

# Kortlægning af luftkvalitet langs motorveje

Steen Solvang Jensen<sup>1</sup>, Per Løfstrøm<sup>1</sup>, Ruwim Berkowicz<sup>1</sup>, Helge Rørdam Olesen<sup>1</sup>,  
Jan Frydendal<sup>1</sup>, Inge-Lise Madsen<sup>1</sup>, Karsten Fuglsang<sup>2</sup>, Poul Hummelshøj<sup>3</sup>  
Danmarks Miljøundersøgelser (DMU)<sup>1</sup>  
FORCE Technology<sup>2</sup>, MetSupport<sup>3</sup>

## Abstrakt

Det er første gang der er foretaget luftkvalitetsmålinger med høj tidsopløsning langs en motorvej i Danmark, og det er ligeledes første gang, at der er opstillet en luftkvalitetsmodel målrettet forholdene omkring motorveje. Endvidere er det første gang, at der er foretaget en systematisk kortlægning langs et større motorvejsnet i et helt amt. Målekampagnen blev gennemført langs Køge Bugt motorvejen ved Greve i en 3 måneders periode i efteråret 2003, hvor der blev målt kvælstofoxider NO<sub>x</sub> (kvælstofmonoxid (NO) og kvælstofdioxid NO<sub>2</sub>) i forskellige afstande af motorvejen. Der er endvidere opstillet en luftkvalitetsmodel, som beskriver spredning og omdannelse med udgangspunkt i OML modellen. OML modellen er modificeret, således at den tager hensyn til trafikskabt turbulens. Modellen er evalueret ved sammenligning mellem målinger og modelberegninger. Endvidere er der gennemført modelberegninger for hele 2003 for sammenligning med grænseværdier.

Luftkvaliteten er kortlagt langs hele motorvejsnettet i Roskilde Amt i forskellige afstande fra motorvejen i op til 1.000 m, og de beregnede koncentrationer for 2003 er sammenlignet med grænseværdier for luftkvalitet. Befolkningens eksponering for luftforurening langs motorvejsnettet er kortlagt med udgangspunkt i antal mennesker på hver adresse inden for forskellige afstande af motorvejen. Der er gennemført detaljerede beregninger for NO<sub>2</sub>. Der er endvidere gennemført beregninger for PM<sub>10</sub> (partikler under 10 mikrometer), men der gives her en overordnet vurdering pga. usikkerheder i det eksisterende vidgrundlag.

Beregninger med den opstillede luftkvalitetsmodel for motorveje viser god systematisk overensstemmelse med målinger i forskellige afstande af motorvejen dog således at modellen overestimerer målte gennemsnitsværdier med ca. 10-20% afhængig af afstanden fra motorvejen i den version, som anvendes til kortlægningsformål. Koncentrationen af NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> aftager hurtigt med afstanden til motorvejen. NO<sub>2</sub> aftager lidt langsommere end NO<sub>x</sub> pga. kemiske processer.

Kortlægningen af luftkvalitetsniveauerne langs hele motorvejsnettet viste, at kun 3 adresser (11 mennesker) har NO<sub>2</sub> årsmiddelkoncentrationer over 40 µg/m<sup>3</sup> i 2003, hvilket er grænseværdien, der skal være overholdt i 2010. I årene før 2010 opererer man med en tolerancemargin i forhold til grænseværdien. I 2003 er grænseværdien plus tolerancemargin 54 µg/m<sup>3</sup>. På ingen af adresserne overskrides denne værdi, da den højeste værdi var 44 µg/m<sup>3</sup>. De højeste koncentrationer optræder langs Køge Bugt Motorvejen, da trafikken er størst her.

## 1. Introduktion

Roskilde Amt har gennemført et projekt omkring kortlægning af luftkvaliteten i områder tæt ved motorveje, idet Roskilde Amt er et gennemfarts amt med nogle af de mest befærdede motorveje i Danmark. Endvidere har diskussioner om yderligere udvidelse af disse motorveje gjort det ekstra relevant at belyse de miljømæssige forhold omkring motorveje samt konsekvenser for beboere langs motorveje.

På denne baggrund har Roskilde Amt gennemført et projekt med det formål at undersøge luftkvaliteten omkring motorveje ved målinger og beregninger af luftkvaliteten på et stykke af Køge Bugt Motorvejen ved Greve samt en efterfølgende systematisk kortlægning langs hele motorvejsnettet. I første fase af projektet blev der gennemført en målekampagne i efteråret 2003 og der blev opstillet en luftkvalitetsmodel, som viste god overensstemmelse med målingerne af kvælstofoxid. Modellen er baseret på OML modellen, som er udviklet af DMU. Modellen blev videreudviklet mht. trafikskabt turbulens, således at den kan beskrive forholdene for motorveje. Luftkvalitetsmålinger blev foretaget af FORCE Technology og meteorologiske målinger af MetSupport. For yderligere detaljer se rapporten "Luftkvalitet langs motorveje - Målekampagne og model-beregninger. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport fra DMU nr. 522 (Jensen et al. 2004).

I anden fase af projektet blev der foretaget en kortlægning af luftkvalitet og befolkningseksponering langs hele motorvejsnettet i Roskilde Amt med brug af den model, der blev opstillet og valideret mod målingerne. Kortlægningen er udført af DMU og detaljeret afrapporteret i rapporten "Kortlægning af luftkvalitet langs motorveje" (Jensen et al. 2005). En kort populær fremstilling er givet i Roskilde Amts Trafikregnskab 2004 (Roskilde Amt 2005).

## **2. Anvendte metoder og empirisk grundlag**

### *Modeludvikling*

Der er opstillet en luftkvalitetsmodel, som beskriver spredning og omdannelse med udgangspunkt i OML modellen (Olesen et al. 1992). OML modellen er modificeret, således at den tager hensyn til forholdene på en motorvej ved at integrere og videreudvikle en beskrivelse af trafikskabt turbulens, som stammer fra gadeluftkvalitetsmodellen OSPM (Berkowicz 2000a).

Til modeludvikling og evaluering blev der gennemført en målekampagne ved Køge Bugt motorvejen ved Greve i en 3 måneders periode i efteråret 2003 fra 17. september til 18. december, hvor der blev målt NO og NO<sub>2</sub> med høj tidsopløsning i forskellige afstande af den 3-sporede motorvej. Denne strækning er den mest trafikbelastede motorvejsstrækning i Danmark med en årsdøgntrafik på næsten 100.000. Detaljeret trafikdata for de enkelte vognbaner på motorvejen er baseret på Vejdirektoratets maskinelle tællinger ved målestedet samt manuelle tællinger for at bestemme køretøjs sammensætningen. Endvidere blev en række detaljerede meteorologiske parametre målt for at repræsentere de lokale meteorologiske forhold. Der var installeret fire målesteder vinkelret på motorvejen med tre steder nedstrøms på den østlige side af motorvejen (i forhold til dominerende vestlig vindretning) og en opstrøms på den vestlige side af motorvejen. Målestederne er placeret ca. 1 m, 50 m og 100 m fra vejen nedstrøms og i 259 m opstrøms. Til modelberegning af NO<sub>2</sub> blev der anvendt ozonmålinger (O<sub>3</sub>) fra Lille Valby ved Roskilde, idet NO<sub>2</sub> dannes i luften ved reaktioner med O<sub>3</sub>.

### *Kortlægning af luftkvalitet og befolkningseksponering langs motorvejsnettet*

Den opstillede luftkvalitetsmodel er anvendt til kortlægning af luftkvaliteten og befolkningseksponeringen langs hele motorvejsnettet i Roskilde Amt i forskellige afstande af motorvejene. Det er således muligt at bestemme antallet af mennesker, som bor langs motorvejene, og hvilke luftforureningsniveauer de udsættes for. Disse estimater er sammenlignet med gældende grænseværdier (Rådets direktiv 1999/30/EF). Beregninger foretages for NO<sub>2</sub> og PM<sub>10</sub>. Alle beregninger er foretaget for 2003.

I forbindelse med kortlægning af luftkvaliteten langs hele motorvejsnettet er der udviklet et nyt GIS program i Avenue (ArcView GIS 3.3) som semi-automatisk kan generere input data for kilder, influenceområder (bufferzoner) og beregningspunkter (receptorpunkter), som anvendes i beregningerne.

I beregningerne er det forudsat, at spredningen foregår uhindret i fladt terræn. De steder, hvor motorvejen er nedgravet i forhold til terrænet, eller hvor der er støjvolde/skærme tæt på motorvejen, er spredningen kompliceret, men der vil formodentligt i gennemsnit være en større initial spredning, og dermed lidt større opblanding med lidt lavere koncentrationer til følge væk fra motorvejen. Dvs. at modellen forventes at overvurdere koncentrationerne i dette tilfælde i forskellige afstande af motorvejen.

Motorvejen som kilde og dens geografiske placering er specificeret som input i luftkvalitetsmodellen. Motorvejen repræsenteres ved en lang række rektangulære arealkilder, som hver bidrager til luftforureningen i et beregningspunkt. For eksempel er en arealkilde for en 3-sporet motorvej 11 m gange 110 m.

For at kunne beregne befolkningseksponering er der lavet bufferzoner omkring motorvejen i en afstand op til 1.000 meter. En bufferzone er et areal, hvor det er antaget, at koncentrationen er ens over hele arealet, og hvor befolkningseksponeringen derfor er ens. Bufferzonerne er lavet med udgangspunkt i selve vejtemaet. Hver bufferzone er som udgangspunkt 1.000 m lang. Bufferzonerne er defineret med følgende afstande: [0..25m[, [25..75m], ]75..150m], ]150..300m], ]300..600m], ]600..1000m].

Der er således lavet bufferzoner langs med hele motorvejsnettet, hvor midtpunktet af et bufferpolygon er receptorpunktet (beregningsspunktet). Receptorpunkternes afstand fra motorvejens vejmidte bliver derfor omtrent: 50 m, 112 m, 225 m, 450 m og 800 m. Der er ikke dannet receptorpunkter i den første bufferzone 0..25 m, idet denne slutter kun 2 meter fra nødsporet, og der ingen mennesker bor her.

Befolkningsdata stammer fra Det Centrale Personregister (CPR) fra 2000 knyttet til Krydsreference Registerets adressedatabase. Selvom befolkningsdata er nogle få år gamle vurderes det ikke have betydning for eksponeringsvurderingen, idet ændringer i befolkningen sker langsomt. En adresse er repræsenteret, som et punkt beliggende i en bygning. CPR registeret giver mulighed for at bestemme antal mennesker, køn samt alder på den enkelte adresse. CPR dækker kun bopælsadresser.

GIS vejnettet er Kort- og Matrikelstyrelsens vejnet (TOP10DK) med trafik udlagt på dette vejnet. Oplysninger om årsdøgntrafikken, køretøjssammensætning og rejsehastighed stammer fra Vejdirektoratet.

Arealkildernes trafikemission skal angives i luftkvalitetsmodellen. Trafikemissionen afhænger af trafikmængder, køretøjssammensætning og rejsehastigheden, og emissionen er beskrevet ved emissionsfaktorer, som afhænger af køretøjets emissionsklasse, rejsehastigheden, koldstart mv. Emissionsfaktorerne er baseret på emissionsmodulet i DMU's gadeluftkvalitetsmodel Operational Street Pollution Model (OSPM). Det er forudsat at 15% af NO<sub>x</sub> emissionen emitteres direkte som NO<sub>2</sub> og resten som NO.

Udover emissionsbidraget fra motorvejene bidrager emission i hele hovedstadsområdet (lokale baggrundsbidrag) samt emission fra hele Europa også til koncentrationsniveauerne langs motorvejene (regional/langtransporteret bidrag). Det lokale baggrundsbidrag er modelleret med Urban Background Model (UBM) modellen, som er udviklet på DMU (Berkowicz 2000b). Som emission er benyttet et 1\*1 km<sup>2</sup> gitternet (Danske Kvadratnet) over hele Hovedstadsområdet dog minus emissionen fra motorvejene, som der allerede er taget hensyn til. Emissionen er bestemt vha. GIS på baggrund af vejnettet, trafikmængder fra Ørestadstrafikmodellen (OTM) samt emissionsfaktorer fra OSPM. Emissionen opsummeres således med udgangspunkt i det trafikarbejde, som udføres inden for en 1\*1 km<sup>2</sup> gittercelle. For NO<sub>2</sub> varierer baggrundskoncentrationerne forholdsvis lidt fra 12 µg/m<sup>3</sup> til 15 µg/m<sup>3</sup>. Derfor er der defineret fire klasser af baggrundskoncentrationer. Hvert stykke af motorvejen dvs. hver arealkilde er tildelt en af disse klasser. De fire klasser er opstillet ud fra koncentrationsfordelingen beregnet for alle UBM celler, som ligger langs motorvejsnettet inden for 1.000 m fra motorvejsnettet. Der er imidlertid også andre kilder, der bidrager med NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub>. Det gælder lokale kilder som boligopvarmning, fjernvarmeanlæg og industri. Der er ikke foretaget en kvantificering af bidraget fra disse lokale kilder. Kvalitative overvejelser tyder på, at især brændeovne kan bidrage til et betydeligt koncentrationsbidrag af PM<sub>10</sub> for boligområder med mange brændeovne tæt ved motorvejen.

Det regionale bidrag er beskrevet med måledata fra en eksisterende regional målestation (O<sub>3</sub> og NO<sub>2</sub> fra Keldsnor), som antages at være repræsentativ for Hovedstadsregionen. Keldsnor ligger på Langeland. Meteorologiske data er fra 2003 og stammer fra Lille Valby ved Roskilde.

### 3. Resultater

#### *Validering af modellen*

Modellen er evalueret ved sammenligning mellem målinger og modelberegninger. Målekampagnen omfattede NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i perioden fra 17. september til 15. december 2003. Denne validering viste, at modellen for alle vindretninger under kampagneperioden bestemmer NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> med stor sikkerhed, idet afvigelser mellem målt og beregnet gennemsnitsværdier i forskellige afstande ligger fra nogle få procent til 15%. Se Figur 1 (venstre halvdel).

Modellen underestimerer systematisk NO<sub>x</sub> med op til 15% i 259 m's afstand, hvilket muligvis kan forklares ved at baggrundsstationen Lille Valby har lavere koncentrationer end baggrundsstationen ved motorvejen. Derudover kan det skyldes, at motorvejen kun repræsenteres af arealkilder med en samlet begrænset længde (1.483 m), hvorved koncentrationsbidrag ved vindretninger, som er næsten parallelle med motorvejen, ikke beregningsmæssigt spredes ud til beregningspunktet. Modellen overestimerer ved vejkanten med ca. 5 %. Det kan skyldes, at der i modellen ikke er taget hensyn til den øgede påvirkning fra den trafikskabte turbulens, når vinden kommer på langs af vejen, idet luften da opholder sig i længere tid over vejbanen.

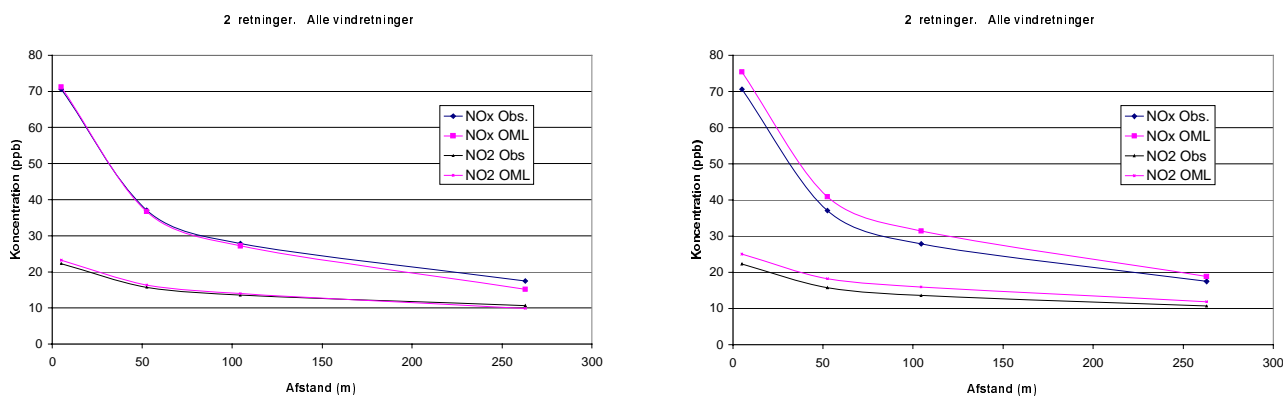
Der var endvidere god korrelation mellem målte og beregnede timeværdier. Modelberegninger og målinger er endvidere sammenlignet for forskellige vindretninger og vindhastigheder samt døgnvariationen for hverdage, lørdage og søndage. Denne validering viste ligeledes god overensstemmelse mellem modelresultater og målinger.

På trods af at modellen giver gode resultater i sammenligning med målinger er der stadigvæk en række forhold i modellen, som kunne forbedres, hvilket både vil kræve forbedrede input data og ændringer i selve modellen. Det gælder usikkerheder omkring den direkte andel af emitteret NO<sub>2</sub>, døgnvariation af emission især i natte og tidlige morgentimer samt i weekenden, samt den horisontale spredningsbeskrivelse i modellen

#### *Fra modeludvikling til kortlægning*

I forbindelse med kortlægning af luftkvaliteten langs hele motorvejsnettet er det nødvendigt at forenkle beskrivelsen af motorvejene, som repræsenteres ved arealkilder. Under modeludviklingen blev hvert kørespor repræsenteret af arealkilder på ca. 4 m x 37 m. Da der ikke foreligger detaljerede oplysninger om trafikmængderne på de enkelte kørespor for samtlige strækninger på motorvejsnettet blev sporene derfor slået sammen til hele retninger. Det betyder, at arealkilderne er blevet længere og bredere. De er nu 8 m x 80 m for 2 sporede motorveje og 11 m x 110 m for 3 sporede motorveje. Samtidig betyder det, at emissionerne er jævnt fordelt over hele bredden af retningen mod tidligere over hvert spor. Emissionsfordelingen er derfor lidt anderledes, idet emissionen tidligere var højst i midtersporet og lavest i sporet tættest på midterrabatten. Modelberegninger med efterfølgende sammenligning af målinger viste at forskellen mellem individuelle spor og hele retninger var minimal. Tæt på motorvejen bliver der lidt bedre overensstemmelse med målinger, mens der bliver lidt større forskel mellem beregninger og målinger længere væk fra motorvejen. Ud over at emissionsfordelingen og arealkildernes størrelse er blevet anderledes indgår emissionsbidrag nu fra hele motorvejsnettet i forbindelse med koncentrationsberegninger. I forbindelse med modeludviklingen blev der kun taget udgangspunkt i arealkilder på hver side af målestedet med i alt 742,5 m på hver side, som blev vurderet at være en passende afstand. Arealkilder som er langt væk fra et beregningspunkt vil kun bidrage lidt til koncentrationsniveauet.

I Figur 1 (højre del) er det illustreret, hvilken betydning det har at inddrage en større del af hele motorvejsnettet, idet dette eksempel inddrager 5.000 m på hver side af målestedet. Det ses, at modelberegninger nu overvurderer de målte koncentrationer med ca. 7-13% for NO<sub>x</sub> og 12-17% for NO<sub>2</sub> lidt afhængig af afstanden fra motorvejen. I forbindelse med modeludviklingen burde der derfor have været inddraget en større del af motorvejsnettet.



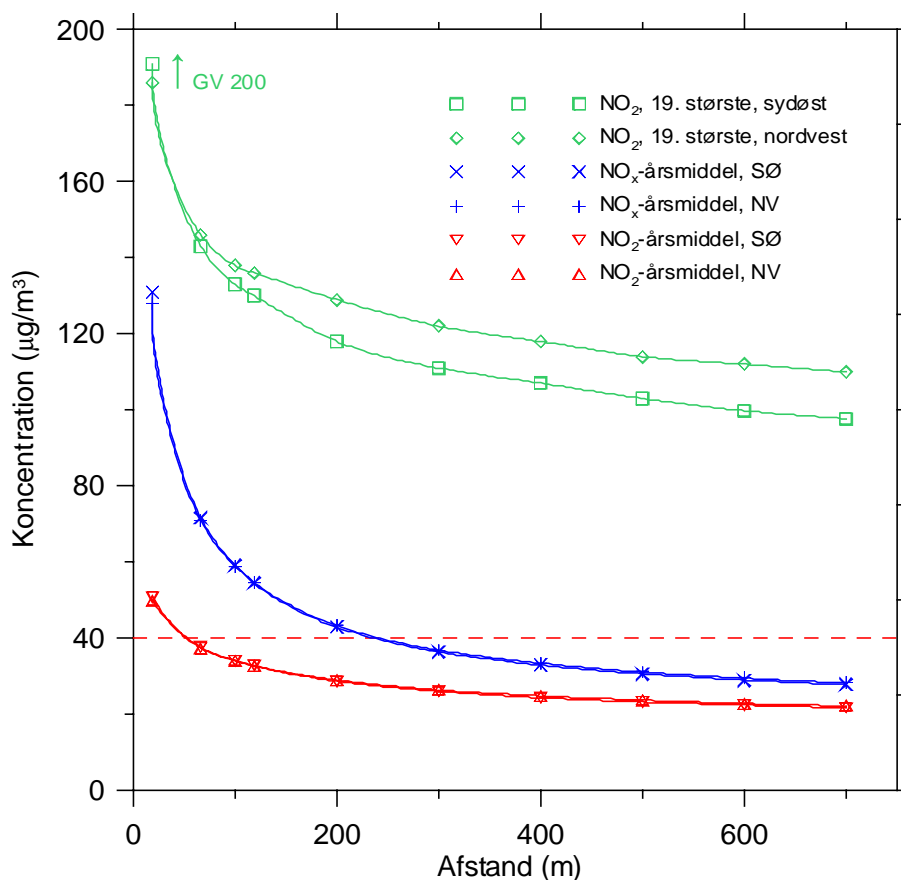
Figur 1 Illustration af hvilken betydning det har at inddrage en større del af motorvejsnettet (10.000 m) i forhold til kun at benytte vejstykket fra modeludviklingen (1.483 m). Figuren til venstre er for 1.483 m og figuren til højre er for 10.000 m. Obs er målte værdier og OML er beregnede værdier. Værdier er angivet i ppb. For at kunne sammenligne med grænseværdier skal NO<sub>2</sub> i ppb ganges med 1,882 for få mikrogram per kubikmeter (µg/m<sup>3</sup>).

### NO<sub>2</sub> og afstand fra motorvejen

Målingerne i Figur 1 viste som forventet, at NO<sub>x</sub> koncentrationen hurtigt aftager med afstanden fra motorvejen. NO<sub>x</sub> aftager hurtigere med afstanden end NO<sub>2</sub>, hvilket skyldes at NO<sub>x</sub> (summen af NO og NO<sub>2</sub>) kan betragtes som et ikke-reaktivt stof på linie med fx CO, benzen og PM<sub>10</sub>, som derfor kun er underlagt den fortynding, som spredningen giver anledning til. NO<sub>2</sub> er primært kemisk dannet, og indgår derfor både i sprednings- og kemiske processer. NO<sub>2</sub> aftager derfor langsommere med afstanden, idet NO<sub>2</sub> først skal dannes ved reaktion mellem NO og ozon, hvilket tager lidt tid. Af den NO<sub>x</sub> som bilerne emitterer skønnes 15% at være NO<sub>2</sub> mens resten er NO.

Målingerne viser, at koncentrationen aftager ud til 259 m, som er afstanden til den "lokale" baggrundsstation, som er placeret længst væk fra motorvejen. Sammenligninger med en regional baggrundsstation (Lille Valby ved Roskilde) viste, at koncentrationsniveauet på kampagnens baggrundsstation lå over den regionale station, så koncentrationen må forventes at falde yderligere efter 259 m indtil det regionale baggrunds niveau nås.

I Figur 2 er vist beregnede NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> koncentrationens afhængighed af afstanden fra motorvejen for hele 2003 ved målestedet på Køge Bugt Motorvejen. Der er forudsat at 15% af trafikens emission er NO<sub>2</sub> og baggrundsdata er baseret på UBM beregninger. Modelberegninger for hele 2003 viser, at NO<sub>2</sub> koncentrationen aftager hurtigst i afstande tæt på motorvejen og at reduktionen herefter går langsommere. Fra et niveau på omkring 50 µg/m<sup>3</sup> 1 m fra motorvejen aftager NO<sub>2</sub> til ca. 33 µg/m<sup>3</sup> på de første 100 m, til ca. 24 µg/m<sup>3</sup> på de første 400 m og til ca. 22 µg/m<sup>3</sup> på de første 600 m.



Figur 2 NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> koncentrationens afhængighed af afstanden fra motorvejen i 2003 ved målestedet på Køge Bugt Motorvejen. Grænseværdien på 40 µg/m<sup>3</sup> for NO<sub>2</sub> i 2010 er vist som en rød stiplede linie.

### *NO<sub>2</sub> niveauer ved målested i forhold til grænseværdien*

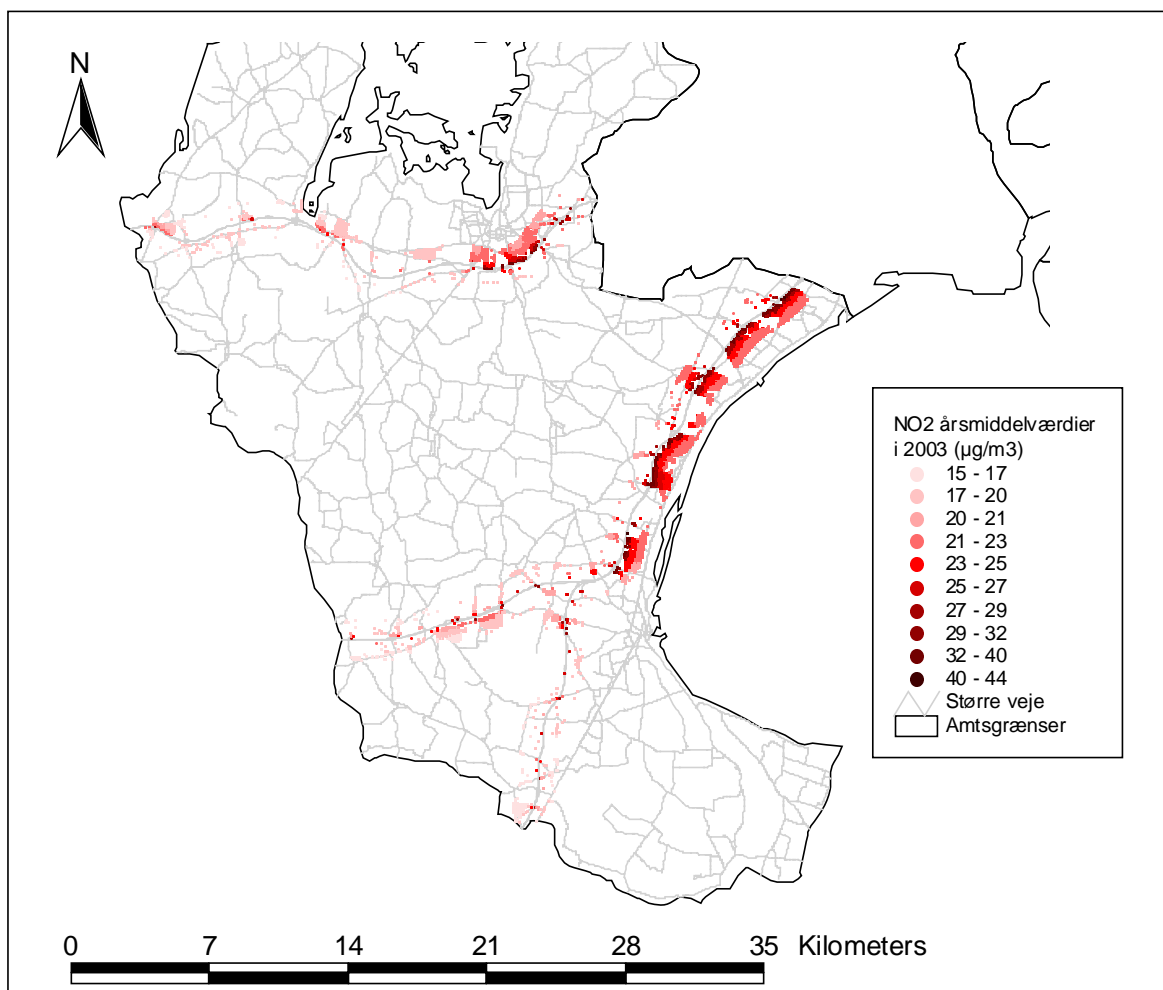
I afstande under 50 m fra motorvejen er der mulighed for at overskride 40 µg/m<sup>3</sup>, som er niveauet for grænseværdien for NO<sub>2</sub>, som først skal overholdes i 2010. I 2003 er grænseværdien plus tolerancemargin 54 µg/m<sup>3</sup>, hvilket ikke overskrides i nogen afstande.

### *Byveje kontra motorveje*

Måleresultaterne er sammenlignet med NO<sub>2</sub> niveauet på Jagtvej i København, hvor DMU foretager løbende luftkvalitetsmålinger. Jagtvej har en årsdøgntrafik på kun 25.000 men koncentrationsniveauet svarer omtrent til forholdene i en afstand af 1 m fra Køge Bugt motorvejen med en årsdøgntrafik på omkring 100.000. Til forskel fra Jagtvej i København er der på Køge Bugt motorvejen tale om et åbent landskab, hvor emissionen fra trafikken spredes uhindret uden den hæmmende effekt, som et lukket gaderum giver anledning til.

### *Kortlægning af luftkvaliteten langs motorvejsnettet i 2003*

NO<sub>2</sub> koncentrationer på bopælsadresser langs motorvejnettet er vist i Figur 3. Adresser som ligger inden for en bufferzone er her tildelt det koncentrationsniveau, som er beregnet i receptorpunktet, som ideelt ligger midt i bufferzonen.



Figur 3 Årsmiddel koncentrationen af NO<sub>2</sub> i 2003 på bopælsadresser langs motorvejene i Roskilde Amt i op til 1.000 m fra motorvejene.

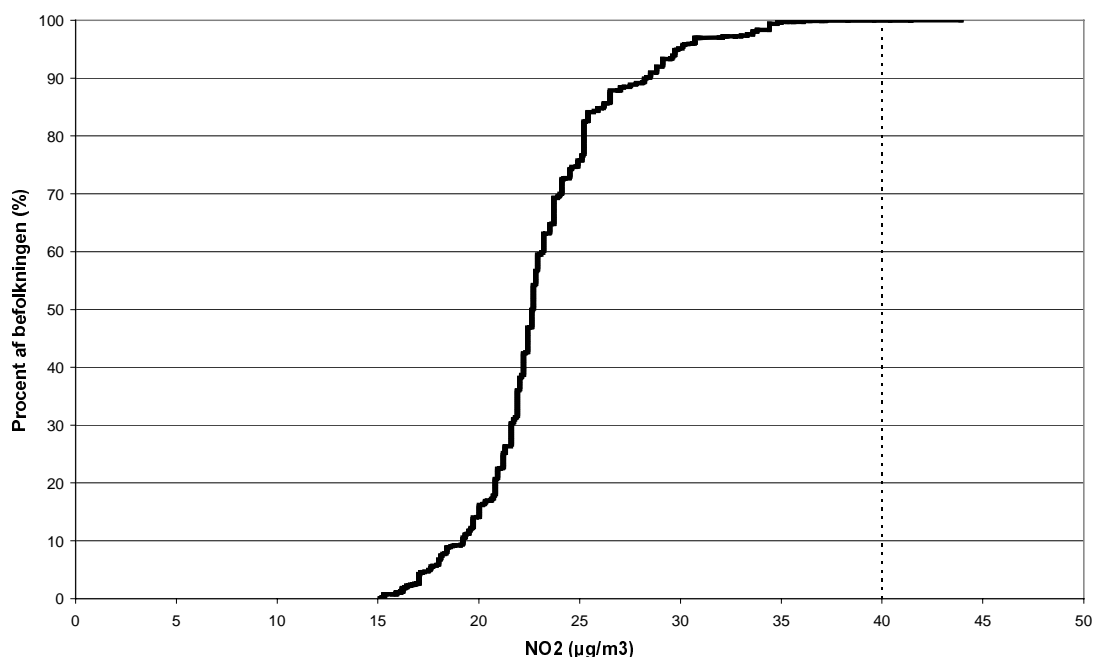
Kortlægningen af luftkvalitetsniveauerne langs hele motorvejsnettet viste, at kun 3 adresser (11 mennesker eller 0,02% af befolkningen) har NO<sub>2</sub> årsmiddelkoncentrationer over 40 µg/m<sup>3</sup> i 2003, hvilket er grænseværdien, der skal være overholdt i 2010. I årene før 2010 opererer man med en tolerancemargin i forhold til grænseværdien. I 2003 er grænseværdien plus tolerancemargin 54 µg/m<sup>3</sup>, og på ingen af adresserne overskrides denne værdi, da den højeste værdi var 44 µg/m<sup>3</sup>. Den højest beregnede værdi var dog 47,6 µg/m<sup>3</sup>, men den optrådte ikke et sted med boliger. De højeste koncentrationer optræder langs Køge Bugt Motorvejen, da trafikken er størst her.

Baggrundsniveauet er 12-15 µg/m<sup>3</sup>, så motorvejen bidrager med omkring 3-29 µg/m<sup>3</sup>. Der er således et lille bidrag tilbage fra motorvejen selv i en afstand af omkring 800 m, som er den afstand beregningerne foretages for den bufferzone, som er længst væk fra motorvejen (600-1.000 m).

#### *Vurdering af befolkningseksponering i 2003*

Der bor omkring 56.000 mennesker langs motorvejene i Roskilde Amt inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejene. Der er forholdsvis få mennesker, som bor meget tæt på motorvejene dvs. inden for 25-75 m, idet det kun drejer sig om 225 mennesker. Alders- og kønssammensætning er ens i de forskellige afstande fra motorvejen.

Figur 4 viser en akkumuleret funktion for befolkningseksponering dvs. procent af befolkningen, som bor på adresser langs motorveje i op til 1.000 meters afstand i Roskilde Amt med forskellige NO<sub>2</sub> koncentrationer i 2003 (µg/m<sup>3</sup>).



**Figur 4** Procent af befolkningen, som bor på adresser langs motorveje i op til 1.000 meters afstand i Roskilde Amt med forskellige NO<sub>2</sub> koncentrationer i 2003 (µg/m<sup>3</sup>). Grænseværdien gældende fra 2010 er også indtegnet. Eksempelvis bor 10% af befolkningen på adresser med NO<sub>2</sub> koncentrationer over 28 µg/m<sup>3</sup> og dermed 90% på adresser med NO<sub>2</sub> koncentrationer under 28 µg/m<sup>3</sup>. Kun 11 mennesker ud af 56.000 (0,02%) bor på adresser med koncentrationer over 40 µg/m<sup>3</sup> i 2003, som er niveauet for grænseværdien, som skal være overholdt i 2010. Grænseværdien plus tolerancemargin er 54 µg/m<sup>3</sup> i 2003, og således ikke overskredet noget sted.



### *Overslagsvurdering af forholdene i 2010*

Trafikken er steget kraftigt på motorvejsnettet inden for de sidste 10 år, således 37% på Køge Bugt Motorvejen ved Hundige i perioden 1993-2003 ifl. tal fra Vejdirektoratet. Det svarer til 3,2% om året. Vejdirektoratet skønner fortsat, at trafikken vil stige omkring 2,0-2,5% for motorvejene i Roskilde Amt i perioden 2002-2015.

Da beregningerne er gennemført for 2003 må der ud fra Vejdirektoratets fremskrivninger af trafikvæksten forventes en større trafikstigning på omkring 17% frem til 2010, hvor grænseværdien skal være overholdt. Samtidig må der forventes et fald i udstødningsemissionen, som følge af de løbende emissionskrav, som slår igennem i bilparken. I nærværende projekt er det ikke kvantificeret, hvad nettoresultatet af denne kombinerede effekt af trafikstigning på motorvejsnettet og emissionsreduktion for bilparken er. En overslagsvurdering kan dog foretages ud fra beregninger gennemført for bygader i København. For bytrafik har DMU beregnet, at NO<sub>x</sub> emissionen vil falde omkring 20% fra 2003 til 2010 som følge af at skærpede emissionskrav slår igennem i bilparken (Jensen et al. 2005). Da trafikstigningen på motorvejsnettet forventes at være af samme størrelsesorden, må det forventes at NO<sub>x</sub> emissionen vil være omkring niveauet som i 2003. Da de beregnede niveauer netop tangere grænseværdien på 40 µg/m<sup>3</sup> kan der i 2010 kun forventes få adresser, hvor grænseværdien overskrides.

### *Overordnet vurdering af PM<sub>10</sub>*

PM<sub>10</sub> blev ikke målt i målekampagnen, hvorfor luftkvaliteten af PM<sub>10</sub> kun er baseret på beregninger. Beregninger af PM<sub>10</sub> (partikler under 10 mikrometer) langs hele motorvejsnettet viste, at motorvejens bidrag ligger mellem 0,2 og 4,8 µg/m<sup>3</sup>. Der er dog en betydelig usikkerhed på størrelsen af dette bidrag grundet usikkerhed i det eksisterende videngrundlag. Baggrundsbidraget er omkring 24 µg/m<sup>3</sup>. PM<sub>10</sub> koncentrationerne langs motorvejsnettet ligger således mellem 24 og 29 µg/m<sup>3</sup> i 2003. Motorvejsbidraget er derfor relativt lille i forhold til baggrunds niveauet, som helt er domineret af det regionale bidrag. De beregnede koncentrationsniveauer i 2003 er noget under grænseværdien for PM<sub>10</sub> på 40 µg/m<sup>3</sup>, som skal være overholdt i 2005.

## **4. Konklusion**

Der er opstillet en luftkvalitetsmodel med udgangspunkt i OML modellen, hvor trafikskabt turbulens er integreret fra OSPM modellen for at kunne beskrive forholdene for en motorvej. Beregninger med den opstillede luftkvalitetsmodel viser god systematisk overensstemmelse med tre måneders målinger udført i forskellige afstande af motorvejen dog således at modellen anvendt til kortlægningsformål overestimerer målte værdier med ca. 7-17% afhængig af afstanden fra motorvejen. Koncentrationen af NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> aftager hurtigt med afstanden til motorvejen. NO<sub>2</sub> aftager lidt langsommere end NO<sub>x</sub> pga. kemiske processer. Kortlægningen af luftkvalitetsniveauerne langs hele motorvejsnettet i Roskilde Amt viste, at kun 3 adresser (11 mennesker ud af 56.000) har NO<sub>2</sub> årsmiddelkoncentrationer over 40 µg/m<sup>3</sup> i 2003, hvilket er grænseværdien, der skal være overholdt i 2010. I årene før 2010 opererer man med en tolerancemargin i forhold til grænseværdien. I 2003 er grænseværdien plus tolerancemargin 54 µg/m<sup>3</sup>, og på ingen af adresserne overskrides denne værdi, da den højeste værdi var 44 µg/m<sup>3</sup>. De højeste koncentrationer optræder langs Køge Bugt Motorvejen, da trafikken er størst her.

## Taksigelser

Projektet er finansieret af Roskilde Amt med medfinansiering af Danmarks Miljøundersøgelser vedrørende modeludviklingen.

## Referencer

Berkowicz, R. (2000a): OSPM – a Parameterised Street Pollution Model. *Environmental Monitoring and Assessment* 65: 323-331, 2000.

Berkowicz, R. (2000b): A simple Model for Urban Background Pollution, *Environmental Monitoring and Assessment*, 65, 259-267

Olesen, H.R., Løfstrøm, P., Berkowicz, R. and Jensen, A.B. (1992): An improved dispersion model for regulatory use - the OML model. *In: Air Pollution Modeling and its Application IX*, H. van Dop and G. Kallos (eds.). Plenum Press, New York.

Jensen, S.S., Løfstrøm, P., Berkowicz, R., Olesen, H.R., Frydendal, J., Fuglsang, K., Hummelshøj, P. (2004): Luftkvalitet langs motorveje - Målekampagne og modelberegninger. *Danmarks Miljøundersøgelser*, 67 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 522. <http://fagligerapporter.dmu.dk>.

Jensen, S.S., Løfstrøm, P., Berkowicz, R., Madsen, I. (2005): Kortlægning af luftkvalitet langs motorveje. Udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser for Roskilde Amt. Roskilde Amt. 45 s. (Rapporten forventes publiceret efteråret 2005).

Jensen, S.S., Ketzler, M., Berkowicz, R., Palmgren, F., Høj, J. & Krawack, S. (2005): Virkemidler til overholdelse af NO<sub>2</sub> grænseværdier for luftkvalitet i København. Miljøkontrollen, Københavns Kommune. Udført af Danmarks Miljøundersøgelser og TetraPlan. 98 s.

Roskilde Amt (2005): Trafikregnskab 2004, Roskilde Amt. Jensen, S.S: Trafikkens emissioner bidrager til sundhedsskadelig luftforurening. Sundhed og µg/m<sup>3</sup>. Luftforurening langs motorveje. Virkemidler til reduktion af trafikens luftforurening. s. 30-33. ISBN 87-7800-633-3.

Rådets direktiv 1999/30/EF af 22. april 1999 om luftkvalitetsgrænseværdier for svovldioxid, nitrogendioxid og nitrogenoxider, partikler og bly i luften. EF-Tidende NR. L 163 af 29. juni 1999 S. 0041 - 0061 .