af direktivet forventes der etableret monitorering i Århus. Direktiverne pålægger ikke de lokale myndigheder et særskilt ansvar for overvågning, idet det overordnede ansvar herfor påhviler staten. Imidlertid har amter og kommuner interesse i at kunne vurdere luftkvaliteten, hvor der ikke måles, kunne informere borgerne om luftforureningen, og kunne vurdere effekten af by- og trafikplanlægningsiltag konsekvenser for luftkvaliteten.

Kommuner, amter og konsulenter har hidtil i et vist omfang anvendt den nordiske beregningsmodel for bygader (BLB) fx til vurdering af luftkvaliteten i forbindelse med udarbejdelse af lokale trafik- og miljøhandlingsplaner. BLB er imidlertid en gammel model, som kun kan bruges til overslagsberegninger. Modellen er egentligt en

emissionsmodel, hvor sammenhængen med luftkvaliteten bestemmes ud fra empiriske fastlagte faktorer, som vil ændre sig over tid. Modellen beskriver således ikke de fysiske spredningsforhold i et gaderum, de kemiske omdannelser samt interaktionen med bybaggrundsluften. Modellen kan heller ikke tage hensyn til de aktuelle meteorologiske forhold. Modellen kan kun beregne koncentrationen af CO (8 timers maks. middelværdi) og NO₂ (98-percentil), og imødekommer således ikke kravene i det nye EU direktiv.

I løbet af de sidste 10 år har DMU udviklet en gadeluftkvalitetsmodel kaldet OSPM (Operational Street Pollution Model). Modellen beskriver de fysiske spredningsforhold i et gaderum, de kemiske omdannelser, interaktionen med bybaggrundsluften samt anvender aktuelle meteorologiske data. Modellen er omfattende valideret ved sammenligning af beregninger og målinger adskillige steder i ind- og udland. Modellen beregner time for time, og der kan således beregnes alle percentilværdier herunder de krav, som stilles i det nye EU direktiv. Modellen kan pt. beregne koncentrationer for CO, benzen, NO₂ og O₃ for et receptorpunkt i ca. 2-3 meters højde ved husfacaden. Der arbejdes endvidere på at beskrive de ultrafine partikler. Beregningstiden er mindre end 10 sekunder. Modellen har ikke hidtil været tilgængelig for andre end forskere, idet den er skrevet i et FORTRAN program.

Brugeren vil således kun skulle indtaste årsdøgntrafikken, oplysninger om gadekonfigurationen (gadebredde, hushøjder mv.) samt foretage valg af emissionår. Der vil være standarddata for trafikens variation, emission, meteorologi og bybaggrundsforureningen.

Følgegruppe

Projektet har haft en følgegruppe bestående af:

Ulrik Torp (formand) og Per Suhr, Miljøstyrelsen

Steen Solvang Jensen og Ruwim Berkowicz, Danmarks Miljøundersøgelser (DMU)

Lone Reiff, Vejdirektoratet (nu HUR)

Dorte Billskog Hansen, Vejdirektoratet

Hans Bendtsen, Danmarks TransportForskning (DTF).

Udførelse og finansiering

Projektet er udført af DMU i samarbejde med Vejdirektoratet og DTF samt Tetraplan. DMU har udviklet Windows brugerfladen til OSPM samt opstillet standarddata for emission og bybaggrundsforurening. Vejdirektoratet og DTF har i samarbejde med Tetraplan opstillet trafikale standardværdier. Projektet er finansieret af Miljøstyrelsen, DMU og Vejdirektoratet.

Indhold

Kapitel 2 giver en kort beskrivelse af OSPM modellen og af metoden for udarbejdelse af Windows brugerfladen.

Kapitel 3-6 beskriver standard inputdata gadekonfiguration, emission, trafik og bybaggrundsforureningen.

Kapitel 7 beskriver resultaterne af beregningerne.

2 Metodebeskrivelse

I dette afsnit gøres der kort rede for de faktorer, som har indflydelse på luftforureningen fra trafik i byområder, og hvordan OSPM modellen modellerer luftforureningen i gaderum. Herefter beskrives kort, hvilke standarddata som skal opstilles for de forskellige inputparametre, således at det er muligt for brugeren at gennemføre en luftkvalitetsberegning med meget få input data.

2.1 Faktorer som påvirker luftforurening i byområder

Kilder

Luftforurening i en by afhænger af mange forskellige kilder (Palmgren et al. 1997). Overordnet taler man om høje og lave kilder.

Høje kilder er fx industri, kraftværker og fjernvarmeværker med høje skorstene. Forureningen fra de høje kilder giver kun sjældent anledning til høje koncentrationer ved jordoverfladen, fordi den hurtigt fortyndes. Forureningen fra høje kilder bidrager således mest til den regionale luftforurening og bybaggrundsforureningen i byen.

Anderledes forholder det sig med lave kilder som fx biltrafik, lokal boligopvarmning og mindre industrivirksomheder, hvor afkastene ikke fortyndes så hurtigt. Inden for de seneste tiår er luftforurening fra trafik blevet den alt dominerende kilde til luftforurening i byer.

Bybaggrundsforurening

I byer opdeles luftforureningen i bybaggrunds- og gadeforurening. Bybaggrundsforureningen er de koncentrationsniveauer, som råder over byens tage eller i baggårde. Byens baggrundsforurening afhænger af bidrag fra samtlige kilder i byen og af den regionale forurening, der kommer til byen udefra (langtransport). Bybaggrunds-niveauer bestemmes af emissionstætheden (dvs. primært den generelle trafik-tæthed i byen) og byens geografiske udstrækning.

Gadeforurening

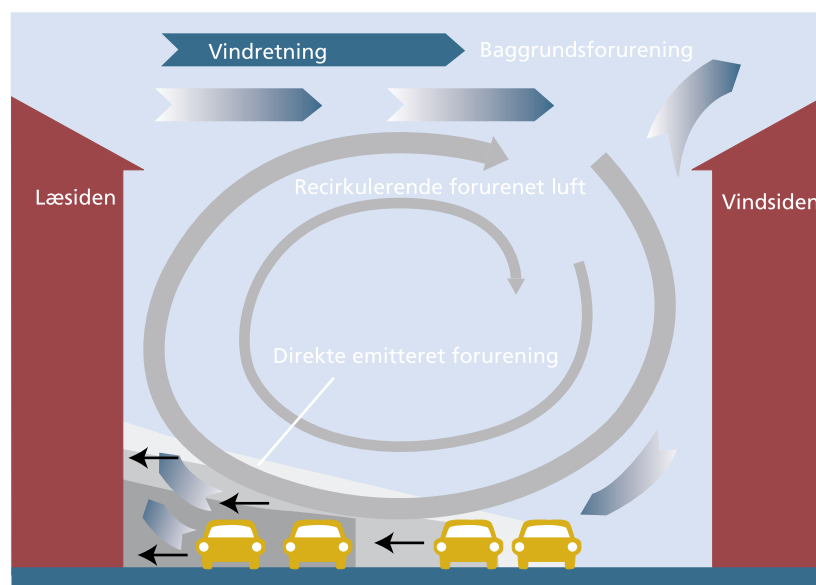
Gadeforureningen er bestemt af trafikemissionen i gaden, gadekonfigurationen, bybaggrundsforureningen og de atmosfæriske forhold.

Trafikemissionen i selve gaden vil være dominerende for luftkvaliteten i gaderummet, og bybaggrundsforureningen i tagniveau vil spille en mindre rolle.

De regionale ozonkoncentrationer har dog en afgørende indflydelse på koncentrationerne af NO_2 i gaderummet, idet NO -emission fra trafikken i gaderummet bliver omdannet til NO_2 i reaktion med O_3 . Af den NO_x emission (sum af NO og NO_2), som benzinbiler udsender er omkring 5% direkte emitteret NO_2 og 95% er NO . I større byer kan NO_2 niveauerne i bybaggrunden være omkring halvdelen af gadeniveauet i trafikerede gader.

Gadekonfigurationen beskriver gades fysiske udformning dvs. gadebredde, bygningshøjder, gadeorientering mv. I et lukket gaderum bliver bilernes udstødningsgasser fanget af hvirvler, som dannes, når vinden blæser på tværs af gaden. Forureningen bliver ført direkte mod læsiden af gaden. Koncentrationen i læsiden af gaden er derfor betydeligt højere end i vindsiden, se figur 2.1.

På grund af disse forhold vil de højeste koncentrationer findes i smalle lukkede gaderum med høj randbebyggelse og med meget trafik.



Figur 2.1 Luftforureningen fra trafikken i et lukket gaderum bliver fanget i en recirkulerende hvirvel, som giver høje koncentrationer især i gades læside

2.2 OSPM modellen

OSPM

Modellen OSPM (Operational Street Pollution Model) er udviklet af DMU til at beregne luftkvaliteten i gaderum i byer (Berkowicz et al. 1997a,b; Hertel & Berkowicz 1989a,b). Modellen kræver input om trafikken, emissions faktorer, gadekonfigurationen, meteorologien og bybaggrundsforureningen. Modellen er blevet valideret ved sammenligning mellem målinger og beregninger for en række gader i Danmark og andre lande (bl.a. Norge, Finland, Italien, Tyskland, Kina).

Tidsopløsning og beregningspunkt

Modellen kan beregne timemiddelværdier af CO, NO_x (NO+NO₂), O₃ og benzen. Beregningspunktet ligger ved facaden, men højden kan specificeres i modellen. En monitorstation vil typisk være placeret i en højde på omkring 3 meter 1-2 meter fra facaden.

Processer

Modellen beskriver de fysiske og kemiske processer i gaderummet. Modellen beregner koncentrationen, som et bidrag fra trafikken og et bidrag fra den recirkulerende luft, se figur 2.1. Det direkte bidrag er beskrevet ved en røgfanemodell og den recirkulerende luft med en boksmode, som tager hensyn til udvekslingen med

bybaggrundsluften. Modellen inddrager endvidere simpel fotokemi med reaktioner mellem NO, NO₂ og O₃.

Gadekonfiguration

Modellen tager også hensyn til gadekonfigurationen dvs. gaden orientering, hushøjde i forskellige vindsektorer, gadebredden mv.

Trafikken

Trafikkens variation time for time beskrives ved brug af døgnfordelinger af trafikken på hverdage, lørdage og søndage yderligere opdelt på juli og øvrige måneder. Døgnfordelinger skal foreligge for personbiler, varebiler, lastbiler og busser. Døgnfordelingen af koldstart for benzindrevne personbiler, og rejsehastigheden for de forskellige køretøjskategorier skal også specificeres.

Køretøjssammensætningen opdeles i følgende kategorier: personbiler (med katalysator, uden katalysator, diesel), varebiler (med katalysator, uden katalysator, diesel), lastbiler (4 vægkategorier) og bybusser.

Emission

Emissionsfaktorer (g/km) afhængig af køretøjskategori og rejsehastighed skal kendes for NO_x, CO og benzen. Emissionsfaktorerne er baseret på principperne i COPERT III (CORINAIR), som er EU's officielle emissionsværktøj for vejtransport. Emissionsfaktorerne er endvidere baseret på danske trafikdata vedr. bilparkens alderssammensætning. Emissionsfaktorerne for benzen er baseret på såkaldte baglænsberegninger, hvor emissionsfaktorerne er bestemt ud fra luftkvalitetsmålinger ved at antage at OSPM modellen giver en perfekt beskrivelse af spredningsforholdene (Jensen et al. 2000). COPERT III giver mulighed for også at bestemme fremtidige emissioner.

Bybaggrundsforureningen og meteorologi

Data for bybaggrundsforureningen skal foreligge time for time for NO_x, NO₂ og O₃ samt CO og benzen. Meteorologisk data i form af vindretning, vindhastighed, global stråling og temperatur skal ligeledes have på timebasis.

2.3 Standard input parametre

Som det fremgår af ovenstående skal der specificeres detaljeret input om gadekonfigurationen, emission, trafikvariationen, og bybaggrundsforureningen.

Standard data

Det har været et væsentligt formål med projektet at opstille standard data for det krævede inputparametre, således at brugeren kan gennemføre beregninger hurtigt og med brug af data, som er let tilgængelig for kommuner og amter. Brugerfladen er samtidig udformet således, at det også er muligt at arbejde med egne brugerdefinerede data for de forskellige inputparametre i det omfang sådanne data er til rådighed.

Gadekonfiguration

For gadekonfigurationen er det ikke hensigtsmæssigt at opstille standard konfigurationer, da alle gader i princippet er forskellige, når man tager hensyn til det detaljeringsniveau, som kræves for

modelberegningerne. Der er derfor udarbejdet en brugerflade, hvor brugeren specificerer inputdata til gadekonfigurationen.

Emissioner

Emissionsfaktorer (g/km) er opstillet med udgangspunkt i principperne i COPERT III. Disse udgør standardværdierne, som også ville kunne ændres af brugeren.

Trafikvariation

Der er opstillet standardværdier for trafikens tidslige variation baseret på en analyse af nyere trafikdata fra Danmark for en række gadetyper. Disse standardværdier kan også ændres af brugeren, såfremt brugeren er i besiddelse af egne data.

Baggrundsforureningen

Der er opstillet en metode for beregning af bybaggrundsforureningen, som afhænger den regionale baggrund og byens emissionstæthed. Brugeren skal kun vælge, hvilken region af Danmark, som den pågældende gade befinder sig samt angive bystørrelsen. Meteorologiske data er fra 1999. Brugeren kan også arbejde med egne data, såfremt sådanne findes.

Resultater

Outputtet af beregninger er værdier, som kan sammenlignes direkte med EUs grænseværdier for NO₂, CO og benzen. Output kan printes ud tillige med en detaljeret logfil. Brugerne kan også vælge at udskrive en fil med timeværdier, yderligere statistik mv.

Programmeringssprog

Brugerfladen er udviklet i Visual Basic. Brugerfladen er forsøgt opbygget efter almindelige principper for Windowsbrugerflader.

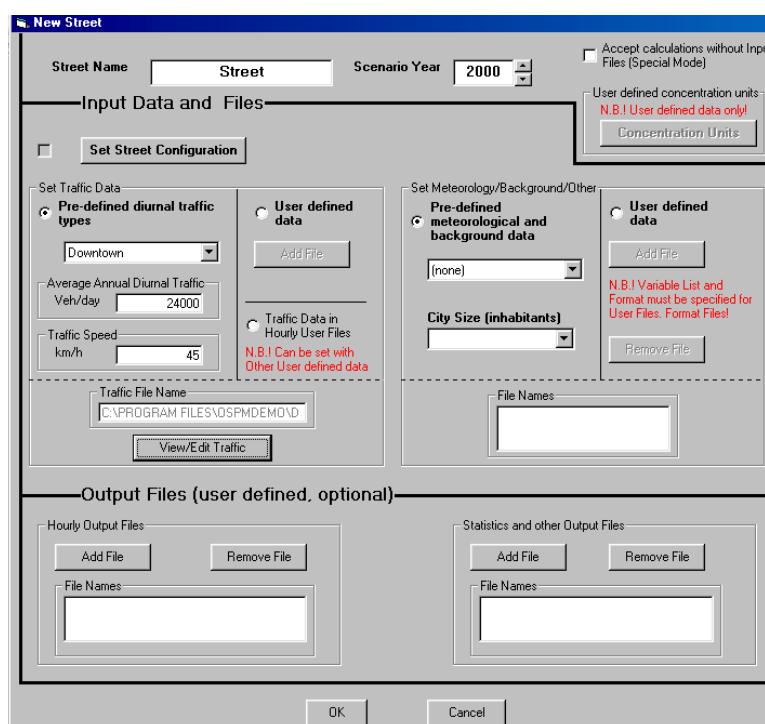
Metoderne for opstilling af standardværdierne er beskrevet mere detaljeret i de efterfølgende kapitler.

3 Gadekonfigurationen

Luftkvaliteten i en gade afhænger bl.a. af de fysiske forhold i gaden beskrevet ved gadekonfigurationen, idet gadekonfigurationen har indflydelse på spredningen og fortyndingen af luftforureningen.

3.1 Brugersiden

I Figur 3.1 er vist indgangsvinduet. Fra dette vindue går man videre til specificering af gadekonfigurationen. I vinduet specificeres samtidig basale trafikdata samt baggrundsforureningen.



Figur 3.1 Indgangsvindue

I Figur 3.2 er vist brugersiden for indtastning af parametre til gadekonfigurationen.

3.2 Input parametre

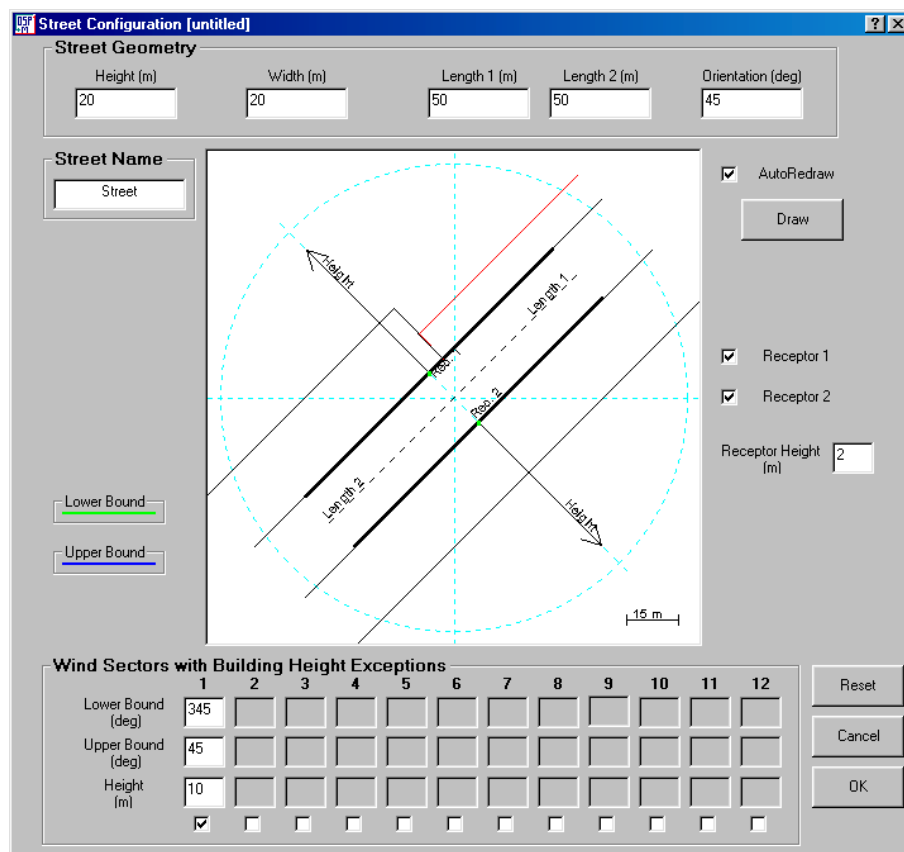
*Gadekonfigurations
parametre*

Brugeren skal specificere gadens generelle bygningshøjde, gadebredden (facade til facade), afstande til nærmeste kryds samt gadens orientering i forhold til nord.

Receptorpunkter

Endvidere skal vælges receptorsider samt højde af receptorpunktet (beregningpunktet). Beregningpunktet er ved facaden, men i en senere version af modellen vil det være muligt at specificere beregningpunktets afstand fra facaden.

Brugeren skal endvidere specificere, hvilke vindsektorer, som afviger fra gades generelle bygningshøjde. Dette gøres ved at angive vindsektorer ud fra start og slut vinkler (i grader i forhold til nord) samt bygningshøjden i disse sektorer. Hvis der ingen bygninger er angives nul for den pågældende vindsektor. I figur 3.2 er vist et eksempel på en vindsektor, som afviger fra gades generelle bygningshøjde på 20 meter. Fra 345 grader til 45 grader er bygningshøjden kun 10 meter. Bygningshøjden er også visualiseret i vinduet.



Figur 3.2 Illustration af brugerfladen for indtastning af parametre til gadekonfigurationen

4 Trafikdata

Nedenfor vises det første vindue, hvor der skal indtastes og vælges basale trafikdata. Vinduet er samtidig indgangsvinduet, hvor man går videre til specifikation af gadekonfigurationen samt af bybaggrunden.

Basale trafikdata

Navnet på gaden angives og der vælges beregningsår.

Der skal endvidere vælges en gadetype, og indtastes årsdøgntrafik og rejsehastighed. Det vil også blive muligt at specificere køretøjs sammensætningen fordelt på person-, vare- og lastbiler samt busser.

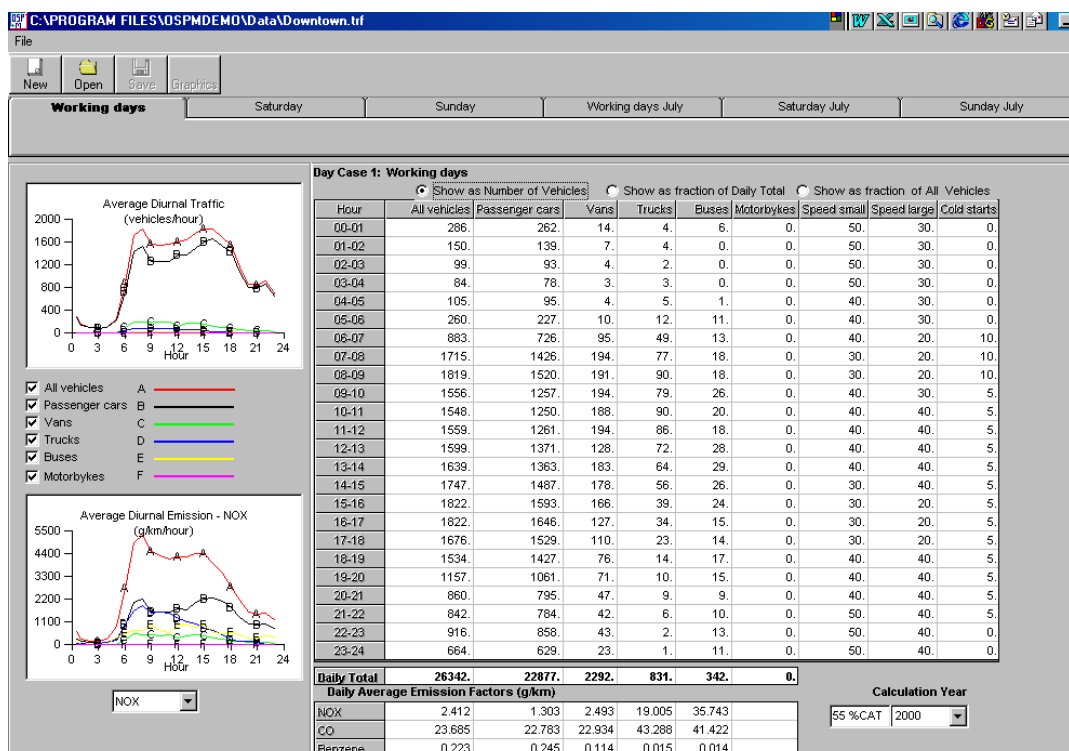
Figur 4.1 Valg og indtastning af basale gade- og trafikoplysninger

Trafikkens tidslige variation

Trafikdata kan visualiseres som døgnavariation underopdelt på forskellige tidsperioder (hverdage, lørdage mv.). I Figur 4.2 er vist antallet af køretøjer i hver time for hverdage (ikke-juli). Kolonnerne summerer op til døgntrafik for hver køretøjstype.

Trafikfordelingen kan også visualiseres som en andel af døgntrafikken for den pågældende køretøjstype (summerer op til 1 for hver køretøjstype).

Trafikfordelingen kan endvidere vises som en andel af den samlede trafik. Dette er køretøjsfordelingen i procent for en given time dvs. det summerer op til 1 for hver time.



Figur 4.2 Visualisering af den tidlige variation i trafikdata. Emissionsfordelingen vises også.

Standardværdier for de trafikale forhold for forskellige gadetyper: døgnvariation for forskellige tidsperioder for trafikken, hastighedsfordeling og fordeling af koldstartsandele er dokumenteret i en særskilt rapport (TetraPlan 2001). Disse standardværdier vil blive implementeret i den endelige udgave.

Brugeren vil kunne ændre alle trafikparametre ved at indtaste nye data.

I den endelige udgave vil det være muligt at specificere fordelingen af person- og varebiler på benzinkøretøjer med og uden katalysator samt på diesel.

5 Emissioner

Scenarieår

Emissionerne er knyttet til det år, som brugeren vælger som beregningsår.

Emissionsfaktorer

Emissionsfaktorer (g/km) vil blive opstillet med udgangspunkt i principperne i COPERT III. Heri angives emissionsfaktorer for de forskellige køretøjskategorier afhængig af rejsehastighed. Emissionsfaktorerne er underopdelt i varm og kold motor tilstand.

I COPERT er de enkelte køretøjskategorier underopdelt efter, hvilken emissionsnorm de opfylder. For at få aggregerede emissionsfaktorer for fx en gennemsnits personbil uden katalysator i et givent år er det derfor nødvendigt at kende aldersfordelingen af bilparken afhængig af emissionsnorm. I forbindelse med et projekt omkring vurdering af den fremtidige luftkvalitet blev der bestemt aggregerede emissionsfaktorer (Jensen et al. 2000). Dette projekt viste imidlertid at emissionsfaktorerne for CO og NO_x var undervurderet. Det vil derfor være nødvendigt at justere emissionsfaktorerne, således at der opnås en god overensstemmelse med luftkvalitetsmålinger.

I tabel 5.1 er vist et eksempel på standardværdier for varme aggregerede emissionsfaktorer i år 2000 ved 50 km/t.

Tabel 5.1 eksempel på emissionsfaktorer ved 50 km/t baseret på COPERT

2000		Varme emissionsfaktorer (g/km)		
		CO	NO _x	Benzen*
Personbiler	Uden katalysator	8.87	2.03	0.18
	Med katalysator	1.72	0.31	0.02
	Diesel	0.37	0.55	0.02
Varebiler	Uden katalysator	12.88	3.04	0.26
	Med katalysator	2.32	0.49	0.02
	Diesel	0.71	1.13	0.04
Lastbiler	3,5-7,5 t.	1.72	1.83	0.004
	7,5-16 t.	1.72	3.97	0.004
	16-32 t.	1.79	7.19	0.004
	> 32 t.	1.79	10.63	0.004
Busser		2.24	9.08	0.004

* COPERT har ikke emissionsfaktorer for benzen, derfor bestemmes disse ud fra såkaldte baglænsberegninger med OSPM

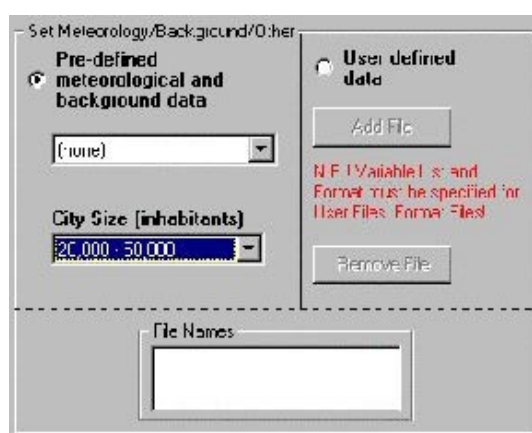
Disse udgør standardværdierne, som også ville kunne ændres af brugeren.

6 Baggrundskoncentrationer

Bybaggrundsbidraget afhænger af emissionen i hele byen, af den regionale forurening uden for byen samt af de meteorologiske forhold. Bybaggrundsforureningen er koncentrationerne i taghøjde over gaden.

6.1 Brugerfladen

I brugerfladen vil brugeren kun skulle vælge blandt forskellige regioner, hvortil er knyttet regional luftforureningsdata samt vælge bystørrelse, se figur 6.1.

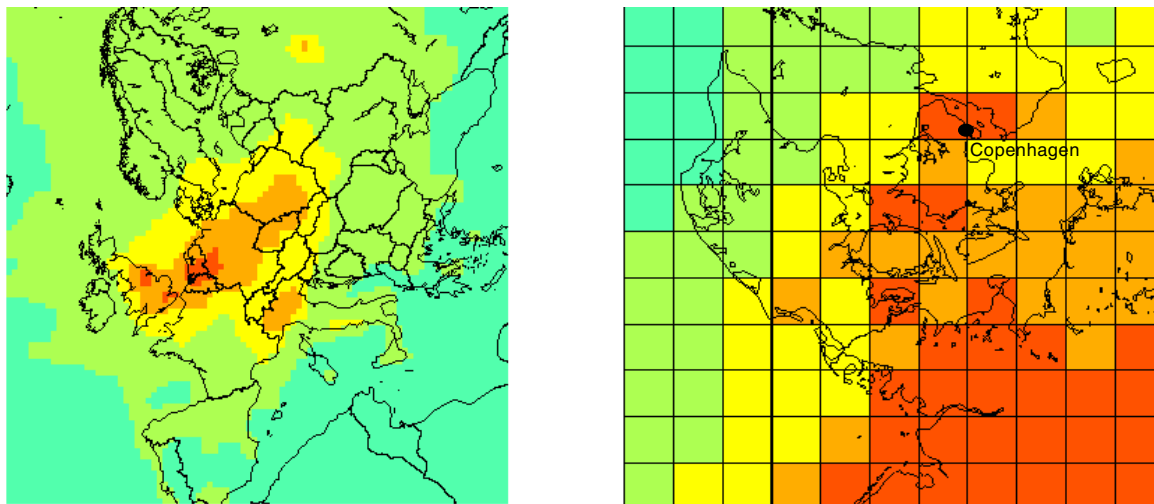


Figur 6.1 Illustration af del af det vindue, hvor brugeren skal vælge blandt forud definerede regioner og bystørrelser

6.2 Regionale baggrund

Den regionale baggrund uden for byerne vil blive bestemt ud fra data fra det såkaldte THOR-system, som kan producere 3-døgns luftforurenings- og vejrprognoser for hele Europa og for Danmark (Brandt et al. 2000). Modelsystemet består af en vejrprognosemodel (ETA), som bruger startdata fra en global circulationsmodel fra "the National Centre for Environmental Protection", NCEP, USA, som er udgangspunktet for næsten alle vejrprognoser i USA. Vejrprognoserne bliver brugt som inddata til en luftforureningsmodel (den Danske Eulerske Operational Model, DEM) for beskrivelse af regionale baggrundsniveauer af luftforurening på Europæisk skala med en rumlig opløsning på 50 km herunder også Danmark. Den nuværende version af modellen beregner transport og kemisk omdannelse af 35 stoffer. Modelområde og opløsning er illustreret i figur 6.2.

Modellen producerer en tidsserie for hver gittercelle ($50 \times 50 \text{ km}^2$) dvs. 8.760 timemiddelværdier for et helt år for hvert stof. I forbindelse med Windows brugerfladen vil der blive brugt data for O_3 , NO_x og CO. Modellen indeholder ikke benzen, som vil blive estimeret ud fra CO.

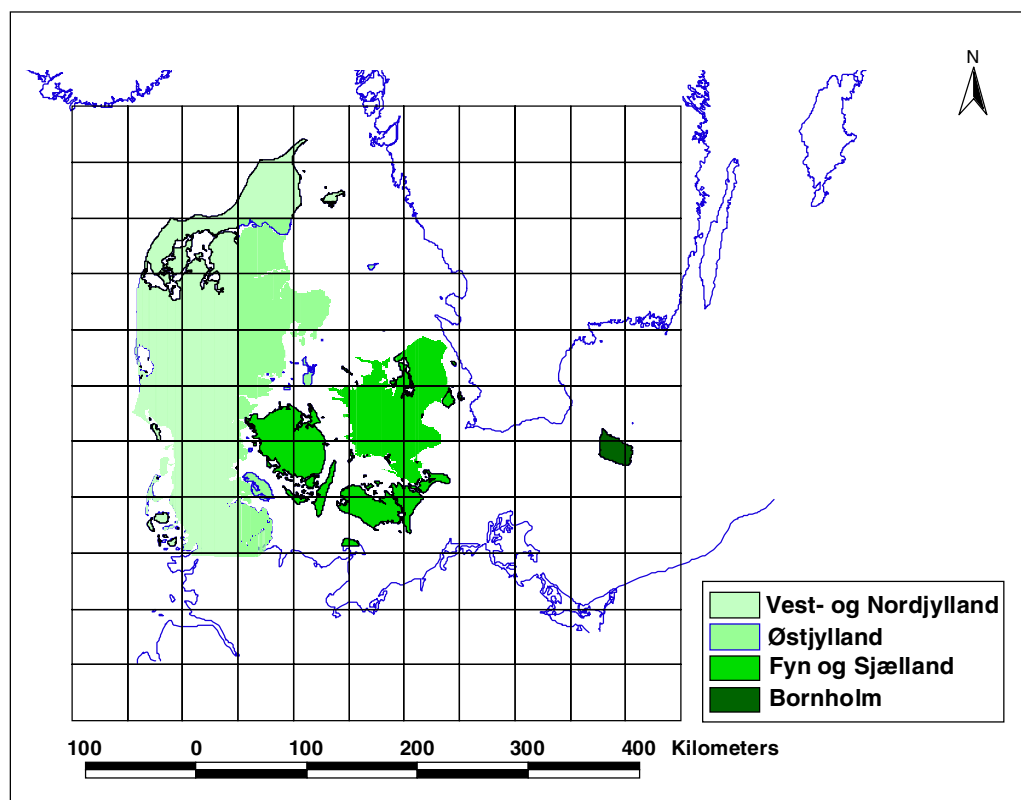


Figur 6.2 Illustration af det europæiske modelområdet for DEM (venstre) og modellens opløsning i $50 \times 50 \text{ km}^2$ gitternet vist for Danmark

Foreløbig haves data for 1999. For at kunne bestemme koncentrationsniveauerne i fremtiden er det nødvendigt at forudsige emissionsudviklingen. Det vil være relevant at kunne beregne luftkvaliteten i 2005 og 2010, idet EU grænseværdier skal være opfyldt i disse år. Emissionsudviklingen i hele Europa reguleres gennem en række internationale konventioner, hvor Danmark har forpligtiget sig til at opfylde en række mål for reduktion af de nationale emissioner. DMU har emissionsdata for de enkelte Europæiske lande baseret på det forberedende arbejde til en ny konvention om grænseoverskridende luftforurening under Economic Commission for Europe (ECE). Emissionsreduktionen 1990-2010 i hele Europa for stoffer, som indgår i dannelsen af ozon, er hhv. 36%, 38% og 11% for NO_x , VOC og NH_4 (ECE 1999; IIASA 1999). Dette vil blive brugt til at beregne den regionale luftforurening i 2005 og 2010. Metoden herfor er beskrevet i *Jensen et al.* (2000).

På baggrund af en visuel analyse af variationen i den regionale forurening for O_3 , NO_x og CO er der defineret en række regioner inden for hvilke, der er en mindre variation i forureningen. Variationen i den regionale forurening fremgår af figur 6.5. Følgende regioner er udpeget: Bornholm, Sjælland og Fyn, vestlige og nordlige Jylland, samt østlige Jylland. Den geografiske udstrækning af regionerne er vist i figur 6.3.

Data for stofferne O_3 , NO_x og CO vil ligge i en fil, som fylder omkring 1,2 Mb for hver region dvs. i alt ca. 5 Mb. Dette data vil ligge på den CD-ROM, som OPSM leveres på, og vil blive installeret sammen med selve OPSM programmet på harddisken.



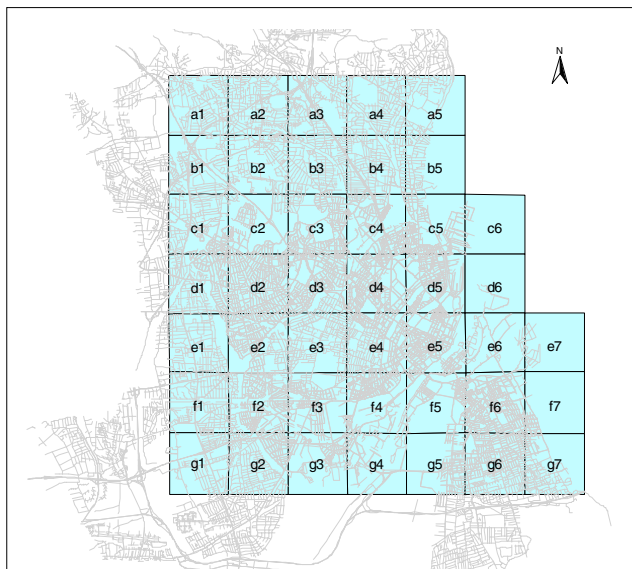
Figur 6.3 Illustration af den geografiske udstrækning af regionerne for hvilke der ligger skabelonværdier for den regionale luftforurening

6.3 Bybaggrunden

Bybaggrundsforureningen modelleres ud fra principperne i spredningsmodellen Urban Background Model (UBM). UBM har været valideret med emissionsdata fra trafikken på et 2×2 km² gitternet for Storkøbenhavn samt meteorologiske data fra København (Berkowicz 2000). Modellen inddrager kun trafikken som emissionskilde, idet dette er den dominerende kilde i danske byområder. Emissionen er beregnet med en videreudviklet udgave af Urban Emission Model (UEM), som oprindeligt blev opstillet af Vejdirektoratet (Vejdirektoratet 1996). Emissionsmodellen dækker et bymæssigt areal på 151 km² omkring Jagtvej i København, se figur 6.4. For hver gridcelle indeholder modellen oplysninger om trafikmængder og køretøjs sammensætning på vejene. Emissionsfaktorerne (g/km) er baseret på EU COPERT III emissionsmodel (Ntziachristos et al. 1999). EU COPERT III modellen har også været brugt til at beregne fremtidige emissionsreduktioner under hensyntagen til den danske bilparks sammensætning og

aldersprofil. Emissionsreduktionen 2005 og 2010 i København vil blive beregnet ud fra forudsætningerne skitseret i *Jensen et al.* (2000).

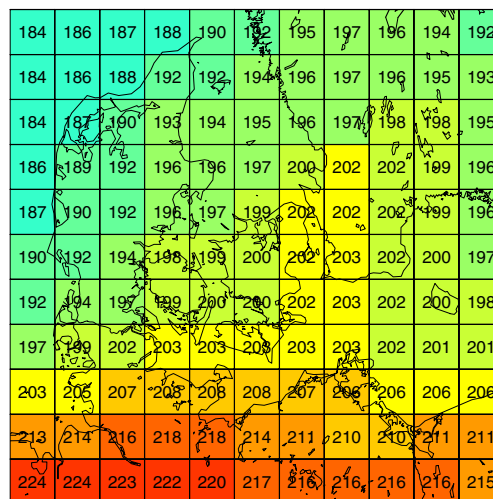
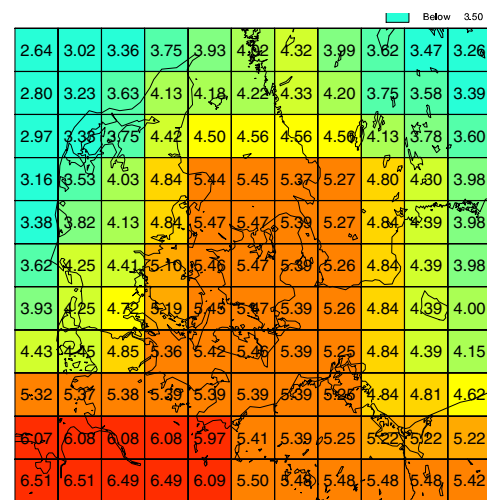
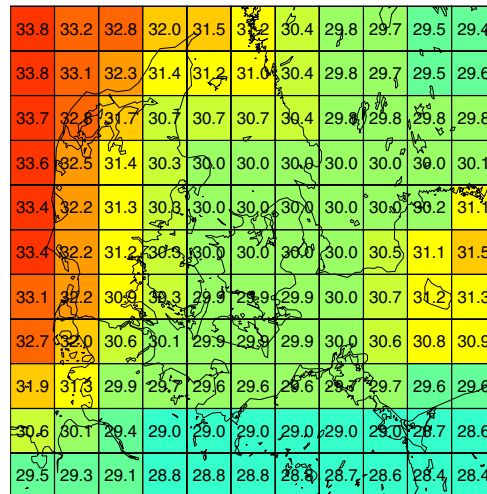
Ud fra emissionstætheden i gitternettet og kendskab til de forskellige geografiske områder er det skønnet, hvad emissionstætheden vil være i forskellige bystørrelser. Denne fremgangsmåde er beskrevet i *Jensen* (1998). Brugeren skal alene vælge bystørrelse, som illustreret i figur 6.1. I beregningerne indgår endvidere radius af byudstrækning og den gennemsnitlige bygningshøjde, se tabel 6.1.



Figur 6.4 Modelområdets geografiske udstrækning for København med 2x2 km² gitterceller for beregning af bybaggrundsforureningen med UBM og UEM. Jagtvej ligger i celle ”d4”.

Tabel 6.1 Inddeling af bystørrelse

Bystørrelse:	Radius af byudstrækning:	Gns. bygningshøjde
<5,000	400	6
5,000 - 20,000	150	10
20,000 - 50,000	350	10
50,000 - 100,000	500	20
100,000 - 200,000	750	20
>500,000	2000	20

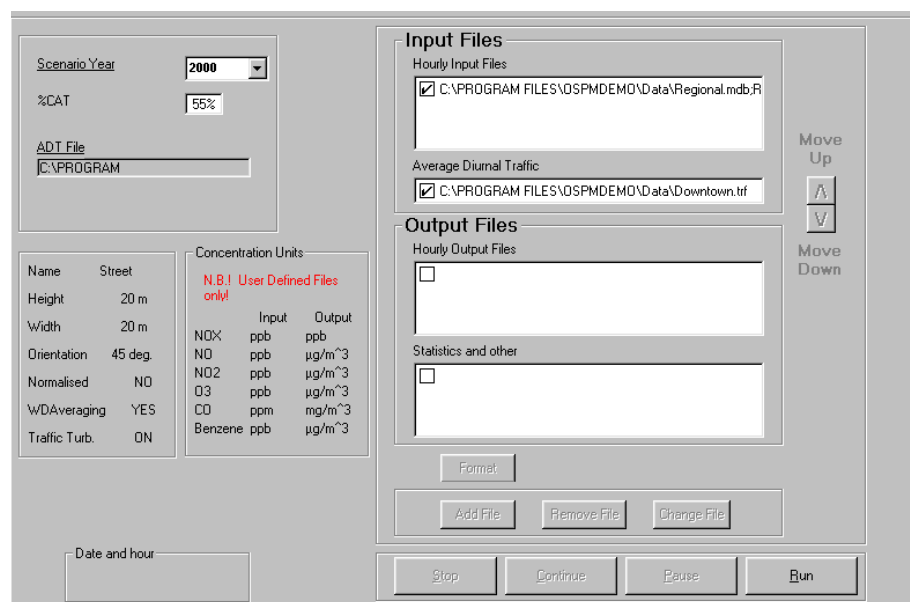


Figur 6.5 Variation i årsmiddelt i 1999 af regional O₃ (øverst), NO_x (midterst), og CO (nederst). Enhed ppb.

7 Resultater

Beregningsvindue

Når alle inputparametre er specificeret kan der foretages en beregning ved at klikke på "Run", se Figur 7.1. Beregninger for et helt år tager omkring 20-25 sekunder (400 MHz PC). Brugeren har også mulighed for at udskrive alle timeberegningerne til en fil.



Figur 7.1 Beregningsvindue

Output vindue for sammenligning med grænseværdier

I figur 7.2 vises et forslag til udformning af outputtet for modelberegninger med Windows udgaven af OSPM. Som det fremgår er der et faneblad for de maksimale koncentrationer for begge receptorpunkter, samt separate faneblade for hver af receptorpunkterne 1 og 2.

Maksimale koncentrationer

Figur 7.2 viser de højeste koncentrationer, som forekommer i de to receptorpunkter. Begrundelsen for at samle resultatet af beregningerne for begge receptorpunkter i ét vindue er, at brugeren kun skal kikke på ét vindue, og at grænseværdierne ikke kun skal overholdes på den ene side af en gade, men i gaden som sådan. De højeste forekommende koncentrationer kan godt stamme fra begge receptorpunkter.

Koncentrationer fra de enkelte receptorpunkter

Koncentrationerne for henholdsvis receptorpunkt 1 og 2 kan brugeren se på tilsvarende måde. Det er således muligt at se beregningerne for de forskellige receptorpunkter separat.

Grænseværdier

98-percentilen for NO₂ er medtaget selvom det er den gamle EU grænseværdi. Begrundelsen er at den gamle grænseværdi er gældende frem til 2010, hvor den nye træder i kraft. Vi ikke tidligere haft grænseværdier for CO og benzen.

Nøgleinformation mv.

Øverst i vinduet er nøgleinformation om den aktuelle kørsel vist.

Under menupunkter og via knapper vil det være muligt at gemme oplysningerne i en fil, at printe vinduet ud på papir samt at formater tallene (dvs. vælge antallet af decimaler). Endvidere vil brugeren kunne udskrive en log-fil med detaljerede oplysninger om kørslen.

Datadækning

En kolonne med datadækning vil også kunne vises, men brugeren skal gøre en aktiv handling for at tilvælge den. Dette gøres under menupunktet "Edit"- "Options", hvor der også er samlet andre opsætningsmuligheder. Datadækning er antallet af observationer (timer) i forhold til et helt år angivet i procent. Såfremt brugeren sammenligner måledata med grænseværdier, er datadækningen vigtig, idet der kræves en vis datadækning for at kunne sammenligne med grænseværdier. Det samme vil også være tilfældet, såfremt brugeren foretager beregninger for en tidsperiode mindre end et år.

Måledata

Såfremt brugeren sammenligner med måledata vil outputtet indeholde en række med tilsvarende statistik resultater for måledata som for beregningerne.

Street: Test_Street
Average Diurnal Traffic: 24181; Default Traffic Type
Emission Scenario Year: 2000
Period Covered (Default Meteorological Data): 01. januar 1999 00:00 - 31. december 1999 23:00
Urban Background: Default for a City with a population of >500,000

Component	Max All Receptors			Receptor 11	Receptor 21
	Mean	98 Percentile	99.8 Percentile	z = 2 m	z = 2 m
NO2 (µg/m³)					
Modelled	50	106	136		
Background	31	67	97		
DK Limit Value		200			
DK Recommended	50	135			
EU Limit Value (2010)	40		200		
Benzene (µg/m³)					
Modelled	..				
Background	..				
EU Limit Value (2005)	5				
CO (mg/m³)					
Modelled				7	
Background				2	
EU Limit Value (2005)				10	

Figur 7.2 De højeste koncentrationer som forekommer i receptor 1 og 2

Referencer

Berkowicz, R. (2000), A simple model for urban background pollution. 2nd International Conference on Urban Air Quality, Measurement, Modelling & Management, 3-5 March 1999, Madrid, 8 p. (Accepted for publication in Environmental Monitoring and Assessment).

Berkowicz, R., Hertel, O., Sørensen, N.N., Michelsen, J.A. (1997a): Modelling Air Pollution from Traffic in Urban Areas. In proceedings from IMA meeting on "Flow and Dispersion Through Obstacles", Cambridge, England, 28-30 March, 1994 (eds.) Perkins, R.J., Belcher, S.E., pp. 121-142.

Berkowicz, R., Hertel, O., Larsen, S., Sørensen, N.N., Nielsen, M. (1997b): Modelling traffic pollution in streets. NERI-ATMI report, p. 51.

Brandt, J. Christensen, J.H., Frohn, L.M., Berkowicz, R., Palmgren, F. (2000): The DMU-ATMI THOR Air Pollution forecast System. System Description. NERI technical Report No. 321, 60 p.

ECE (1999): Draft Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution to Abate Acidification, Eutrofication and Ground-level Ozone. UN Economic Commission for Europe. EB.AIR/1999/1. 15 October 1999.

Hertel, O., Berkowicz, R. (1989a): Modelling NO₂ concentrations in a street canyon. National Environmental Research Institute, Roskilde NERI Technical report No A-131. 31 p.

Hertel, O., Berkowicz, R. (1989b): Modelling pollution from traffic in a street canyon. Evaluation of data and model development. National Environmental Research Institute, Roskilde, NERI Technical report No A-129. 77 pp.

IIASA (1999): Cost-effective Control of Acidification and Ground-level Ozone. Seventh Interim Report to the European Commission, DG-XI. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria. January 1999.

Jensen, S.S. (1997): Standardised Traffic Inputs for Use in the Operational Street Pollution Model (OSPM), NERI Technical Report No. 197, 1997. 54 p.

Jensen, S.S. (1998): Background Concentrations for Use in the Operational Street Pollution Model (OSPM), NERI Technical Report No. 234. 1998. 107 p.

Jensen, S.S., Berkowicz, R., Winther, M., Zlatev, Z., Palmgren, F. (2000): Future Air Quality in Danish Cities. Impact study of New EU Vehicle Emission Standards. National Environmental Research Institute, Denmark. Danish EPA report No. 314.

Jensen, S.S., Berkowicz, R., Winther, M., Zlatev, Z., Palmgren, F. (2000): Future air quality in Danish cities due to new emission and fuel quality directives of the European Union. (Accepted by Journal of Vehicle Design, September 2000).

Larsen, P.B., Larsen, J.C., Fenger, J., Jensen, S.S. (1997): Sundhedsmæssig vurdering af luftforurening fra vejtrafik, Miljøprojekt nr. 352, Miljøstyrelsen. 287 s.

Ntziachristos, L., Samaras, Z., Eggleston, S., Gorißen, N., Hassel, D., Hickman, A.-J., Joumard, R., Rijkeboer, R., & Zierock, K.-H. (1999). COPERT III Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport - Methodology and Emission Factors. Final Draft Report. European Environment Agency, July 1999, Copenhagen.

Palmgren, F., Berkowicz, R., Jensen, S.S., Kemp, K. (1997): Luftkvalitet i danske byer. TEMA-rapport 16/1997. Danmarks Miljøundersøgelser.

Vejdirektoratet (1996): Byområdernes trafikskabte luftforurening. Report 43. Vejdirektoratet, Denmark. 147 s.

TetraPlan (2001): Skabelonværdier for trafikdata. Notat af 5. Januar 2001. Notatnr. 1200441.07. 25 s.

WHO (1999): Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution. An impact assessment project of Austria, France and Switzerland. PM10 Population Exposure. Technical Report on Air Pollution. 80 p.

Zlatev, Z., Brandt, J., Builtjes, P.J.H., Carmichael, G., Dimov, I., Dongarra, J., van Dop, H., Georgiev, K., Hass, H., San Jose, R.(Eds.) (1998): Large Scale Computations in Air Pollution Modelling. Nato Science Series. 2. Environmental Security, Vol. 57, 391 p.

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
Afd. for Mikrobiel Økologi og Bioteknologi
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.:

89 20 14 00

Fax:

89 20 14 14

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

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.:

89 20 17 00

Fax:

89 20 15 15

*Afd. for Landskabsøkologi
Afd. for Kystzoneøkologi*

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.