



OML-Highway – en ny brugervenlig GIS-baseret luftkvalitetsmodel for motorveje, landeveje og andre veje i åbent terræn

Steen Solvang Jensen¹, Matthias Ketzel¹, Thomas Becker¹, Per Løfstrøm¹, Helge Rørdam Olesen¹, Helmut Lorentz², Lene Nøhr Michelsen³, Jakob Fryd³

¹Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Afdelingen for Atmosfærisk Miljø, Århus
Universitet

²Lohmeyer & Co. KG, Tyskland

³Vejdirektoratet





Præsentation

- › **Baggrund og formål**
- › **Udvikling og evaluering af OML-Highway modellen**
- › **Ny GIS-baseret brugerflade til OML-Highway**
- › **Input og output**
- › **Features**
- › **Anvendelsesmuligheder**
- › **To konkrete eksempler**
 - › kortlægning langs Holbækmotorvejen
 - › effekt af støjskærm på luftkvaliteten
- › **Konklusion**

Tidslinie

- › **maj 2003 – dec. 2004: udvikling af prototype for OML-Highway model og evaluering for NO_x og NO₂ i målekampagne i 2003. (Roskilde Amt)**
- › **nov. 2004 – maj 2005: kortlægning langs motorveje i Roskilde Amt (Roskilde Amt)**
- › **2006-2007: validering af OML-Highway modellen med dansk og norsk måledata (NORPAC,DMU)**
- › **2006 - okt. 2007: OML Highway- Phase1: Specifications for a Danish Highway Air Pollution Model (VD)**
- › **nov. 2007- jan. 2010: PM målekampagne i 2008 og implementering af OML-Highway i SELMA^{GIS} (VD, DMU)**

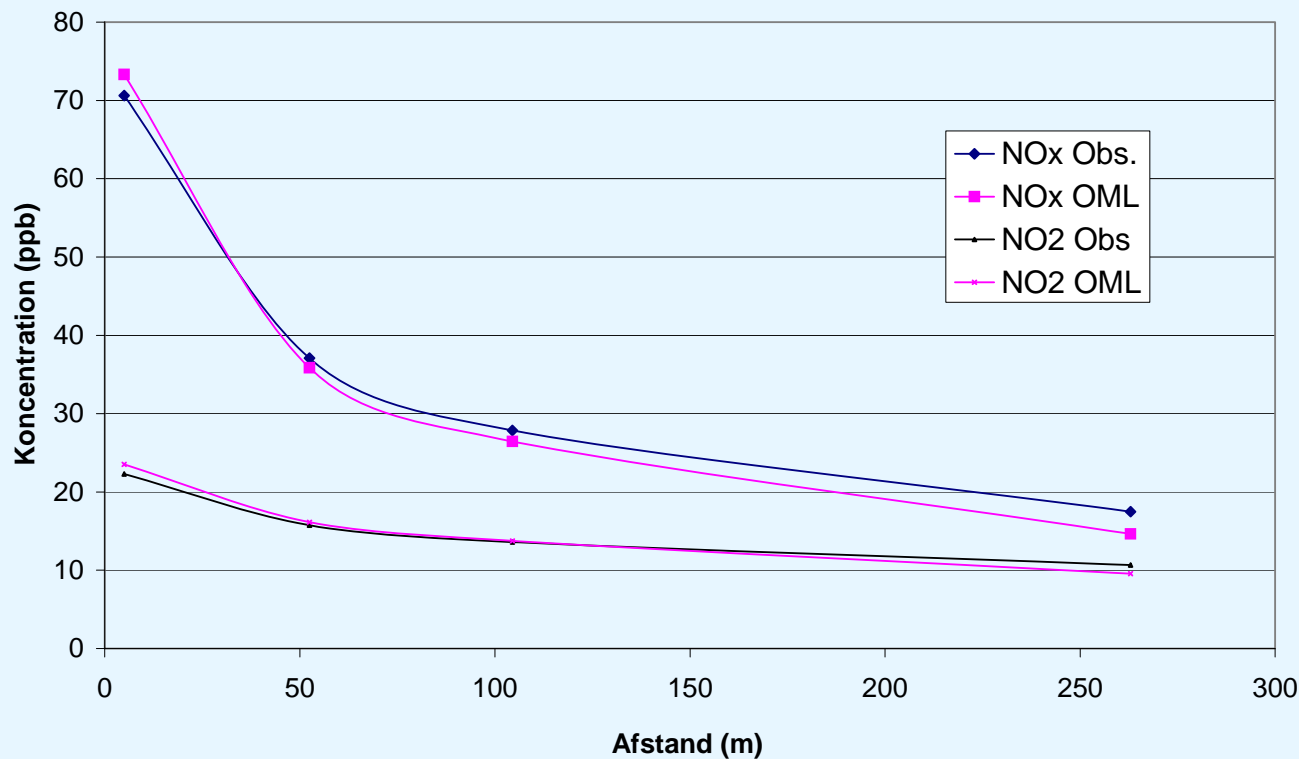
OML-Highway

- › **OML-Highway er en modificeret version af OML-modellen tilpasset trafikforhold i åbent terræn**
- › **OML står for "Operationel Meteorologisk Luftkvalitetsmodel" og er en spredningsmodel, der time for time beregner koncentrationer. Bruges bl.a. til miljøgodkendelser fra industrikilder**
- › **I OML-Highway er trafikskabt turbulens integreret og videreudviklet baseret på gadeluftkvalitetsmodellen OSPM**



Validering for NO_x og NO₂ i 2003

Alle retninger



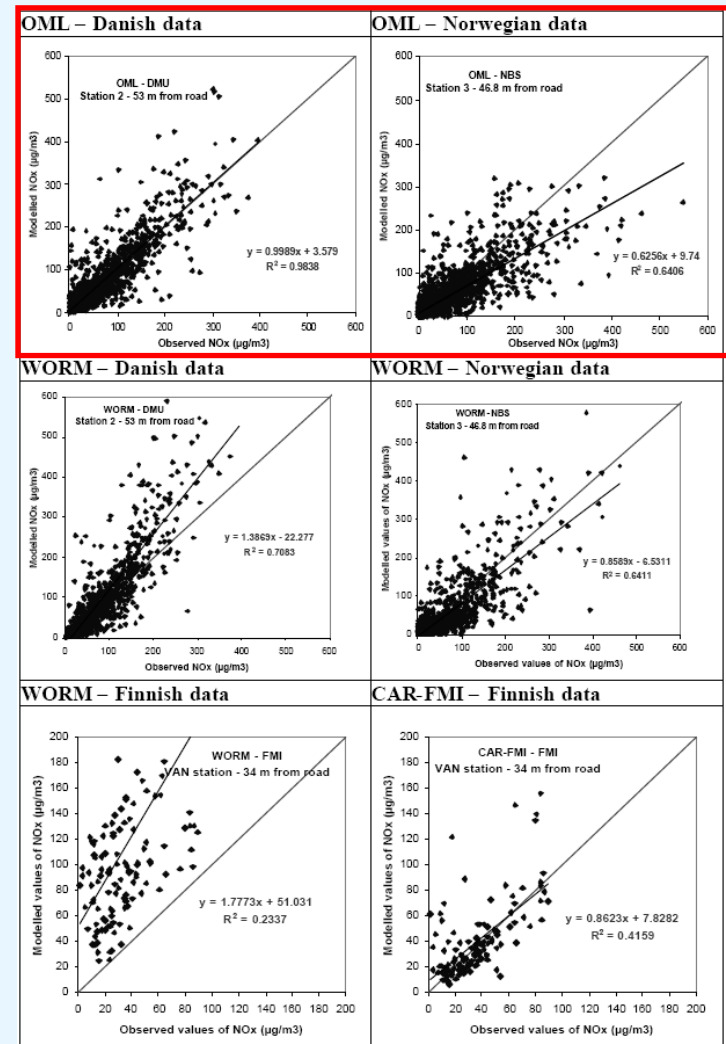
(Jensen et al. 2004a,b)

Køge Bugt motorvejen



Validering med norsk data

- › Validering af forskellige highway modeller som anvendes i norden
- › Evaluering af OML-Highway på norsk måleserie
- › OML-High performer bedst



Fase 1: Overordnede specifikationer for brugervenlig model

› **Prototype af motorvejsmodel**

- › et fragmenteret system bestående af en prototype luftkvalitetsmodel
- › en række GIS programmer og delprogrammer
- › en baggrundsmodel
- › manuel forberedelse og håndtering af input og output

› **Anbefaling**

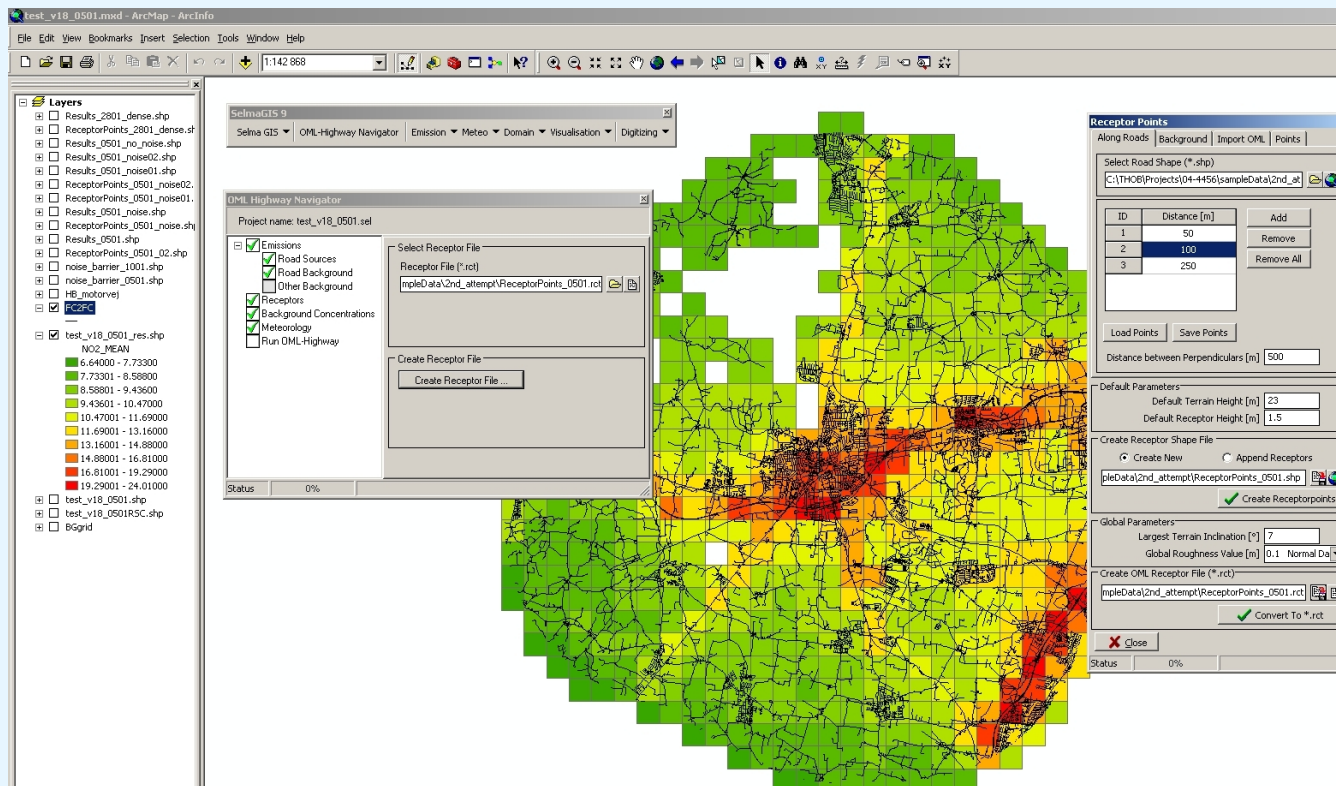
- › integrere den fragmenteret prototype motorvejsmodel i et GIS værktøj
- › udvikle en række procedurer til semi- eller fuldautomatisk håndtering af data
- › udvikle en brugervenlig brugerflade

Fase 2: OML-Higway i SELMA^{GIS}

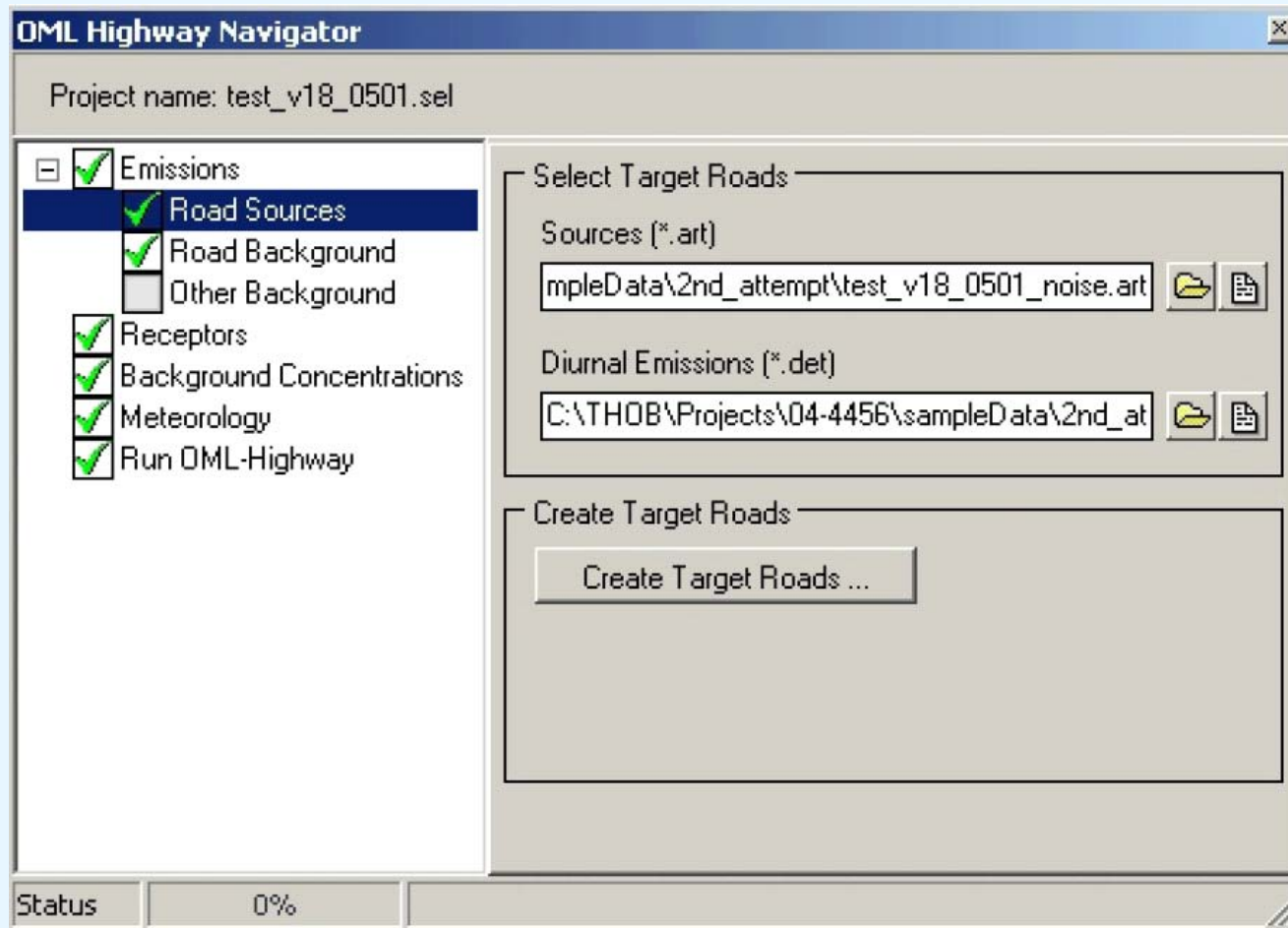
- › **Detaljerede specifikationer**
- › **Programmering**
 - › **OML-Highway i værktøjet SELMA^{GIS}**
 - › **SELMA^{GIS} er et GIS-baseret beslutningsstøttesystem for luftforurening udviklet af Lohmeyer**
- › **Målekampagne**
 - › **på Holbækmotorvejen af partikler bl.a. med det formål at bestemme trafikkenes gennemsnitlige PM_{2.5} og PM₁₀ emissionsfaktorer ved høje hastigheder**
 - › **overraskende kun lidt højere emissionsfaktorer end for bygader**

Brugerfladen i SELMA^{GIS}

- › SELMAGIS - værktøj til modellering og visualisering af luftkvalitet baseret på ArcGISTM
- › OML-Highway implementeret som en extension til ArcGISTM



OML-Highway navigator



Input og output

› Input

- › trafikdata på et digitalt vejnet til bestemmelse af trafikemission
- › eventuelt emissionsdata fra andre forureningskilder
- › regional baggrundskoncentrationsdata
- › meteorologisk data (OML met fil eller synoptisk data)
- › receptor punkter (beregningpunkter)

› Output

- › koncentrationer time for time af en række luftforureninger for valgte receptorpunkter
- › Koncentrationsdata: statistisk data og tidsserie data
- › NO_x , NO_2 , O_3 , $\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10} , antal partikler, samt CO og benzen
- › også emission herunder CO_2



Features

- › **Brugerfladen nem at bruge og kræver kun få input data**
- › **GIS giver stor fleksibilitet i håndtering, visualisering og analyse af input og output data**
- › **GIS gør det nemt at tilkoble øvrige data fx luftfotos, bygningsomrids, befolkningsdata mv.**
- › **Opdateret emissionsmodul fra OSPM (COPERT IV)**
- › **Automatisk beregning af trafikemissionen fra et digitalt vejnet på selvvalgt geografisk gitternet fx 1x1 km²**
- › **Modellere effekten af støjskærme/volde på luftkvalitet**
- › **Dannelse af OML met fil ud fra almindeligt tilgængelig synoptisk meteorologisk data**

Veje, receptorpunkter og gitternet

› Veje

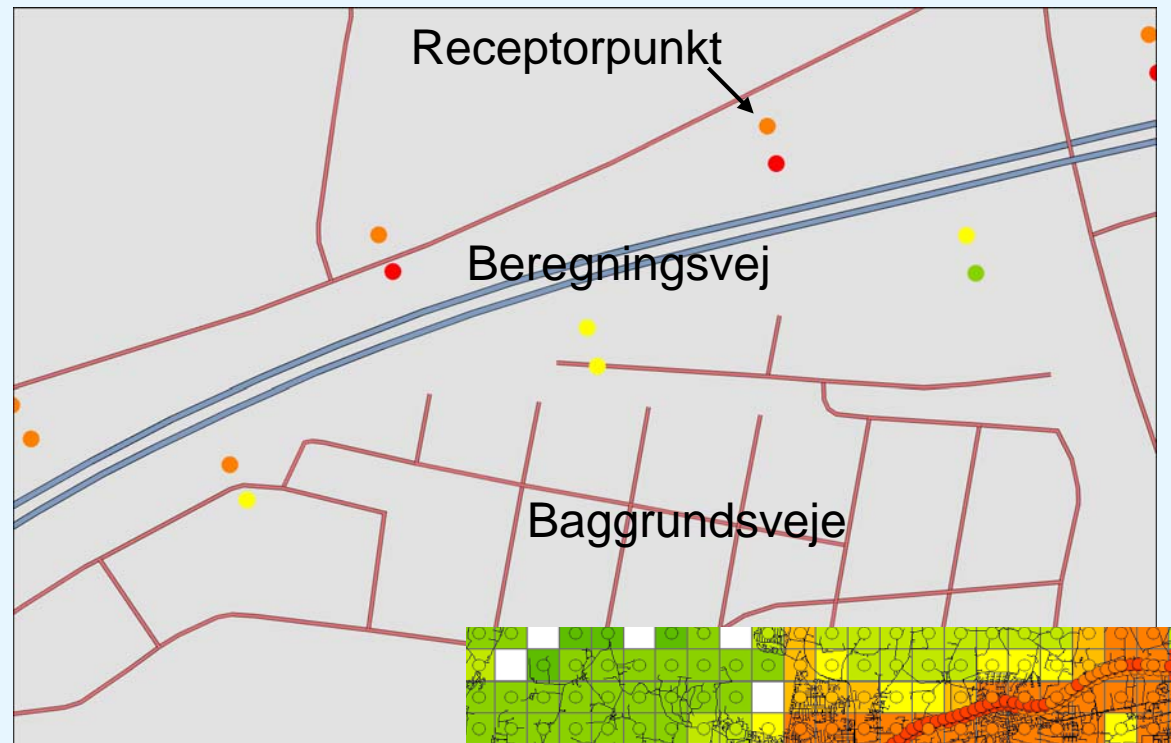
- › Beregningsveje
- › Baggrundsveje

› Receptorpunkter

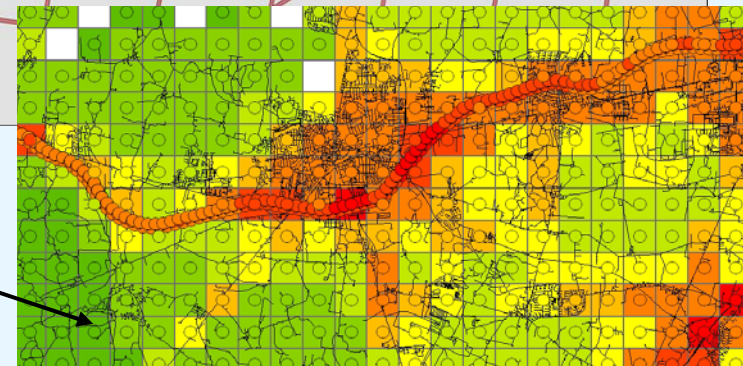
- › langs beregningsvej
- › midtpunkt på selvvalgt gitternet
- › eks. receptor fil
- › import af punkt GIS datasæt

› Gitternet

- › automatisk beregning af emission



Gitternet





Vej og trafikoplysninger

- › **Digitalt vejnet som et linjetema med vej- og trafikdata**
- › **Egenskabsdata:**
 - › **unikt strækningsid**
 - › **strækningslængde**
 - › **vejtype (motorvej, motortrafikvej, vej>6m, vej 3-6m, anden vej)**
 - › **enkelt eller dobbelt digitaliseret vej**
 - › **vejbredde**
 - › **årsdøgntrafik**
 - › **køretøjsfordeling for person-, vare-, og lastbiler samt busser**
 - › **rejsehastighed**
 - › **OSPM vejtype (beskriver trafikdens døgnfordeling)**
 - › **beregningsvej eller en baggrundsvej**
 - › **evt. oplysninger om støjskærme som højde og placering.**

OSPMs emissionsmodul i OML-Highway

File Edit Emissions Help

New Vehicle List: C:\Apps\WinOSPM\Lists\National\DK\VehiclesDK4_2007.vif
 New Fuel List: C:\Apps\WinOSPM\Lists\National\DK\Fuels_1999.tif

Traffic Data ID: Type_A

ADT split-up: 10001.3 8008.0 1203.8 467.2 113.2 209.0

Average Diurnal Traffic (vehicles/hour)

Scenario Year: 89.3% CAT 2007

Day Case 1 of 8: Mandag-Torsdag; [Januar-Juni August-December]

Hour	All vehicles	PAS_Car	Vans	Truck_1	Truck_2	Busess	Speed short (km/h)	Speed long (km/h)	Cold Starts (%)
00-01	56.85398	47.5	4.2	1.4	1.8	1.7	42.8	36.4	7.0
01-02	24.7	19.2	2.4	1.6	0.9	0.6	44.8	40.0	7.0
02-03	17.7	11.9	1.5	3.1	0.5	0.6	45.0	42.6	7.0
03-04	15.7	10.8	2.0	2.4	0.2	0.6	45.0	42.6	7.0
04-05	35.2	22.7	4.4	3.7	3.8	0.6	45.0	42.6	7.0
05-06	118.7	85.6	18.7	7.6	3.1	0.6	45.0	42.6	7.0
06-07	438.8	319.4	80.7	23.2	7.4	0.6	45.0	42.6	7.0
07-08	754.9	595.0	95.5	38.7	11.0	0.6	45.0	42.6	7.0
08-09	693.0	538.7	81.3	43.8	11.2	0.6	45.0	42.6	7.0
09-10	593.8	434.2	89.3	42.3	12.1	0.6	45.0	42.6	7.0
10-11	583.7	423.5	89.9	46.1	11.4	0.6	45.0	42.6	7.0
11-12	629.7	460.3	95.4	50.6	9.4	0.6	45.0	42.6	7.0
12-13	636.8	473.3	93.8	46.7	10.6	0.6	45.0	42.6	7.0
13-14	665.2	499.2	86.2	54.6	12.5	0.6	45.0	42.6	7.0
14-15	749.1	584.7	90.7	44.0	11.6	0.6	45.0	42.6	7.0
15-16	864.6	696.0	101.6	35.5	10.2	0.6	45.0	42.6	7.0
16-17	929.3	787.8	82.4	32.4	7.8	0.6	45.0	42.6	7.0
17-18	731.9	629.9	54.9	20.9	6.7	0.6	45.0	42.6	7.0
18-19	538.7	467.5	45.2	10.0	4.6	0.6	45.0	42.6	7.0
19-20	375.3	324.1	35.2	6.6	1.8	0.6	45.0	42.6	7.0
20-21	274.5	231.7	30.2	5.1	1.8	0.6	45.0	42.6	7.0
21-22	281.7	246.7	24.7	3.8	1.3	0.6	45.0	42.6	7.0
22-23	260.7	229.6	24.1	2.3	1.4	0.6	45.0	42.6	7.0
23-24	147.3	127.3	15.4	1.1	1.9	0.6	45.0	42.6	7.0
Daily Total	10418.6	8266.7	1250.0	527.7	144.9				
Daily Average Emission Factors (g/km)									
NOX	1.283	0.541	1.086	7.124	12.223				
CO	2.721	3.008	1.265	2.027	2.462				
Benzene	0.019	0.021	0.006	0.017	0.017				

Average Daily Traffic: 10000
 Travel Speed (km/h): 40

Cancel OK

EmisFact

Vehicle Emission Factors

New Vehicle List: C:\Apps\WinOSPM\Lists\National\DK\VehiclesDK4_2010.vif
 New Fuel List: C:\Apps\WinOSPM\Lists\National\DK\Fuels_1999.tif

Denmark 2010

Passenger Cars

82.3% of all Passenger Cars Gasoline 17.7% of all Passenger Cars Diesel 0% of all Passenger Cars LPG

Percentage Conventional: 4.83 Percentage Catalyst: 95.17

Engine Capacity	PRE ECE	ECE 15-00/01	ECE 15-02	ECE 15-03	ECE 15-04	Improved Conv	Open Loop	Euro I	Euro II
cc<1.4l	0.25	0.1	0.03	0.4	1.94	0.	0.	6.41	6.91
cc:1.4-2.0l	0.2	0.07	0.02	0.23	1.39	0.	0.	13.81	15.91
cc:>2.0l	0.02	0.01	0.	0.03	0.15	0.	0.	1.24	3.25

Reset Y-axis

Passenger Cars Gasoline

g/km NOX

Speed (km/h)

Pollutant: NOX
 Emission (g/km): 0.5097147
 Vehicle Speed (km/h): 50

Class: Euro I
 Engine: cc<1.4l

Basic Emission Factor expression: $(5.247E-01 + (-1.003E-02)V + (9.361E-04)V^2)$

Mileage Degradation expression: $((63 \cdot \min(\max(V, 19), 63))^{(0.262 + (2.2 \cdot (V - 19)^{-0.5})))})$

Cold Start correction expression: $(1/(V < 25, MA \cdot ((-0.245 + 0.00738 \cdot T - 0.00014 \cdot T^2) + 0.00014 \cdot T^3)))$

Temperature (C): 15
 Cold Starts (%): 0

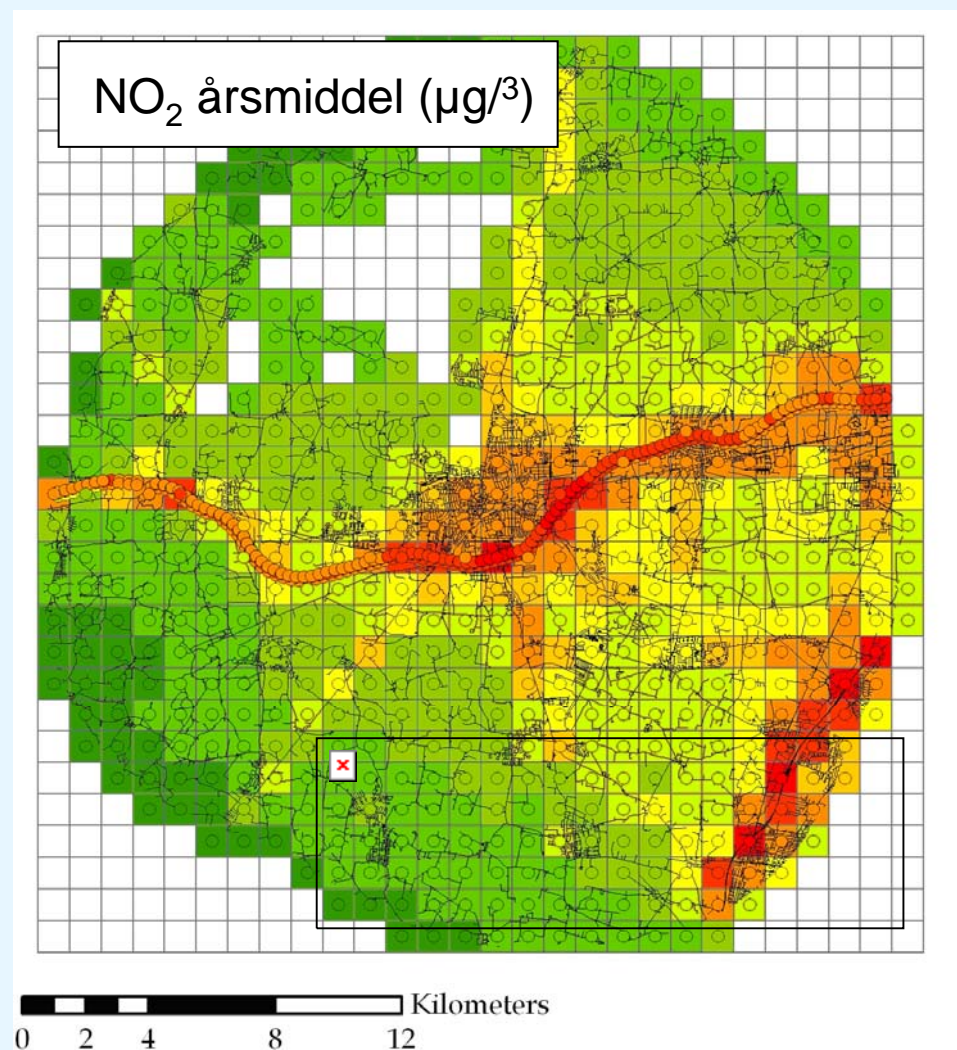
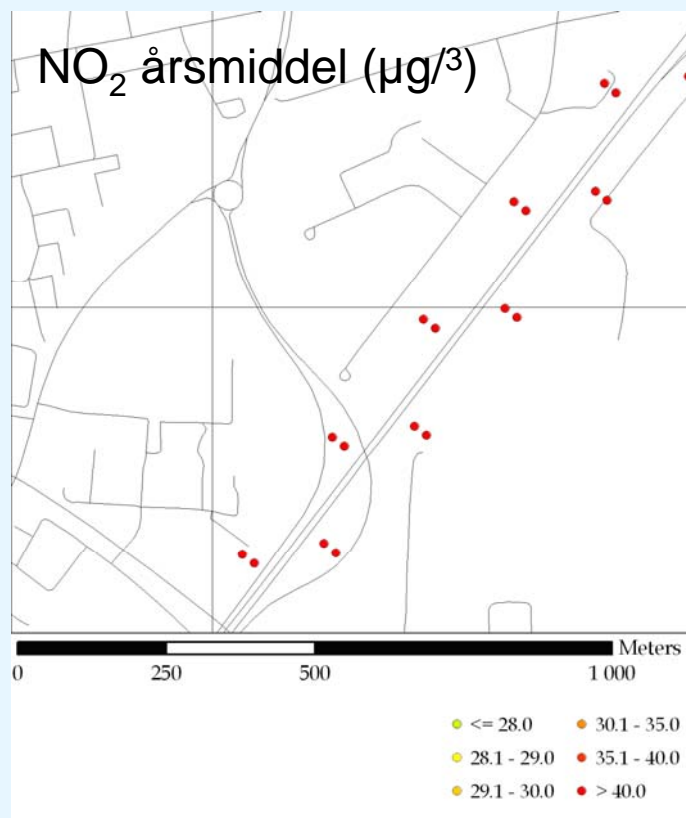
TrafEdit



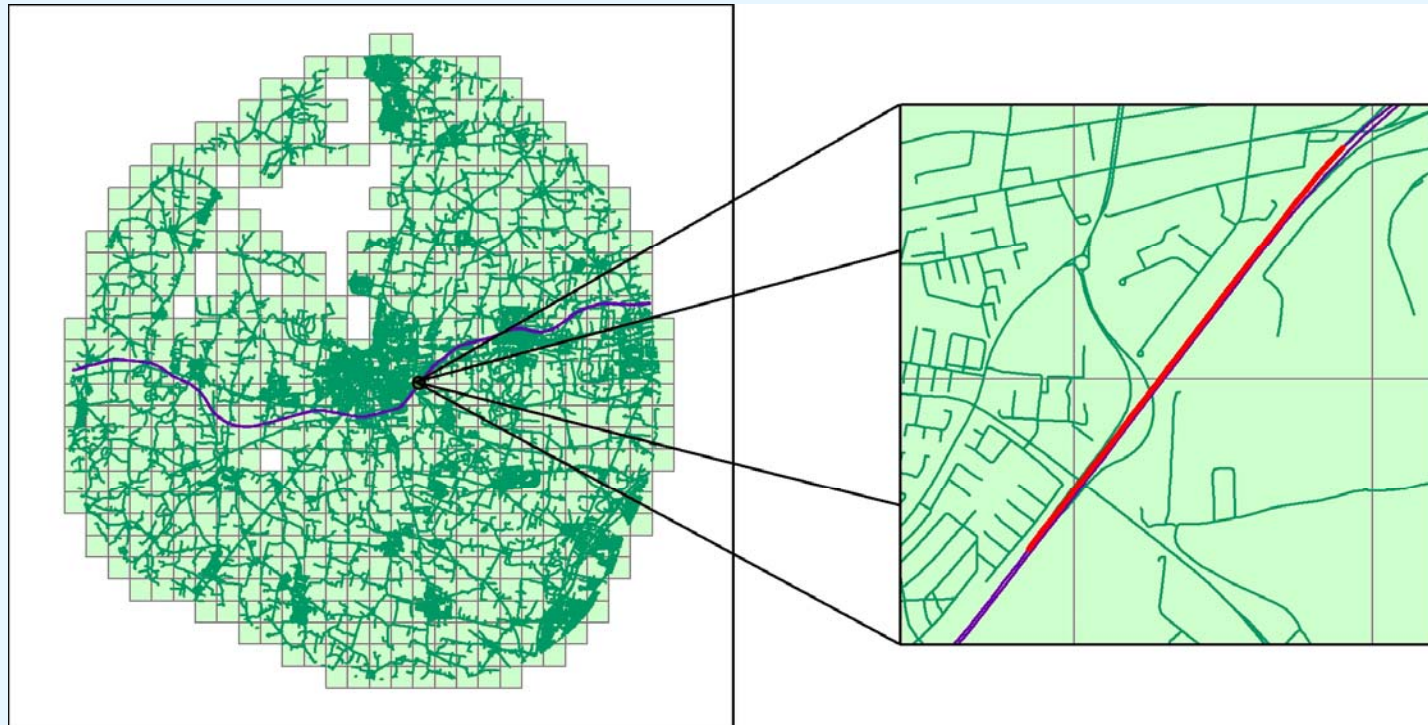
Anvendelsesmuligheder for OML-Highway

- › **VVM-vurderinger**
- › **Vurdering i forhold til grænseværdier for luftkvalitet**
- › **Systematisk kortlægning af luftkvalitet og befolkningseksponering langs motorvejsnet**
- › **Hvad-nu-hvis scenarier (fx etablering af støjskærme)**
- › **Prioritering af vejinvesteringer baseret på cost-benefit analyse**

Kortlægning af luftkvalitet

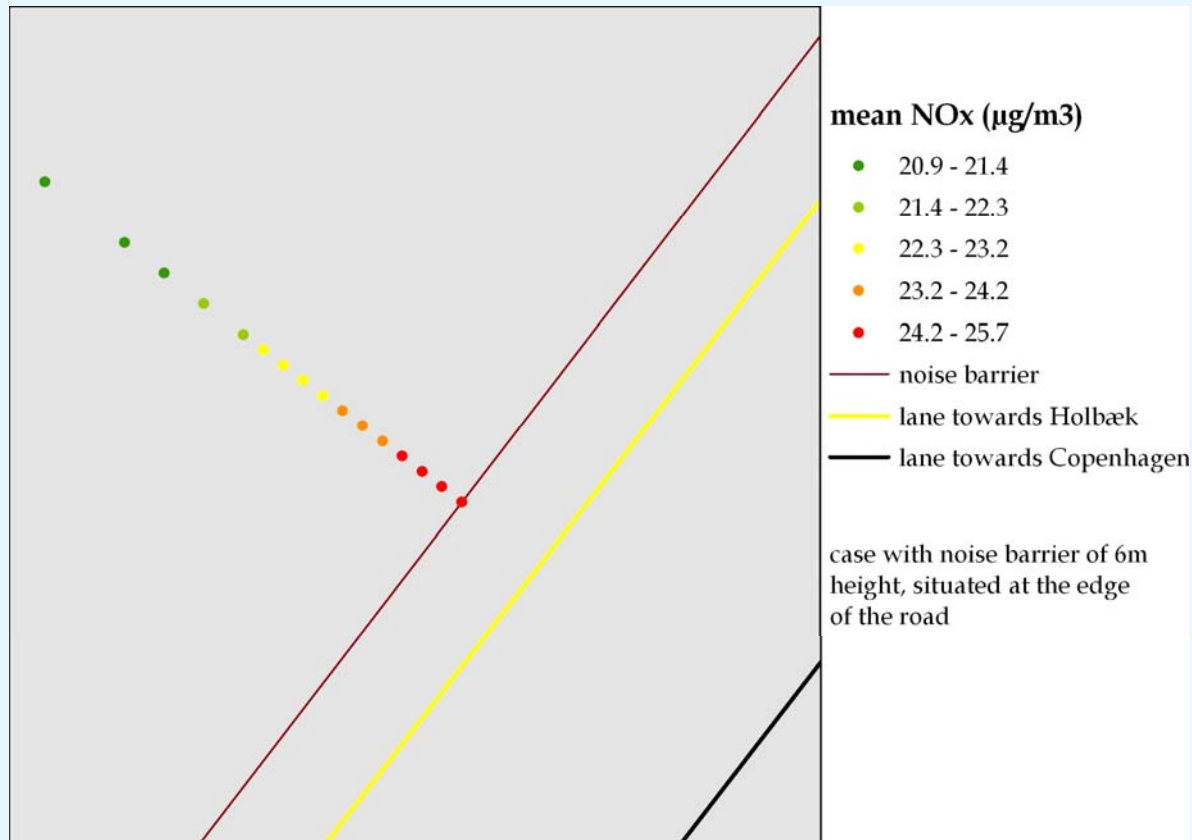


Støjskærm



Fiktive støjskærme langs vejstrækning på Holbækmotorvejen ved Roskilde, nord for vejen (3 og 6 m høje)

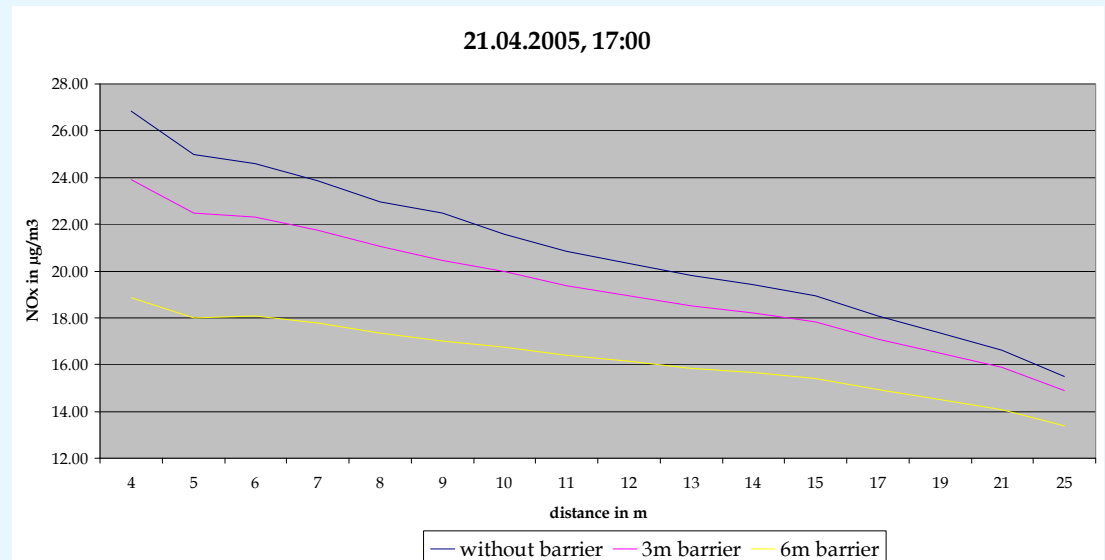
NO_x koncentration bag støjskærm



NO_x koncentrationen for en specifik time for 16 receptorpunkter med støjskærm på 6 m (vindretning er nordvest). Kun bidrag fra beregningsvej.

Effekt for luftkvalitet af støjskærm

- › Reduktion større for 6 m skærm i forhold til 3 m skærm
- › Reduktion størst tæt på støjskærmen, hvorefter den aftager med afstanden
- › Procentvise effekt er lidt mindre for NO_2 i forhold til NO_x pga. kemi
- › Effekt skyldes større initiale spredningshøjde af røgfanen
- › Mindre reduktion for årsmiddelværdi pga. vind fra forskellige vindretninger





Konklusion

- › **Der er udviklet en ny GIS-baseret brugervenlig brugerflade til luftkvalitetsmodellen OML-Highway**
- › **Muliggør beregning af luftkvaliteten langs motorveje, landeveje og øvrige veje i åbent terræn**
- › **Endvidere er identificeret potentielle anvendelsesmuligheder af OML-Highway**
- › **Illustration af to konkrete eksempler på anvendelser: kortlægning langs en motorvej og effekten af en støjskærm**

Taksigelse, rapport & tilgængelighed

- › **Udvikling af brugerfladen til OML-Highway er finansieret af Vejdirektoratet**
- › **Jensen, S.S., Becker, T., Ketznel, M., Løfstrøm, P., Olesen, H.R., Lorentz, H. (2010): OML-Highway within the framework of SELMAGIS. 26 p, NERI Technical Report No. 771. <http://www.dmu.dk/Pub/FR771.pdf>.**
- › **Kommercielt tilgængelig i slutningen af 2010**

