



LUFTKVALITETSVURDERING FOR UDVIDELSE AF MOTORVEJ SYD OM ODENSE

VVM redegørelse

Faglig rapport fra DMU nr. 825 2011



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET



[Tom side]

LUFTKVALITETSVURDERING FOR UDVIDELSE AF MOTORVEJ SYD OM ODENSE

VVM redegørelse

Faglig rapport fra DMU nr. 825 2011

Steen Solvang Jensen
Matthias Ketzel
Thomas Becker
Per Løfstrøm
Helge Rørdam Olesen



Datablad

- Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 825
- Titel: Luftkvalitetsvurdering for udvidelse af motorvej syd om Odense
Undertitel: VVM redegørelse
- Forfattere: Steen Solvang Jensen, Matthias Ketzell, Thomas Becker, Per Løfstrøm & Helge Rørdam Olesen
- Afdeling: Afdelingen for Atmosfærisk Miljø
- Udgiver: Danmarks Miljøundersøgelser©
Aarhus Universitet
URL: <http://www.dmu.dk>
- Udgivelsesår: Maj 2011
- Faglig kommentering: Helge Rørdam Olesen
- Finansiel støtte: Vejdirektoratet
- Bedes citeret: Jensen, S.S., Ketzell, M., Becker, T., Løfstrøm, P. & Olesen, H.R. 2011: Luftkvalitetsvurdering for udvidelse af motorvej syd om Odense. VVM redegørelse. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 56 s. –Faglig rapport fra DMU nr. 825. <http://www.dmu.dk/Pub/FR825.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Sammenfatning: Denne tekniske baggrundsrapport beskriver luftkvalitetsberegninger med OML-Highway modellen langs med motorvejen syd om Odense til støtte for VVM vurdering af udbygning af motorvejen fra 2 til 3 spor i hver retning. Luftkvalitetsberegninger vises for eksisterende forhold i 2008 og med trafikfremskrivning til 2020 samt for forslaget om motorvejsudvidelse i 2020. Luftkvaliteten vurderes for antallet af berørte boliger i en afstand af 1000 m fra motorvejen. Grænseværdierne for kvælstofdioxid (NO₂) og partikler under hhv. 2,5 og 10 mikrometer (PM_{2,5}, PM₁₀) forventes ikke overskredet i 2008 eller 2020 i nogen af beregningsalternativerne. Støjreducerende tiltags betydning for luftkvaliteten er også belyst.
- Emneord: Luftkvalitet, model, OML-Highway, VVM, motorvej, Odense.
- ISBN: 978-87-7073-232-1
- ISSN (elektronisk): 1600-0048
- Sideantal: 56
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <http://www.dmu.dk/Pub/FR825.pdf>

Indhold

Forord 5

1 Sammenfatning 6

- 1.1 Grænseværdier og sundhedseffekter 6
- 1.2 Bidrag til luftforurening langs motorveje 6
- 1.3 Luftforurening langs motorveje 7
- 1.4 Metode for luftkvalitetsberegninger 8
- 1.5 Forudsætninger for eksisterende forhold og forslag for Odense Syd 8
- 1.6 Basis 2008 – Eksisterende forhold i 2008 10
- 1.7 Basis 2020 – Eksisterende forhold i 2020 12
- 1.8 Forslag 2020 – Udvidelse af motorvejen i 2020 14
- 1.9 Sammenligning af basis 2008, basis 2020 og forslag 2020 16

2 Luftforurening langs motorveje 19

- 2.1 Bidrag til luftforurening langs motorveje 19
- 2.2 Kilder til partikler 19
- 2.3 Kilder til kvælstofoxider 20
- 2.4 Spredning 21
- 2.5 Kemisk omdannelse 21

3 Grænseværdier og sundhedseffekter 23

- 3.1 Grænseværdier 23
- 3.2 Indikatorer for luftforurening i luftkvalitetsvurdering 25
- 3.3 Sundhedseffekter af luftforurening 25

4 Metode for beregning af luftkvalitet og CO₂ emission 28

- 4.1 OML-Highway 28
- 4.2 Input og output 30
- 4.3 CO₂ emission 31
- 4.4 Forudsætninger for eksisterende forhold og forslag for Odense Syd 32

5 Luftkvalitetsvurdering af eksisterende forhold og forslag 38

- 5.1 Basis 2008 – Eksisterende forhold i 2008 38
- 5.2 Basis 2020 – Eksisterende forhold i 2020 41
- 5.3 Forslag 2020 – Udvidelse af motorvejen i 2020 44
- 5.4 Sammenligning af basis 2008, basis 2020 og forslag 2020 47
- 5.5 Støjdæmpende tiltags betydning for luftkvaliteten 50

Referencer 55

Forord

Denne tekniske baggrundsrapport beskriver luftkvalitetsberegninger med OML-Highway modellen langs med motorvejen syd om Odense til støtte for VVM vurdering af udbygning af motorvejen fra 2 til 3 spor i hver retning. Hovedresultaterne indgår tillige i den sammenfattende rapport for VVM-redegørelsen for udvidelse af motorvejen syd om Odense.

Luftkvalitetsberegninger vises for eksisterende forhold i 2008 og med trafikfremskrivning til 2020 samt for forslaget om motorvejsudvidelse i 2020. Luftkvaliteten vurderes for antallet af berørte boliger i en afstand af 1000 m fra motorvejen. Resultaterne er vurderet i relation til grænseværdierne for kvælstofdioxid (NO₂) og partikler under hhv. 2,5 og 10 mikrometer (PM_{2,5}, PM₁₀) i 2008 og 2020. Støjreducerende tiltags betydning for luftkvaliteten er også belyst.

Rapporten er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Aarhus Universitet for Vejdirektoratet.

Projektet har været ledet af en styregruppe bestående af Jacob Fryd (formand), Vejdirektoratet, og projektdeltagere fra DMU: Steen Solvang Jensen, Matthias Ketzler, Thomas Becker, Per Løfstrøm, og Helge Rørdam Olesen.

Data om motorvejsstrækningen syd om Odense, trafikdata for motorvejen og tilstødende berørte veje samt helårsbolig- og ferieboligadresser langs motorvejen stammer fra COWI, som står som hovedrådgiver for VVM-redegørelsen.

1 Sammenfatning

1.1 Grænseværdier og sundhedseffekter

Luftforurening kan udgøre en sundhedsbelastning og påvirke naturen negativt. Derfor er der opstillet en række grænseværdier for beskyttelse af mennesker og natur, se Tabel 1.1.

Da niveauet af kvælstofdioxid (NO₂) ligger over grænseværdien i nogle trafikerede gader i de største byer, og da partikler (PM₁₀ og PM_{2.5}) anses for at udgøre den største sundhedsbelastning, er det disse stoffer som luftkvalitetsvurderingen af motorvejsudvidelsen fokuserer på. For både NO₂ og partikler fokuserer luftkvalitetsvurdering på de grænseværdier som vedrører gennemsnitsværdier, da disse kommer tættest på overskridelse.

Tabel 1.1. Oversigt over grænseværdier og målværdier

Stof	Grænseværdi (µg/m ³)	Midlingstid	Statistik	Beskyttelse af	Skæringsdato
Kvælstofdioxid (NO ₂)	200	1 time	18 gange pr. år	Mennesker	2010
	40	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
	25 ¹	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Partikler under 2,5 mikrometer (PM _{2.5})	25	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2015
	20 ^a	-	Gennemsnit, år	Mennesker	(2020)
Partikler under 10 mikrometer (PM ₁₀)	50	24 timer	35 gange pr. år	Mennesker	2005
	40	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2005

Fodnoter: 1) Målværdi a) Revideres 2013 på basis ny viden vedrørende sundhedsvirkning og teknisk gennemførlighed.

Overholdelse af grænseværdierne sikrer ikke, at der ikke kan forekomme sundhedseffekter ved koncentrationer under grænseværdien. For partikler er der således tale om en risikovurdering, da der ikke formodes at være en nedre grænse for, hvornår udsættelse for partikler ikke fører til sundhedskonsekvenser.

Trafikkens udslip af CO₂ (kuldioxid) er ikke direkte sundhedsskadeligt at indånde, men bidrager til drivhuseffekten og dermed til klimaforandringer, hvor de afledte effekter af klimaforandringer kan have sundhedskonsekvenser, samt en lang række andre negative konsekvenser for samfundet. CO₂ emissionen vil derfor også blive vurderet for basis i 2008, basis 2020 og motorvejsudvidelsen i 2020.

1.2 Bidrag til luftforurening langs motorveje

Luftforureningen af partikler og kvælstofoxider på og langs med en motorvej er bestemt af tre bidrag: regionalt bidrag, bybaggrundsbidrag og vejbidrag.

Det regionale bidrag skyldes europæiske og danske forureningskilder og bidrager til koncentrationsniveauet i den regionale baggrund.

Bybaggrundsbidraget er bestemt af forureningskilder i byen. I større byer er kilderne næsten udelukkende vejtrafik, og bidraget herfra er bestemt af byens udstrækning og trafiktætheden. Trafikken i Odense by bidrager således til koncentrationen på og langs motorvejen. Andre lokale kilder er industri, boligopvarmning (fx brændeovne) og energiproduktion, men de spiller en mindre rolle for bybaggrundsbidraget.

Endelig er der selve vejbidraget som kommer fra trafikken på motorvejen. Vejbidraget afhænger af udviklingen i emissionsforhold, trafikmængde, køretøjssammensætning og hastighed.

1.3 Luftforurening langs motorveje

PM_{2.5} og PM₁₀

PM_{2.5} er massen af partikler under 2,5 mikrometer. Fra trafikken bidrager især sodpartikler, men også bremsestøv til PM_{2.5}. En væsentlig del af PM_{2.5} er langtransporterede, såkaldte sekundære partikler. Sekundære partikler er dannet i atmosfæren ved omdannelse af gasarter (bl.a. NO_x, SO₂ og ammoniak), og består bl.a. af ammoniumsulfat og ammoniumnitrat.

PM₁₀ er massen af partikler under 10 mikrometer, og bidraget til PM₁₀ er domineret af de sekundære partikler og de grove partikler. De grove partikler er mekanisk dannede fra dæk-, bremse- og vejslid samt fra naturlige kilder som fx jordstøv, havsalt og pollen.

Fra trafikken er der således et bidrag fra udstødningen, og et "ikke-udstødning" bidrag som består af dæk-, bremse- og vejslid samt op-hvirvling heraf.

Det regionale bidrag for partikler (PM_{2.5}, PM₁₀) er det største bidrag i koncentrationen tæt på motorvejen, efterfulgt af vejbidraget, mens bybaggrundsbidraget er beskedent.

NO_x

NO_x (NO+NO₂) dannes i forbindelse med forbrændingsprocesser, hvor høj temperatur sammen med ilt oxiderer luftens frie kvælstof (N₂) til NO og NO₂. Den del som emitteres som NO₂ betegnes direkte emitteret NO₂. NO kan i atmosfæren omdannes til NO₂ i reaktioner med ozon. NO₂ er således både en direkte emitteret og en sekundær dannet luftforurening.

Bidragene til den regionale NO₂ koncentration er bestemt af nationale og internationale emissioner af NO_x. Danske og udenlandske NO_x kilder bidrager hver med omkring halvdelen til den regionale baggrundskoncentration af NO₂.

Bybaggrundsbidraget er bestemt af NO_x kilder i byen. I større byer som Odense er kilderne næsten udelukkende vejtrafik, og bidraget herfra er bestemt af byens udstrækning og trafiktætheden.

Vejbidraget afhænger af udviklingen i emissionsforhold, trafikmængde, køretøjssammensætning og hastighed.

For NO₂ er det regionale bidrag til koncentrationen tæt på motorvejen relativt lavt, bybaggrundsbidraget betydeligt, og vejbidraget typisk størst.

Spredning og kemisk omdannelse

Trafikken på motorveje og øvrige veje i det åbne land kan være betydelig, men luftforureningsniveauerne er forholdsvis lave, fordi der typisk er gode spredningsforhold. Ved vejstrækninger i det åbne land er forureningen lavere ved samme trafikmængder end i lukkede gaderum i byerne. Dels er der mere blæst, da der ikke er læ fra bygninger mv., og dels bliver den forurenede luft hurtigt transporteret væk fra vejen og ikke recirkuleret som i lukkede gaderum i byerne. Luftforureningen aftager hurtigt med afstanden fra vejen.

Hvis man betragter et konsekvensområde på nogle få hundrede meter langs en motorvej vil de relevante processer kun være kemiske reaktioner mellem NO, ozon og NO₂, som kan foregå inden for den tid, det tager en luftpakke at blive transporteret over disse afstande. Denne simple fotokemi indgår i beregningerne af koncentrationen af NO₂.

1.4 Metode for luftkvalitetsberegninger

OML-Highway er anvendt til at beregne koncentrationerne langs motorvejen. OML-Highway er en ny GIS-baseret brugervenlig luftkvalitetsmodel for motorveje og andre veje i åbent terræn. Modellen er udviklet for Vejdirektoratet af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) under Aarhus Universitet i samarbejde med det tyske firma Lohmeyer. Modellen er i stand til at beregne luftkvaliteten langs motorveje, landeveje og øvrige veje i åbent terræn. Modellen foretager beregninger time for time over længere tid, fx for et år.

Modellen kræver følgende input: et digitalt vejnet med trafikdata, regionale baggrundskoncentrationer (måledata fra Keldsnor i 2008 på Langeland) og meteorologiske data (modelleret med den meteorologiske model MM5 for 2008) samt beskrivelse af beregningsspunkter. I modellen er indbygget den europæiske emissionsmodel COPERT IV. De regionale baggrundskoncentrationer er forudsat uændret fra 2008 til 2020, selvom der kan forventes en lille reduktion i de regionale niveauer pga. emissionsreduktion i Danmark og Europa.

Energistyrelsens prognose for udviklingen i energieffektivitet for vejtrafikken er lagt til grund for beregning af udviklingen i CO₂ emissionen.

Beregningerne er gennemført for alle adressepunkter for helårsboliger og ferieboliger inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen for at kunne beregne antallet af berørte boliger i forskellige forureningsklasser.

1.5 Forudsætninger for eksisterende forhold og forslag for Odense Syd

Eksisterende forhold og forslag for Odense Syd

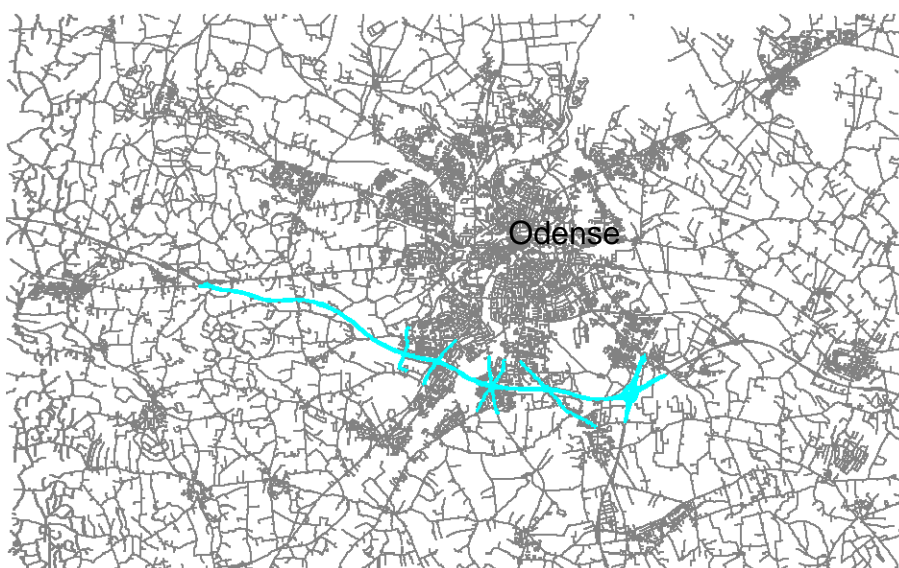
Beregninger er gennemført for tre scenarier: Basis 2008, basis 2020 og forslag 2020. Basis 2008 er de eksisterende forhold i 2008 og basis 2020 er de eksisterende forhold i 2020, også benævnt 0-alternativet. I 0-alternativet

er trafikken fremskrevet til 2020. Forslag 2020 er forslaget om udvidelse af motorvejen syd om Odense fra 2 til 3 spor i hver retning.

Vejnettet

Motorvejstrækningen syd om Odense og tilstødende berørte vejstrækninger samt trafikdata er leveret af COWI som et digitalt vejnet med strækningsnøgler, som gør det muligt at koble vejnettet til trafikdata for eksisterende forhold og til modellerede trafikdata i 2020 fra en EMME trafikmodel for hhv. basis og motorvejsudvidelsen.

Motorvejen kaldes i OML-Highway terminologi for beregningsvejen, da beregningerne af luftkvalitet foretages langs med denne vej. Øvrige veje i Odense bidrager også til luftforureningen langs motorvejen, og disse veje kaldes baggrundsvejnettet, se Figur 1.1. De øvrige veje og trafikken herpå stammer fra DMU's vej- og trafikdatabase.



Figur 1.1. Beregningsveje (blå) og baggrundsveje (grå)

Trafikdata

Trafikoplysninger for motorvejen omfatter: årsdøgntrafik (ÅDT), tungtrafik andel (lastbiler og busser), og gennemsnitshastighed.

Tabel 1.2 viser gennemsnitlige trafikdata for basis 2008, basis 2020 og hovedforslag 2020 for motorvejsstrækningen. Det ses, at trafikken stiger fra 2008 til 2020. Forslaget med motorudvidelsen i 2020 vil give lidt flere lette og tunge køretøjer og lidt højere hastighed end basis situationen i 2020, da kapaciteten på motorvejen øges.

Tabel 1.2. Gennemsnitlige trafikdata for basis 2008, basis 2020 og hovedforslag 2020.

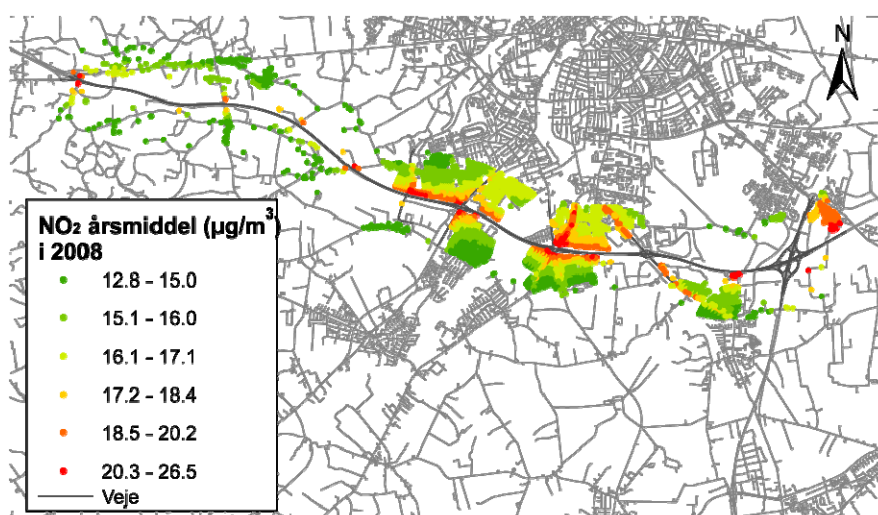
	ÅDT (antal køretøjer/døgn)	Tung trafik (antal/døgn)	Tung trafik (%)	Gns. hastighed (km/t)	Trafikarbejde (mio. vogn km/år)
Basis 2008	21175	2480	11,7	113	285
Basis 2020	29613	3323	11,2	110	396
Hovedforslag 2020	30771	3377	11,0	113	411
Som indeks med udgangspunkt i Basis 2020					
Basis 2008	72	75	104	103	72
Basis 2020	100	100	100	100	100
Hovedforslag 2020	104	102	98	103	104
Årlig trafikvækst (%)	3,1	2,6			
Trafikvækst som indeks basis 2008 til basis 2020	140	134			

1.6 Basis 2008 – Eksisterende forhold i 2008

Luftkvalitetsvurdering i basis 2008

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2008 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.2. Som forventet er koncentrationerne højest tættest ved motorvejen, hvorefter de aftager med afstanden fra motorvejen. Højere koncentrationer findes også langs de trafikerede tilstødende veje.

De højeste koncentrationer optræder ved boliger, som ligger i en afstand af omkring 85 m fra motorvejen ved et tilslutningsanlæg, hvor de også er udsat for luftforurening fra tilstødende veje. De højeste koncentrationer på 26,5 µg/m³ er under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er omkring tre gange højere end det regionale baggrundsniveau på 8,6 µg/m³.

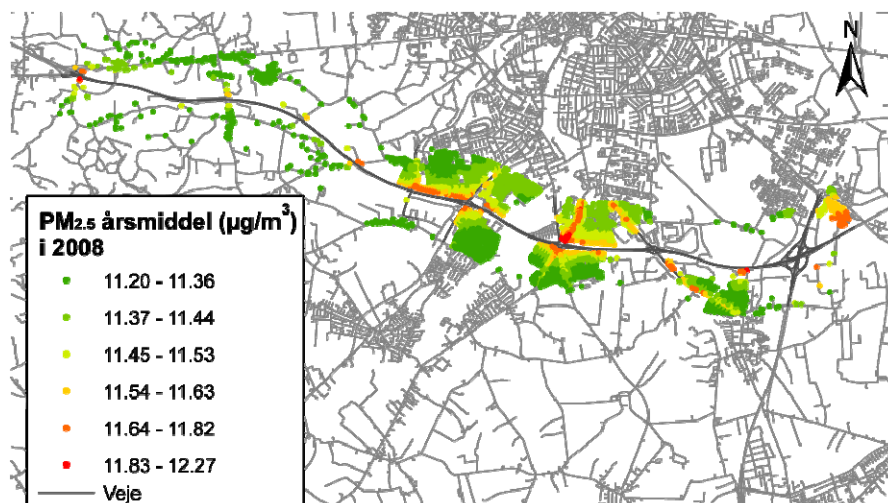


Figur 1.2. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2008 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM_{2.5} koncentrationsniveauerne i 2008 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.3. Som forventet er koncentrationerne højest tættest ved motorvejen, hvorefter de aftager med afstanden fra motorvejen. I forhold til NO₂ er der mindre variation i niveauerne for PM_{2.5}, idet der er mindre

forskel på de højeste og laveste niveauer, men den geografiske fordeling er som for NO₂.

De højeste koncentrationer på 12,3 µg/m³ er under grænseværdien på 25 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrundsniveau på 11 µg/m³.

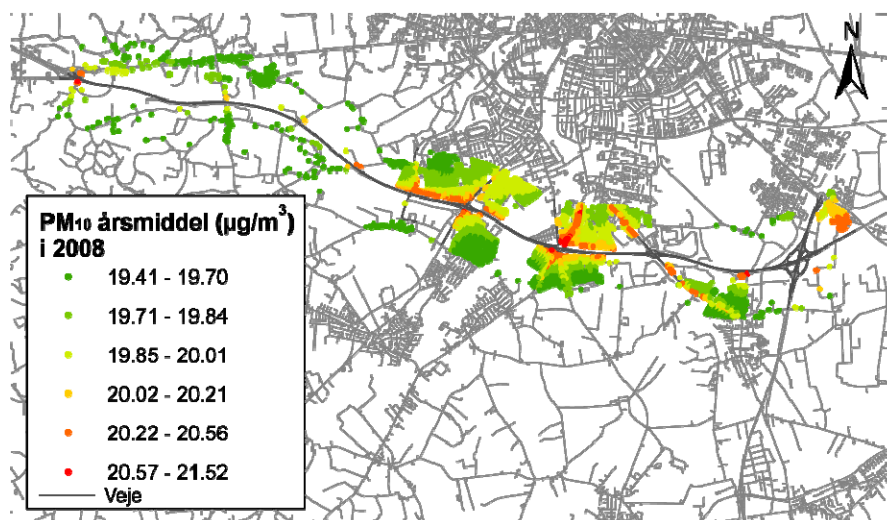


Figur 1.3. Årsmiddelkoncentrationen af PM_{2.5} i 2008 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM₁₀ koncentrationsniveauerne i 2008 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.4. Den geografiske fordeling er som for PM_{2.5}.

De højeste koncentrationer er ved boliger, som ligger i en afstand af omkring 85 m fra motorvejen ved et tilslutningsanlæg, hvor de også er udsat for luftforurening fra tilstødende veje. De højeste koncentrationer på 21,5 µg/m³ er under grænseværdien på 40 µg/m³ som årsmiddelværdi. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrundsniveau på 19 µg/m³.

Grænseværdien på 35 årlige overskridelser af en døgnmiddelværdi på 50 µg/m³ vurderes også at være overholdt med en god margin, fordi den erfaringsmæssigt overholdes, hvis årsmiddelværdien er under omkring 32 µg/m³.



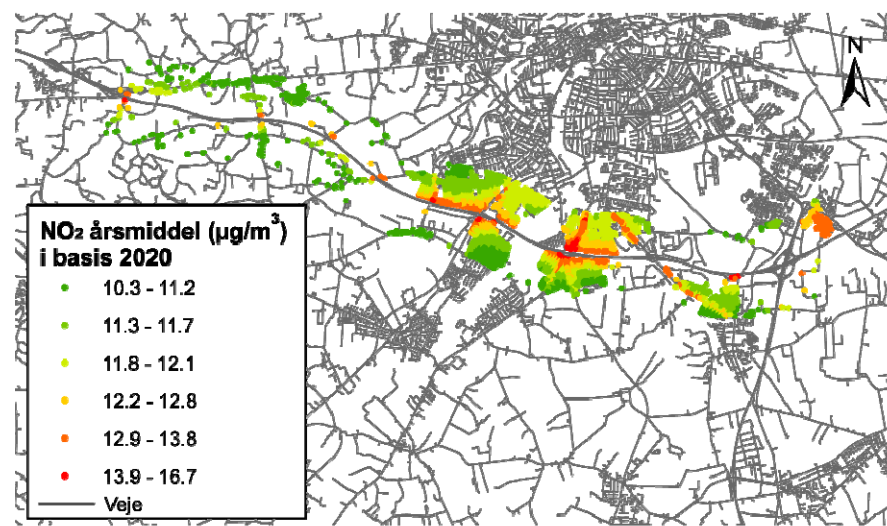
Figur 1.4. Årsmiddelkoncentrationen af PM₁₀ i 2008 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

1.7 Basis 2020 – Eksisterende forhold i 2020

Luftkvalitetsvurdering i basis 2020

NO₂ koncentrationniveauerne i basis 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.5. Den geografiske fordeling af koncentrationerne er den samme som i 2008, men niveauerne er væsentligt lavere.

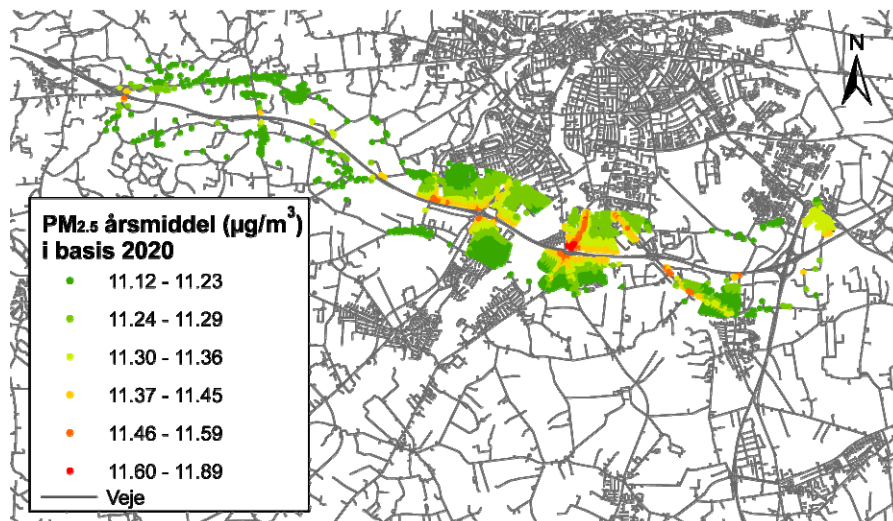
De højeste koncentrationer i 2020 er 16,6 µg/m³ i forhold til de højeste koncentrationer i 2008 på 26,5 µg/m³. Niveaulet er langt under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er omkring dobbelt så høje som det regionale baggrunds niveau på 8,6 µg/m³.



Figur 1.5. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i basis 2020 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM_{2.5} koncentrationniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.6. Den geografiske fordeling af koncentrationerne er den samme som i 2008, men niveauerne er væsentligt lavere. I forhold til NO₂ er der mindre forskel på de højeste og laveste niveauer, da det regionale bidrag er dominerende.

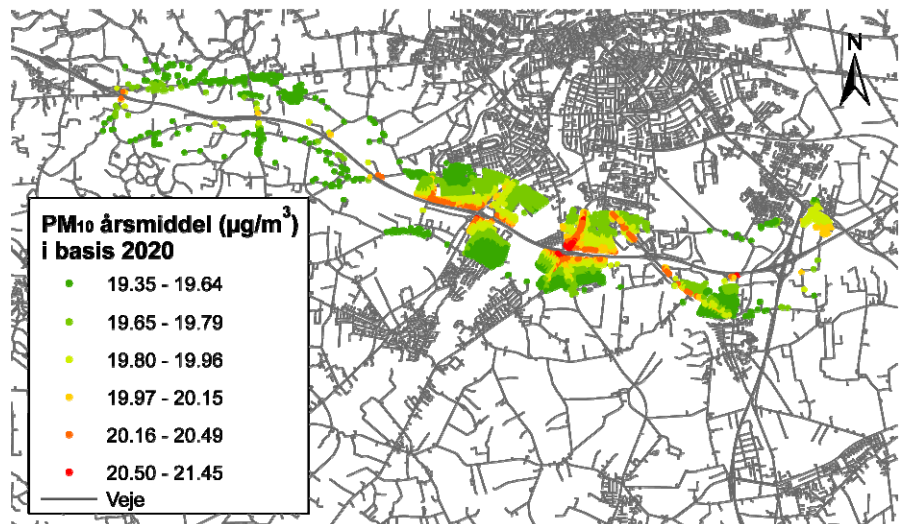
De højeste koncentrationer på $11,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er under grænseværdien på $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I forhold til 2008 er koncentrationerne faldet lidt, som en kombinationseffekt af mindre udstødning men mere ikke-udstødning grundet øget trafik. De højeste koncentrationer var i 2008 $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $11,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2020. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrunds niveau på $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 1.6. Årsmiddelkoncentrationen af $\text{PM}_{2.5}$ i basis 2020 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM_{10} koncentrationsniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.7. Som forventet er koncentrationerne højest tættest ved motorvejen, hvorefter de aftager med afstanden fra motorvejen. I forhold til NO_2 er der mindre variation i niveauerne for PM_{10} , idet der er mindre forskel på de højeste og laveste niveauer, men den geografiske fordeling er som for NO_2 .

De højeste koncentrationer er ved boliger, som ligger i en afstand af omkring 85 m fra motorvejen ved et tilslutningsanlæg, hvor de også er udsat for luftforurening fra tilstødende veje. De højeste koncentrationer på $21,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er under grænseværdien på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I forhold til 2008 er PM_{10} koncentrationerne ikke faldet. Det skyldes en kombinationseffekt af mindre udstødning men mere ikke-udstødning grundet øget trafik, som har udlignet hinanden. Ikke-udstødningsbidraget er højere for PM_{10} end det er for $\text{PM}_{2.5}$. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrunds niveau på $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



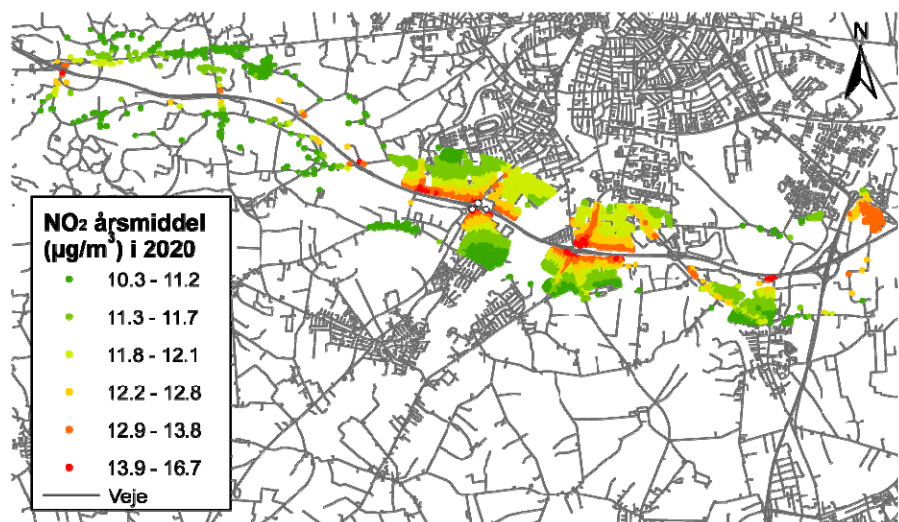
Figur 1.7. Årsmiddelkoncentrationen af PM₁₀ i basis 2020 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

1.8 Forslag 2020 – Udvidelse af motorvejen i 2020

Luftkvalitetsvurdering i 2020 med motorvejsudvidelse

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.8. Den geografiske fordeling af koncentrationerne er den samme som i basis i 2020, og niveauerne er stort de samme som i basis i 2020, da der kun er små forskelle mellem trafikken i basis i 2020 og motorvejsudvidelsen i 2020.

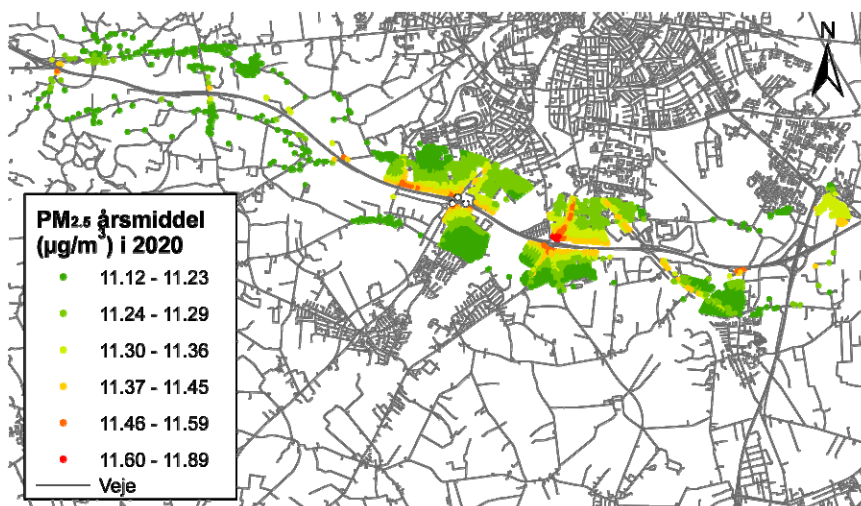
De højeste koncentrationer i 2020 med motorvejsudvidelsen er 16,7 µg/m³, hvilket er det samme niveau som for basis i 2020. Niveaulet er langt under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er omkring dobbelt så høje som det regionale baggrundsniveau på 8,6 µg/m³.



Figur 1.8. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM_{2.5} koncentrationsniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.9. Den geografiske fordeling af koncentrationerne for motorvejsudvidelsen er som i basis i 2020, og niveauerne er stort set de samme.

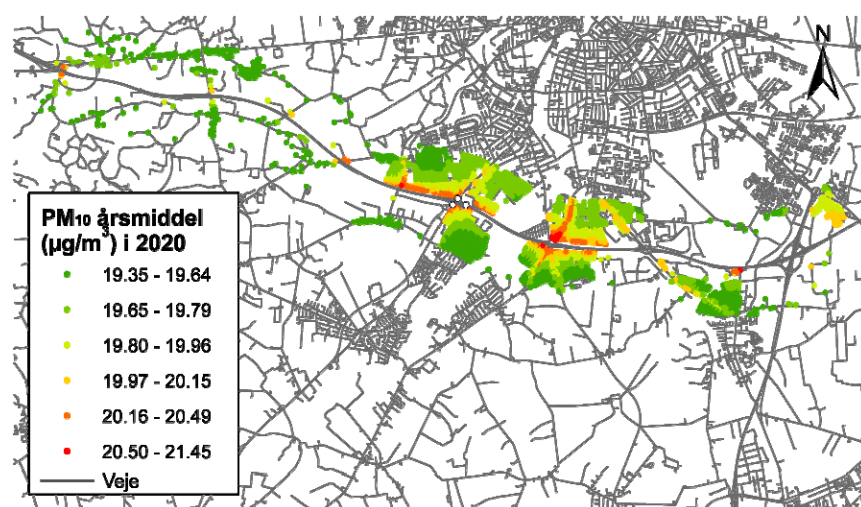
De højeste koncentrationer på 11,9 µg/m³ er ens for motorvejsudvidelsen og for basis 2020, og under grænseværdien på 25 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrunds niveau på 11 µg/m³.



Figur 1.9. Årsmiddelkoncentrationen af PM_{2.5} i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM₁₀ koncentrationsniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 1.10.

De højeste koncentrationer på 21,5 µg/m³ er stort set de samme for motorvejsudvidelsen og for basis 2020, og under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrunds niveau på 19 µg/m³.



Figur 1.10. Årsmiddelkoncentrationen af PM₁₀ i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

1.9 Sammenligning af basis 2008, basis 2020 og forslag 2020

Sammenligning af emission

Emissionsforhold i basis 2008, basis 2020 og ved motorvejsudvidelsen i 2020 er opsummeret i Tabel 1.3.

Emissionen af NO_x, NO₂ og PM udstødning falder kraftigt fra 2008 til 2020 grundet skærpede emissionsnormer og på trods af stigende trafik fra 2008 til 2020.

NO₂ emissionen falder mindre end NO_x emissionen, da den direkte emitterede NO₂ andel er større i 2020 end i 2008 pga. flere dieslbiler og flere partikelfiltre.

Emissionen af PM_{2,5}, som skyldes både udstødning og ikke-udstødning reduceres ikke så meget som fx NO_x, da ikke-udstødningsdelen stiger fra 2008 til 2020 grundet mere trafik. PM₁₀ emission stiger lidt, da ikke-udstødningsdelen her udgør en større andel end for PM_{2,5}.

CO og VOC reduceres også kraftigt, mens SO₂ kun ændres lidt.

CO₂ emissionen er større i 2020 i forhold til 2008 som en kombinationseffekt af øget trafik og en forbedret CO₂ effektivitet. Det er regnet med at CO₂ effektiviteten øges med 17 % fra 2008 til 2020, men dette kan ikke opveje det øgede trafikarbejde på hhv. 40 % og 45 % for basis 2020 og motorvejsudvidelsen i 2020.

Forslaget om motorvejsudvidelse har generelt marginalt højere emissioner end basis i 2020 pga. af lidt mere både let og tung trafik samt lidt højere hastighed, hvilket giver lidt højere emission. Dette gælder dog ikke for PM₁₀ emissionen, hvor den lidt højere hastighed ved motorvejsudvidelse giver lidt mindre ikke-udstødning i COPERT IV sandsynligvis pga. mindre bremseslid. Sammenhængen mellem de forskellige dele af ikke-udstødningsdelen og hastigheden er dog usikker i COPERT IV modellen.

Tabel 1.3. Emissionsforhold i basis 2008, basis 2020 og ved motorvejsudvidelse i 2020. Basis 2020 er sat til 100

Scenarie:	NO _x (ton/år)	NO ₂ (ton/år)	PM udstødning (ton/år)	PM _{2,5} (ton/år)	PM ₁₀ (ton/år)	CO (ton/år)	VOC (ton/år)	SO ₂ (ton/år)	CO ₂ emission (Indeks)
Basis 2008	415	70	11,3	16,9	32,7	578	27,1	0,521	87
Basis 2020	169	33	4,1	11,8	33,5	232	8,0	0,524	100
Forslag 2020	174	35	4,2	11,9	33,5	253	8,2	0,537	104
	(Indeks)	(Indeks)	(Indeks)	(Indeks)	(Indeks)	(Indeks)	(Indeks)	(Indeks)	(Indeks)
Basis 2008	245	212	276	142	98	249	340	99	87
Basis 2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Forslag 2020	103	105	104	100	100	109	103	103	104

Sammenligning af koncentration

I Tabel 1.4 er opsummeret minimum, maksimum og gennemsnitlige koncentrationer for basis 2008, basis 2020 og motorvejsudvidelsen 2020 for alle betragtede boliger.

Koncentrationerne falder fra 2008 til 2020, mens de er stort ens i basis i 2020 og med motorvejsudvidelsen i 2020.

Maksimum værdierne er marginalt højere for basis 2020 for NO₂ og PM₁₀, hvilket skyldes en enkelt strækning, hvor basis 2020 har lidt mere trafik end ved motorvejsudvidelsen.

Tabel 1.4. Sammenligning af koncentrationer for basis 2008, basis 2020 og motorvejsudvidelsen 2020. Tallene refererer til årsmiddelværdier, og Min og Max er møntet på minimum og maksimum for de betragtede boliger

	NO ₂ (µg/m ³)	PM udstødningsbidrag (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Basis 2008				
Min	12.8	0.13	11.2	19.4
Maks	26.5	0.79	12.3	21.5
Gns	16.4	0.26	11.4	19.9
Basis 2020				
Min	10.3	0.04	11.1	19.4
Maks	16.7	0.28	11.9	21.5
Gns	11.9	0.09	11.3	19.8
Forslag 2020				
Min	10.3	0.04	11.1	19.4
Maks	16.6	0.28	11.9	21.4
Gns	11.9	0.09	11.3	19.8

Sammenligning af antal boliger berørt af luftforurening

I Tabel 1.5 er opsummeret det samlede antal af helårsboliger og ferieboliger for basis 2008, basis 2020 og motorvejsudvidelsen 2020.

Feriebygninger, kolonihaver og anden fritidsbebyggelse indgår ikke i antallet af støj- og luftforureningsbelastede boliger, men der skal foretages en særskilt vurdering af disse ferieboliger. Der er ingen sommerhuse langs strækningen. Som det ses er der 8.255 helårsboliger langs motorvejen og kun 21 ferieboliger.

Koncentrationerne falder fra 2008 til 2020, og antallet af boliger berørt af luftforurening forskydes mod lavere forureningsklasser, mens antallet af boliger i de forskellige forureningsklasser er stort ens i basis i 2020 og med motorvejsudvidelsen i 2020.

Table 1.5a. Antal helårsboliger udsat for luftforurening i afstand af 1.000 m fra motorvej

NO₂ (µg/m³)	10,0-12,5	12,5-15,0	15,0-17,5	17,5-20,0	20,0-22,5	22,5-26,5	Total
Basis 2008	0	1239	5470	1378	155	13	8255
Basis 2020	0	6996	1249	10	0	0	8255
Forslag 2020	0	6827	1418	10	0	0	8255

PM_{2.5} (µg/m³)	11,00-11,25	11,25-11,50	11,5-11,75	11,75-12,00	12,00-12,25	12,25-12,5	Total
Basis 2008	52	6803	1344	49	6	1	8255
Basis 2020	2706	5465	80	4	0	0	8255
Forslag 2020	2822	5379	51	3	0	0	8255

PM₁₀ (µg/m³)	19,0-19,5	19,5-20,0	20,0-20,5	20,5-21,0	21,0-21,5	21,5-22,0	Total
Basis 2008	50	6704	1439	55	6	1	8255
Basis 2020	121	7051	1041	36	6	0	8255
Forslag 2020	125	7145	953	29	3	0	8255

Table 1.5b. Antal feriebøliger udsat for luftforurening i afstand af 1.000 m fra motorvej

NO₂ (µg/m³)	10,0-12,5	12,5-15,0	15,0-17,5	17,5-20,0	20,0-22,5	22,5-26,5	Total
Basis 2008	0	3	16	2	0	0	21
Basis 2020	0	19	2	0	0	0	21
Forslag 2020	0	19	2	0	0	0	21

PM_{2.5} (µg/m³)	11,00-11,25	11,25-11,50	11,5-11,75	11,75-12,00	12,00-12,25	12,25-12,5	Total
Basis 2008	1	18	2	0	0	0	21
Basis 2020	14	7	0	0	0	0	21
Forslag 2020	14	7	0	0	0	0	21

PM₁₀ (µg/m³)	19,0-19,5	19,5-20,0	20,0-20,5	20,5-21,0	21,0-21,5	21,5-22,0	Total
Basis 2008	1	18	2	0	0	0	21
Basis 2020	1	18	2	0	0	0	21
Forslag 2020	1	18	2	0	0	0	21

2 Luftforurening langs motorveje

I dette kapitel gives en kort beskrivelse af kilderne og bidragene til luftforurening langs motorveje samt en beskrivelse af spredning og kemisk omdannelse, idet dette har betydning for at forstå, hvordan luftforureningen er langs motorveje.

2.1 Bidrag til luftforurening langs motorveje

Luftforureningen på og langs med en motorvej er bestemt af tre bidrag: regionalt bidrag, bybaggrundsbidrag og vejbidrag.

Det regionale bidrag skyldes europæiske og danske forureningskilder og bidrager til baggrundskoncentrationsniveauet.

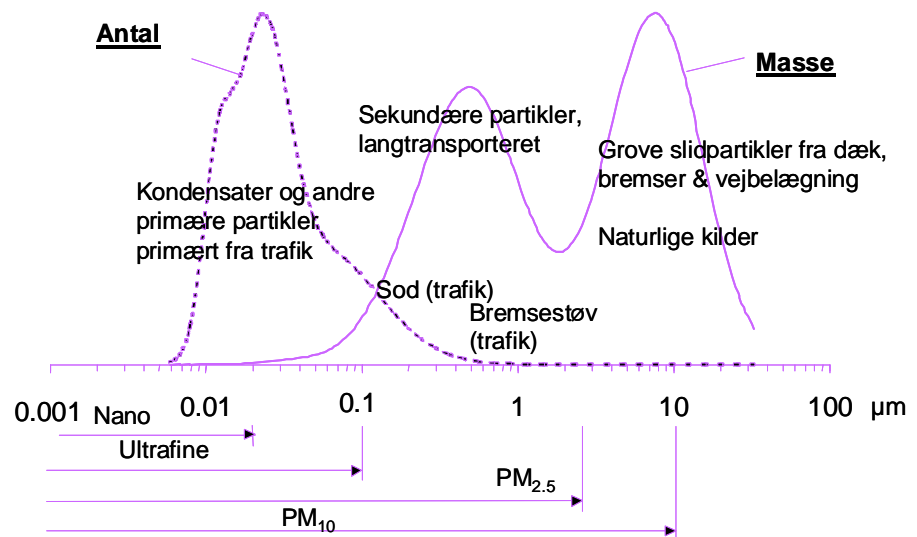
Bybaggrundsbidraget er bestemt af forureningskilder i byen. I større byer er kilderne næsten udelukkende vejtrafik, og bidraget herfra er bestemt af byens udstrækning og trafiktætheden. Trafikken i Odense by bidrager således til koncentrationen på og langs motorvejen.

Endelig er der selve vejbidraget som kommer fra trafikken på motorvejen. Vejbidraget afhænger af trafikmængde, køretøjs sammensætning og hastighed.

Da kvælstofdioxid (NO_2) ligger over grænseværdien på trafikerede bygader i de største byer, og partikler (PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$) anses for at udgøre den største sundhedsbelastning, er kilderne hertil beskrevet mere detaljeret.

2.2 Kilder til partikler

I Figur 2.1 er kildebidragene til de forskellige partikelstørrelser skematisk illustreret for en trafikeret vej.



Figur 2.1. Skematisk oversigt over kildebidragene til de forskellige partikelstørrelser for en trafikeret vej (Palmgren et al., 2005).

Hvis man som mål for partikelforureningen betragter antallet af partikler - hvor det er nanopartikler (under 20 nm) og ultrafine partikler (under 100 nm), der er afgørende - er forbrændingspartikler fra trafikken dominerende.

Et andet mål for partikelforureningen er $PM_{2.5}$, der er massen af partikler under 2,5 mikrometer. Fra trafikken bidrager især sodpartikler, men også brems støv til $PM_{2.5}$. En væsentlig del af $PM_{2.5}$ er langtransporterede, såkaldte sekundære partikler. Sekundære partikler er dannet i atmosfæren ved omdannelse af gasarter (bl.a. NO_x , SO_2 og ammoniak), og består bl.a. af ammoniumsulfat og ammoniumnitrat.

PM_{10} er massen af partikler under 10 mikrometer, og bidraget til PM_{10} er domineret af de sekundære partikler og de grove partikler. De grove partikler er mekanisk dannede fra dæk-, bremse- og vejslid samt fra naturlige kilder som fx jordstøv, havsalt og pollen.

Fra trafikken er der således et bidrag fra udstødningen, og et "ikke-udstødning" bidrag som består af dæk-, bremse- og vejslid samt op-hvirvling heraf.

Det regionale bidrag for partikler ($PM_{2.5}$, PM_{10}) er det største bidrag i koncentrationen tæt på motorvejen, efterfulgt af vejbidraget, mens by-baggrundsbidraget er beskedent.

2.3 Kilder til kvælstofoxider

NO_x ($NO+NO_2$) dannes i forbindelse med forbrændingsprocesser, hvor høj temperatur sammen med ilt oxiderer luftens frie kvælstof (N_2) til NO og NO_2 . Den del som emitteres som NO_2 betegnes direkte emitteret NO_2 . NO kan i atmosfæren omdannes til NO_2 i reaktioner med ozon. NO_2 er således både en direkte emitteret og en sekundær dannet luftforurening.

Bidragene til den regionale NO_2 koncentration er bestemt af nationale og internationale emissioner af NO_x . Den nationale emissionsopgørelse vi-

ser, at den største kilde til NO_x emission i Danmark er vejtransport efterfulgt af andre mobile kilder og forbrændingsprocesser i energisektoren hovedsageligt fra el- og varmeproduktion. Andre kilder er ikke-industrielle forbrændingsenheder (gasolie, naturgas, træ) til boligopvarmning i private hjem, samt forbrændingsprocesser i industrien (Nielsen et al., 2010). Danske og udenlandske NO_x kilder bidrager hver med omkring halvdelen til den regionale baggrundskoncentration af NO_2 (Ellermann et al., 2010a)

Bybaggrundsbidraget er bestemt af NO_x kilder i byen. I større byer som Odense er kilderne næsten udelukkende vejtrafik, og bidraget herfra er bestemt af byens udstrækning og trafikthed.

Vejbidraget stammer fra trafikken, og afhænger af trafikmængde, køretøjssammensætning og hastighed.

For NO_2 er det regionale bidrag relativt lavt, bybaggrundsbidraget betydeligt, og vejbidraget størst.

2.4 Spredning

Trafikken på motorveje og øvrige veje i det åbne land kan være betydelig, men luftforureningsniveauerne er forholdsvis lave, fordi der typisk er gode spredningsforhold. Ved åbne vejstrækninger i det åbne land er forureningen lavere ved samme trafikmængder end i lukkede gaderum i byerne. Dels er der mere blæst, da der ikke er læ fra bygninger mv., og dels bliver den forurenede luft hurtigt transporteret væk fra vejen og ikke recirkuleret som i lukkede gaderum i byerne. Når vinden blæser på tværs af en åben vejstrækning, finder man de højeste koncentrationer ved vejkanterne, nedstrøms. Derefter vil forureningen aftage gradvist efterhånden som den blandes med den renere baggrundsluft. Luftforureningen aftager hurtigt med afstanden fra vejen, se Figur 2.2.



Figur 2.2. Luftforureningen fra en vej i det åbne land aftager hurtigt med afstanden pga. fortynding.

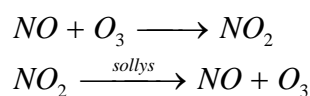
2.5 Kemisk omdannelse

Forureningskomponenterne i atmosfæren indgår i en mangfoldighed af kemiske reaktioner, men der er en stor forskel på, hvilken betydning de har for forskellige forureningsfænomener. For forureningen, som bliver transporteret over store afstande, og hvor transporttiden regnes i dage, er der mange kemiske processer, som er af en vital betydning. Eksempelvis omdannes kvælstofoxider til salpetersyre, som igen ved reaktion med ammoniak danner ammoniumnitrat. De fleste af sådanne processer

er dog relativt langsomme, de foregår på en tidsskala af timer eller dage, og er derfor uden betydning for, hvad der foregår tæt på en motorvej.

Hvis man betragter et konsekvensområde på nogle få hundrede meter langs en motorvej vil det kun være reaktioner mellem NO, ozon og NO₂, som kan foregå inden for den tid, det tager en luftpakke at blive transporteret over disse afstande.

Bilernes udstødningsgasser indeholder en blanding af kvælstofoxider, som hovedsageligt består af NO og NO₂. Indholdet af NO₂ i udstødningsgasserne for bilparken i 2010 er omkring 18 % af summen af NO og NO₂, som betegnes NO_x. Forholdet mellem NO₂ og NO_x-koncentrationerne i luften er som regel betydeligt højere end i udstødningsgasserne. Det skyldes, at luften indeholder en anden forureningskomponent, ozon (O₃), som ret hurtigt reagerer med NO og omdanner denne til NO₂. De relevante kemiske reaktioner kan lidt forenklet skrives som følgende:



Den anden reaktion (fotolyse af NO₂) indeholder faktisk nogle mellemtrin, men de er uden praktisk betydning for det endelige resultat.

Det vigtigste er, at mængden af NO₂ i luften i høj grad er afhængig af tilstedeværelsen af ozon. Da koncentrationen af NO på en motorvej, som regel er betydeligt højere end ozonkoncentrationen i luften, er det ozonen som er bestemmende for koncentrationen af NO₂. Som konsekvens af dette ses, at NO₂-koncentrationen i luften varierer meget mindre end NO_x-koncentrationen. Koncentrationen af NO_x, som er upåvirket af reaktionen med O₃, varierer nogenlunde i takt med trafikens emissioner. Variationen i NO₂-koncentrationer er derimod betydeligt mindre.

3 Grænseværdier og sundhedseffekter

3.1 Grænseværdier

De danske grænseværdier for luftkvalitet er baseret på EU-direktiver.

I maj 2008 er vedtaget et nyt direktiv (2008/50/EF) om "Luftkvaliteten og renere luft i Europa". Det er en videreførelse af et sæt tidligere EU direktiver, og det erstatter dem næsten. De fastlægger grænseværdier, målværdier og tærskelværdier for forskellige stoffer. Et af de tidligere datterdirektiver (om arsen, cadmium mv.) er stadig i kraft, mens alle øvrige direktiver er erstattet af det nye. For mere detaljeret beskrivelse af grænseværdierne henvises til hjemmesiden <http://www.dmu.dk/luft/stoffer/graensevaerdier/>.

Grænseværdierne er juridisk bindende og fastsættes på et videnskabeligt grundlag med henblik på at undgå, forhindre eller nedsætte de skadelige virkninger på menneskers sundhed og/eller miljøet som helhed. De skal overholdes inden for en given frist, som ikke må overskrides, når grænseværdien er nået. Overholdelse af grænseværdierne sikrer ikke, at der ikke kan forekomme sundhedseffekter ved koncentrationer under grænseværdien. For partikler er der således tale om en risikovurdering, da der ikke formodes at være en nedre grænse for, hvornår udsættelse for partikler ikke fører til sundhedskonsekvenser.

En målværdi har til formål at reducere skadelige virkninger på menneskers sundhed og/eller for miljøet, og skal så vidt muligt nås i løbet af en given periode.

En tærskelværdi for information er et niveau, hvor der er en sundhedsrisiko for mennesker ved kortvarig påvirkning for særlig følsomme befolkningsgrupper, og hvor det er nødvendigt øjeblikkeligt at give relevante oplysninger.

En varslingstærskelværdi er et niveau, hvor tilfælde af overskridelse indebærer en sundhedsrisiko for mennesker ved kortvarig påvirkning af befolkningen som helhed, og hvor medlemsstaterne øjeblikkelig skal træffe foranstaltninger.

I Tabel 3.1 er der en oversigt over grænseværdier, målværdier og tærskelværdier.

Table 3.1. Oversigt over grænseværdier, målværdier og tærskelværdier

Stof	Grænseværdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Midlingstid	Statistik	Beskyttelse af	Skæringsdato
Kvælstofdioxid (NO ₂)	200	1 time	18 gange pr. år	Mennesker	2010
	40	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Kvælstofoxider (NO _x)	30	-	Gennemsnit, år	Vegetation	2010
	350	1 time	24 gange pr. år	Mennesker	2005
Svovldioxid (SO ₂)	125	24 timer	3 gange pr. år	Mennesker	2005
	20		Gennemsnit, år og vinter	Økosystemer	2001
	25 ¹	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Partikler under 2,5 mikrometer (PM _{2.5})	25	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2015
	20 ^a	-	Gennemsnit, år	Mennesker	(2020)
	50	24 timer	35 gange pr. år	Mennesker	2005
Partikler under 10 mikrometer (PM ₁₀)	40	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2005
	0,5	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2005
Bly	0,5	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2005
Benzen	5	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Kulilte (CO)	10.000	8 timer (glidende)	Maks.	Mennesker	2005
Ozon	120 ¹	Maks. 8 timer (glidende)	25 dage pr. år gns. 3 år	Mennesker	2010
	120 ²	Maks. 8 timer (glidende)	1 dage pr. år	Mennesker	2020 (referencepunkt)
	180 ³	1 time	Maks.	Mennesker	2003
	240 ⁴	1 time	Maks. over 3 timer	Mennesker	2003
	18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{timer}$)	AOT40	Maj - juli	Vegetation	2010
	6.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{timer}$)	AOT40	Maj - juli	Vegetation	2020 (referencepunkt)
Arsen ^{1,5}	0,006	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Cadmium ^{1,5}	0,005	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Nikkel ^{1,5}	0,02	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Benz(a)pyren ^{1,5,7}	0,001	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
Kviksølv ⁶	-	-	-	Mennesker	-

Fodnoter: 1) Målværdi 2) Langsigtet målsætning 3) Tærskelværdi for information 4) Tærskelværdi for varsling 5) I PM₁₀ 6) Udviklingen følges 7) Benz(a)pyren anvendes som indikator stof for polyaromatiske kulbrinter (PAH) a) Revideres 2013 på basis ny viden vedrørende sundhedsvirkning og teknisk gennemførlighed.

3.2 Indikatorer for luftforurening i luftkvalitetsvurdering

Trafikkens udslip indeholder en lang række forureninger, som er sundhedsskadelige. Det drejer sig især om partikler, kvælstofoxider, kulilte og en lang række kulbrinter herunder fx benzen og polyaromatiske kulbrinter (PAH). Emissionen af svovldioxid er kraftigt reduceret, da svovlindholdet er meget lavt i brændstoffet. Trafikken bidrager ikke længere til bly pga. blyfri benzin.

Da NO₂ ligger over grænseværdien, og partikler (PM₁₀ og PM_{2,5}) anses for at udgøre den største sundhedsbelastning, er det disse stoffer som luftkvalitetsvurderingen af motorvejsudvidelsen vil fokusere på.

Trafikkens udslip af CO₂ (kuldioxid) er ikke direkte sundhedsskadeligt at indånde, men bidrager til drivhuseffekten og dermed til klimaforandringer, hvor de afledte effekter af klimaforandringer kan have sundhedskonsekvenser, samt en lang række andre negative konsekvenser for samfundet. CO₂ emissionen vil derfor også blive vurderet for motorvejsudvidelsen.

3.3 Sundhedseffekter af luftforurening

Luftforurening med partikler anses for at udgøre den største sundhedsbelastning fra luftforurening. Derfor vil den efterfølgende beskrivelse fokusere på partikler. Andre kritiske stoffer er ozon og til dels NO₂ men også kræftfremkaldende stoffer som benzen og PAH.

3.3.1 Sundhedseffekter og partikler

Der er fortsat usikkerhed omkring omfanget af partikelforureningens sundhedsbelastning, da der er manglende viden om præcis hvilke partikler der forårsager de observerede effekter, og hvad præcist den biologiske virkningsmekanisme er i kroppen. Det meste af vores viden knytter sig til partikler målt som vægten af PM₁₀ og PM_{2,5}, mens der er sparsomme studier, hvor ultrafine partikler er anvendt som mål.

Forskningen viser (Palmgren et al., 2009), at størrelsen og den kemiske sammensætning af partiklerne har indflydelse på sundhedseffekterne. Forskerne vurderer, at de fine partikler (under 2,5 mikrometer) og måske de ultrafine er de farligste typer af partikler. De grove partikler (over 2,5 og under 10 mikrometer) er mindre farlige, da de fanges i kroppens næse og svælg, mens de mindre trænger længere ned i lungerne. De allermindste partikler (ultrafine under 0,1 mikrometer) kan trænge ud i de yderste lungeforgreninger. I sammenligning med de større partikler er der mindre viden om de ultrafine partikler, og dermed også mindre viden og større usikkerhed om deres farlighed. Når man måler antallet af partikler vil langt hovedparten være under 0,1 mikrometer dvs. det som kaldes ultrafine partikler.

Udover partikelstørrelsen har den kemiske sammensætning også betydning, således formodes faste partikler som sod og bremsepartikler at være mere sundhedsskadelige end nukleationspartikler, som er væske dråber.

Som det fremgår af kildebeskrivelsen for partikler er antallet af partikler relateret til udstødningspartiklerne, men det er usikkert hvor farlige disse er. Disse optræder i meget stort antal fx meget små nukleationspartikler med kort levetid, men bidrager meget lidt til massen. Sodpartikler og også bremsepartikler bidrager til massen af PM_{2,5}, mens dæk- og vejslid udgør en væsentlig del af PM₁₀ fra trafikken. Bidraget fra trafikken udgør ikke så stor en del af fx PM_{2,5} koncentrationer i en gade, da den regionale forurening med sekundært dannet PM_{2,5} udgør den største del. Man er således udsat for en meget kompleks sammensætning af partikler med forskellig oprindelse.

Korttidseffekter undersøges ved at undersøge samtidige udsving i helbredseffekter og forurening over tid, mens langtidseffekter undersøges ved at følge en stor velkendt befolkningsgruppe over lang tid. Kort- og langtidseffekter af luftforurening er opsummeret i Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Eksempler på kort- og langtidseffekter af partikelforurening (Palmgren et al., 2009)

Korttidseffekter	Langtidseffekter
<ul style="list-style-type: none"> • Død af hjerte- og lungesygdomme • Indlæggelser for hjerte- og lungesygdomme • Indlæggelser for slagtilfælde • Astmaanfald (voksne og børn) • Bronkitis, nedre luftvejssymptomer, hoste (voksne og børn) • Sygedage (indskrænket aktivitet) • Medicinforbrug (astma) 	<ul style="list-style-type: none"> • Død af hjerte- og lungesygdomme, lungekræft • Nye tilfælde af lungekræft • Nye tilfælde af hjerte- og lungesygdomme • Fosterpåvirkning – nedsat fødselsvægt • Nedsat udvikling af lungefunktion hos børn

Befolkningsundersøgelser af sammenhængen mellem udsættelse for partikelforurening og dødelighed viser således fra amerikanske studier at dødeligheden stiger med 6-7 % ved en stigning i PM_{2,5} på 10 µg/m³. På baggrund af denne type studier kan man vurdere, hvad sundhedsbelastningen er ved forskellige partikelniveauer eller vurdere, hvad effekten er af forskellige tiltag, som reducerer partikelforureningen.

Et dansk forsøg fra 2002 på at opgøre sundhedsbelastningen af PM₁₀ forureningen har vurderet, at der i Danmark årligt er omkring 5.000 for tidlige dødsfald, omkring 5.000 hospitalsindlæggelser, omkring 5.000 tilfælde af kronisk bronkitis, omkring 17.000 tilfælde af akut bronkitis, omkring 200.000 astmatilfælde og omkring 3 millioner sygedage (indskrænket aktivitet) (Raaschou-Nielsen et al., 2002). Dette var baseret på at den danske befolkning skønnes at være udsat for en gennemsnitlig eksponering på ca. 22 µg/m³ PM₁₀, hvoraf ca. en tredjedel skyldes naturligt skabte partikler.

Embedslægeinstitutionerne i Københavnsområdet har i en vurdering i 1999 skønnet at 100 - 280 tidlige dødsfald, og 190-540 ekstra hospital-sindlæggelser per år i Storkøbenhavn kan tilskrives PM₁₀ forurening (Stadslægen 1999).

Miljøstyrelsen anvendte i 1997 et risikoestimat baseret på befolkningsstudier og fandt, at en partikelreduktion med ca. 10 µg/m³ PM₁₀ vil medføre et fald i den årlige dødelighed på 120 til 720 personer per million (Larsen et al., 1997).

I Miljøtilstandsrapporten fra 2009 er det skønnet at ca. 3.400 danskere om året dør før tid som følge af luftforurening med partikler, og at den forventede levetid reduceres med 6-9 måneder som følge af udsættelse for PM_{2.5} (Normander et al., 2009).

Særlige risikogrupper er personer, som i forvejen lider af lunge- og hjertekarsygdomme, ældre svagelige, fostre og børn, samt personer som er udsat for forhøjede koncentrationer fx i forbindelse med stærkt trafikerede gader.

4 Metode for beregning af luftkvalitet og CO₂ emission

Dette kapitel giver en kort beskrivelse af OML-Highway modellen, som anvendes til beregning af luftkvaliteten langs med motorvejen. Endvidere beskrives de forudsætninger omkring input data, som er lagt til grund for beregningerne af luftkvaliteten langs motorvejen ved Odense.

4.1 OML-Highway

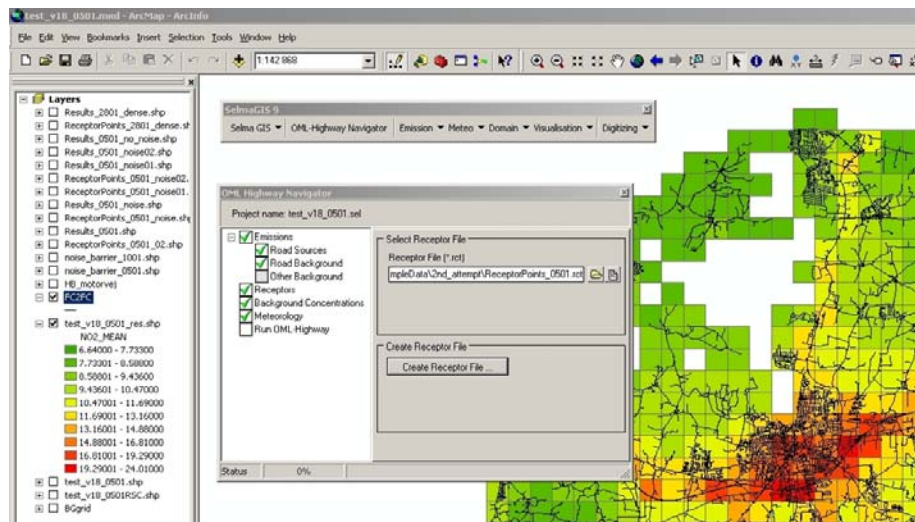
OML-Highway er en ny GIS-baseret brugervenlig luftkvalitetsmodel for motorveje og andre veje i åbent terræn (Jensen et al., 2010a, b, c). Modellen er udviklet for Vejdirektoratet af DMU i samarbejde med det tyske firma Lohmeyer. Modellen er i stand til at beregne luftkvaliteten langs motorveje, landeveje og øvrige veje i åbent terræn. Modellen kan bl.a. bruges til at give et bedre informationsgrundlag om emissionsforhold og luftkvalitet i forbindelse med VVM-vurderinger. OML-Highway modellen kan endvidere modellere effekten for luftkvaliteten af støjskærme/volde.

OML-Highway modellen er blevet valideret med god overensstemmelse mellem målinger og beregningsresultater langs to motorveje i Danmark (Køge Bugt Motorvejen og Holbækmotorvejen) samt på data fra en norsk motorvej.

GIS-baseret brugerflade

OML-Highway er en spredningsmodel specielt udviklet til at beskrive spredning af luftforurening langs med veje i det åbne terræn. OML-Highway er baseret på DMU's OML model, som bl.a. benyttes til vurdering af luftkvalitet fra punktkilder i forbindelse med miljøgodkendelser. OML-Highway er en modificeret version af OML modellen, hvor den tager hensyn til forholdene for veje i åbent terræn ved at integrere og videreudvikle en beskrivelse af trafikskabt turbulens, som stammer fra gade-luftkvalitetsmodellen, Operational Street Pollution Model (OSPM).

OML-Highway har en let tilgængelig brugerflade baseret på Geografiske Informationssystemer (GIS), se Figur 4.1.



Figur 4.1. Hovedmenuerne i brugerfladen til OML-Highway samt eksempel på en dialogboks i brugerfladen til OML-Highway.

OML-Highway er blevet integreret i SELMA^{GIS}, som er udviklet af det tyske firma Lohmeyer. SELMA^{GIS} er et kommercielt værktøj til modellering og visualisering af luftkvalitet og indeholder bl.a. flere tyske luftkvalitetsmodeller. SELMA^{GIS} er baseret på ESRI's ArcGISTM, som er et standard GIS program. ArcGISTM muliggør programmering af såkaldte extensions, således at man kan tilføje sin egen brugerflade til ArcGISTM. SELMA^{GIS} med OML-Highway modellen er programmeret som en sådan udvidelse.

Anvendelsesmuligheder

Der er en række anvendelsesmuligheder af OML-Highway modellen:

- *VVM-vurdering* – forbedring af informationsgrundlaget om emission og luftkvalitet i forbindelse med VVM-vurderinger af nye større vej-anlæg eller væsentlige ændringer af eksisterende større veje.
- *Systematisk kortlægning* - af luftkvalitet og befolkningseksponering og sammenligning med grænseværdier for luftkvalitet
- *Hvad-nu-hvis scenarier* – beregning af luftkvalitet under forskellige forudsætninger fx alternative linjeføringer, etablering af støjskærme, ændringer i trafikniveau, ændringer i trafiksammensætning, ændrede emissionsforhold mv.

Egenskaber

Brugergrænsefladen i GIS er opbygget således, at der kun behøves få input data for at kunne køre en kompleks model som OML-Highway. Modellen tager sig af mange mellemliggende beregninger og omformateringer af data input.

Koblingen af OML-Highway med GIS er en kombination, der gør det muligt at bruge GIS til at udvælge, visualisere og analysere input og output data. På grund af GIS er det også nemt at oprette beregningspunkter langs veje, og koble input og output data med øvrige data som fx luftfotos, bygningsomrids, befolkningsdata mv. GIS giver også en stor fleksibilitet i håndtering af data fx til at udvælge beregnings- og bag-

grundsveje, fastsætte beregningspunkter og danne gitternet til emissionsberegninger.

Den indeholder også rutiner, som gør det nemt at generere emissionsdata fra trafikken.

4.2 Input og output

Input data

Modellen kræver et digitalt vejnet med trafikdata, hvorefter modellen automatisk kan generere emissionsdata ud fra det indbyggede emissionsmodul (COPERT IV), som er det samme som i OSPM.

Det digitale vejnet skal opdeles i beregningsveje og baggrundsveje. Beregningsveje er veje, som i modellen underopdeles i små arealkilder, som repræsenterer emissionen på vejen. Beregningsvejene er typisk de veje, hvor man ønsker at beregne koncentrationer i forskellige afstande af vejen. Baggrundsveje er alle øvrige veje. Baggrundsvejene bidrager til bybaggrundsbidraget. For at estimere emissionen på baggrundsvejene dannes et gitternet (fx 1km x 1km) over et så stort område at det væsentligste emissionsbidrag fra baggrundsvejene kommer med. I beregningen af koncentrationen på et givent sted indgår såvel beregnings- som baggrundsveje.

OML-Highway forudsætter input af meteorologiske data i et bestemt format. Meteorologiske data kan genereres vha. OML meteorologiske preprocessor ud fra landbaserede meteorologiske måledata og meteorologiske måledata opsamlet op igennem atmosfæren. Data kan også være modellerede data med en meteorologisk model. Da det kræver ekspertviden at generere dette, er der også implementeret en beregningsrutine som genererer tilnærmede meteorologiske data alene ud fra almindeligt tilgængelige, landbaserede meteorologiske data. Beregningerne i OML-Highway foregår time for time for en længere periode, fx for et år for beregning af en årsmiddelværdi.

OML-Highway modellen kræver også input omkring de regionale baggrundskoncentrationer.

Modellen indeholder beregningsformler, der gør det muligt at modellere effekten af støjskærme/volde på spredningen af luftforureningen. Højden og placering af støjskærme/volde skal kendes.

Man skal specificere beregningspunkter dvs. de punkter, hvor man ønsker at foretage luftkvalitetsberegninger. Der er en række værktøjer implementeret i brugerfladen, som gør det let at generere disse fx langs beregningsvejen i forskellige afstande.

Output

Modellen kan beregne koncentrationer af følgende stoffer: NO_x, NO₂, O₃, antal partikler, PM_{2.5} og PM₁₀ samt kulilte (CO) og benzen. Ud over de sundhedsrelaterede luftforureninger beregnes også CO₂ emission ud fra brændstofsforbrug. OML-Highway inkluderer således simpel fotokemi, og kan beregne koncentrationen af kvælstofdioxid (NO₂), hvor der indgår kemisk omdannelse mellem NO, NO₂ og O₃.

Emissioner af følgende stoffer kan beregnes med OML-Highway: NO_x, NO₂, PM udstødning, PM_{2.5}, PM₁₀, CO og benzen. Emissionerne for SO₂ (svovldioxid) og VOC (kulbrinter) indgår ikke i emissionsmodulet til OML-Highway, og er derfor beregnet på følgende forenkede måde. Ud fra emissionsfaktorer fra den nationale emissionsopgørelse for køretøjskategorierne og køretøjs sammensætning på den eksisterende motorvejsstrækning over Limfjorden er den gennemsnitlige emissionsfaktor beregnet for NO_x, SO₂ og VOC i 2010 (anvendt for 2009) og 2020. I 2010 udgør SO₂ 0,12 % af NO_x og VOC 6,5 % af NO_x. I 2020 udgør SO₂ 0,31 % af NO_x og VOC 4,7 % af NO_x. Disse forholdstal er anvendt til at beregne total emission af SO₂ og VOC ud fra den beregnede NO_x emission.

4.3 CO₂ emission

OML-Highway beregner CO₂ emissionen ud fra brændstofsforbruget. Brændstofsforbruget er en del af emissionsmodellen COPERT IV, som er integreret i OML-Highway. COPERT IV har brændstofsforbruget knyttet til de forskellige Euroemissionsklasser, men COPERT IV har det problem, at de nyere emissionsklasser ifølge modellen stort set ikke har lavere brændstofsforbrug end ældre emissionsnormer. Det betyder, at der er meget lidt udvikling i energieffektivitet i COPERT frem mod 2020, hvilket ikke er sandsynligt.

Beregning af udviklingen i CO₂ emissionen er derfor baseret på Energistyrelsen fremskrivning af energiforbruget for vejtransport (Energistyrelsen 2010). I Energistyrelsens forudsigtelse af udviklingen i køretøjernes energieffektivitet er det antaget, at den vedtagne EU-forordning om personbilers CO₂-udledninger slår fuldt igennem på det danske nybilsalg, således at de nyregistrerede personbiler i Danmark i gennemsnit vil leve op til målsætningen om max. 130 gram CO₂ udledt pr. kørt km i 2015 (EU 2009). Efter 2015 antages udviklingen i den gennemsnitlige energieffektivitet i nybilsalg at være mere afdæmpet med gennemsnitlig 0,4 pct. årligt. For varebiler antages forbedring af energieffektiviteten med den halve takt af den for personbiler. Det skyldes, at der endnu ikke er vedtaget en forordning for energieffektiviteten i varebiler.

Betydningen af implementering af forordningens målsætning på det danske nybilsalg har Energistyrelsen estimeret i en simpel model for udviklingen i den danske bilpark. Dette fører til årlige effektivitetsforbedringer på gennemsnitlig 1,55 pct. i perioden 2009-2020, som toppe i 2015, hvor den gennemsnitlige effektivitet forøges med 1,78 pct. Til sammenligning har personbilers energieffektivitet været nogenlunde uændret historisk set over en længere årrække, blandt andet fordi den teknologiske udvikling er blevet modsvaret af en tendens til køb af større biler. Siden 2000 er energieffektiviteten imidlertid forbedret med ca. 1 pct. årligt.

I Energistyrelsens vurdering af energieffektiviteten antages ikke en nævneværdig indfasning af elbiler i basisscenariet, og andelen af biobrændstoffer forudsættes at stige gradvist til 5,75 pct. i 2012 i overensstemmelse med den politiske aftale på området.

I beregningerne for CO₂ emissions antages derfor en årlig gns. energieffektivitet på 1,55 % for perioden 2008-2020, se Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Udvikling i energieffektivitet for bilparken

Årstal	Indeks
2008	100
2009	98
2010	97
2011	95
2012	94
2013	92
2014	91
2015	90
2016	88
2017	87
2018	86
2019	84
2020	83

Energi og dermed CO₂ emissionen pr. gns. køretøj reduceres med 17 % fra 2008 til 2020.

I de forskellige scenarier beregnes CO₂ emissionen ud fra trafikarbejdet og energieffektiviteten vist i ovenstående Tabel 4.1.

4.4 Forudsætninger for eksisterende forhold og forslag for Odense Syd

Eksisterende forhold og forslag for Odense Syd

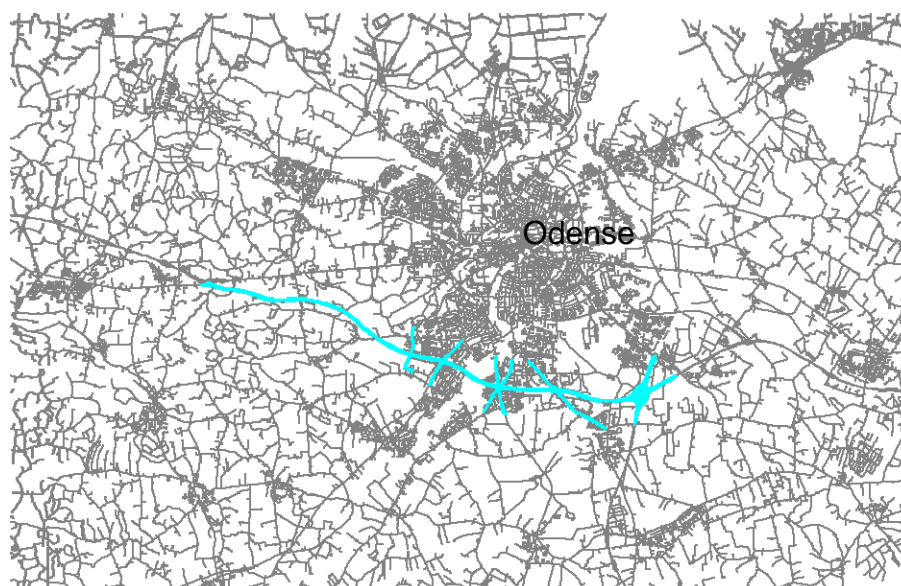
Beregninger er gennemført for tre scenarier: Basis 2008, basis 2020 og forslag 2020. Basis 2008 er de eksisterende forhold i 2008 og basis 2020 er de eksisterende forhold i 2020, også benævnt 0-alternativer. I 0-alternativet er trafikken fremskrevet til 2020. Forslag 2020 er forslaget om udvidelse af motorvejen syd om Odense fra 2 til 3 spor i hver retning.

Beregningshøjden er 2 m over terræn.

Vejnettet

Motorvejstrækningen syd om Odense og tilstødende berørte vejstrækninger er leveret af COWI som et digitalt vejnet med strækningsnøgler, som gør det muligt at koble vejnettet til trafikdata for eksisterende forhold og til trafikmodel data for 2020 for hhv. basis og motorvejsudvidelsen.

Motorvejen kaldes i OML-Highway terminologi for beregningsvejen, da beregningerne af luftkvalitet foretages langs med denne vej. Øvrige veje i Odense bidrager også til luftforureningen langs motorvejen, og disse veje kaldes baggrundsvejnettet, se Figur 4.2.



Figur 4.2. Beregningsveje (blå) og baggrundsveje (grå)

Trafikdata

Trafikoplysninger fra COWI omfatter: årsdøgntrafik (ÅDT), tungtrafik andel (lastbiler og busser), og gennemsnitshastighed.

Tabel 4.2 viser den gennemsnitlige trafikdata for basis 2008, basis 2020 og hovedforslag 2020 for motorvejsstrækningen. Det ses, at trafikken stiger fra 2008 til 2020. Forslaget med motorudvidelsen i 2020 vil give flere lette og tunge køretøjer og lidt højere hastighed end i basis i 2020, da kapaciteten på motorvejen øges.

Tabel 4.2. Gennemsnitlig trafikdata for basis 2008, basis 2020 og hovedforslag 2020

	ÅDT (antal køretø- jer/døgn)	Tung trafik (an- tal/døgn)	Tung trafik (%)	Gns. hastighed (km/t)	Trafikarbej- de (mio. vogn km/år)
Basis 2008	21175	2480	11,7	113	285
Basis 2020	29613	3323	11,2	110	396
Hovedforslag 2020	30771	3377	11,0	113	411
Som indeks med udgangspunkt i Basis 2008					
Basis 2008	72	75	104	103	72
Basis 2020	100	100	100	100	100
Hovedforslag 2020	104	102	98	103	104
Årlig trafikvækst (%)	3,1	2,6			
Trafikvækst som indeks basis 2008 til basis 2020	140	134			

Trafikdata for beregningsvejen

Ud over disse oplysninger kræver OML-Highway også en mere detaljeret beskrivelse af køretøjsfordelingen og køretøjsgruppernes døgnvariation for at kunne beregne emissionen time for time.

Køretøjsfordelingen skal i OML-Highway beskrives som personbiler, varebiler, lastbiler < 32t, lastbiler > 32t samt busser.

DMU har modtaget manuelle tællinger fra Vejdirektoratet fra et sted på motorvejsstrækningen mellem tilslutningsanlæg 47 og 49 (26.08.2009 og 28.04.2010). Herudfra er beregnet en gennemsnitlig køretøjsfordeling for motorvejen: personbiler (79,2 %), varebiler (8,8 %), lastbiler < 32t (2,1 %), lastbiler > 32t (9,1 %) samt busser (0,4 %).

For hvert vejsegment på motorvejsstrækningen kan ÅDT og tung trafik andel variere, og OML-Highway beregner for hver vejstrækning antallet af personbiler, varebiler, lastbiler < 32t, lastbiler > 32t samt busser ud fra ovenstående fordelingsnøgle for køretøjssammensætningen. Eksempelvis vægtes den tunge trafik i forholdet 2,1 : 9,1 : 0,4 for at beregne antal lastbiler < 32t, lastbiler > 32t samt busser.

De manuelle tællinger giver også døgnfordeling for de forskellige køretøjsgrupper i perioden kl. 6-18. Denne fordeling er sammenlignet med otte eksisterende døgnfordelinger for byveje i OSPM modellen, og den der matchede bedst er anvendt (Type B). Denne standard døgnfordeling beskriver døgnfordeling for de forskellige køretøjsgrupper for mandage til torsdage, fredage, lørdage, og søndage og yderligere opdelt på juli og øvrige måneder.

Trafikdata for baggrundsveje

Baggrundsvejene er baseret på DMU's GIS-baserede vej- og trafikdatabase (Jensen et al., 2009). Dette datasæt indeholder ÅDT for forskellige år 1960-2005, hastighed og døgnfordelingstype. OML-Highway kræver en specificering af en mere detaljeret køretøjsfordeling samt hastigheder for lette og tunge køretøjer. Dette data er baseret på typiske værdier herfor givet i Miljøstyrelsens vejledning for støjkortlægning og støjhandlingsplaner (Miljøstyrelsen 2006), som er relateret til de vejtyper, som vej- og trafikdatabase opererer med, se Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Standardværdier for køretøjsfordeling og hastigheder for baggrundsveje i OML-Highway

Vejtype	Personbil	Varebil	Lastbiler	Busser	Hastighed - lette køretø- jer	Hastighed -tunge køretøjer
Motorvej	0,75	0,10	0,15	0,00	120	90
Motortrafikvej	0,75	0,10	0,15	0,00	85	75
Vej > 6 m	0,78	0,12	0,08	0,02	70	65
Vej 3- 6 m	0,83	0,12	0,03	0,02	50	50
Andre veje	1,00	0,00	0,00	0,00	35	35

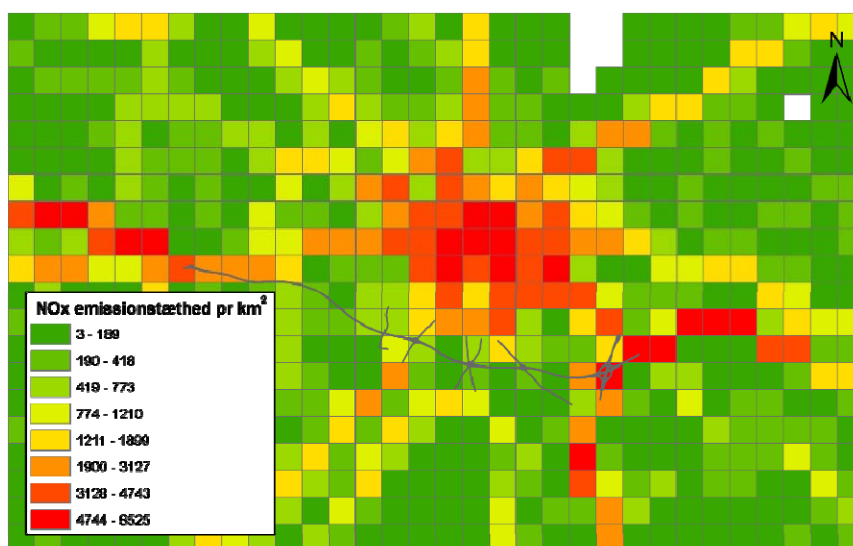
Emissionsdata

For beregningsvejen som udgøres af motorvejsstrækningen beregner OML-Highway emissionen ved at underopdele beregningsvejen i små arealkilder, som repræsenterer emissionen på vejen, se Figur 4.3.



Figur 4.3. Eksempel på NO_x emissionstæthed pr. km for udsnit af beregningsvejen. Basis 2020 med enheden kg/år/m. De små vejstumper i rundkørslen, som har høj emissionstæthed er en mindre fejl i modellen uden betydning for det samlede resultatet. Det skyldes, at vejbredden her bliver længere end længden af vejstykket.

Emissionsbidraget fra baggrundsvejene beregnes ud fra et gitternet på 1km x 1km, som er lagt ned over området således at hele beregningsvejen og et stort område med baggrundsveje er med, se Figur 4.4.



Figur 4.4. Eksempel på NO_x emissionstæthed pr. km² kun for baggrundsveje for basis 2020. Enhed kg/år.

Der indgår ikke emissionsbidrag fra andre kilder end vejtrafik fx industri og brændeovne.

Regionale baggrundskoncentrationer

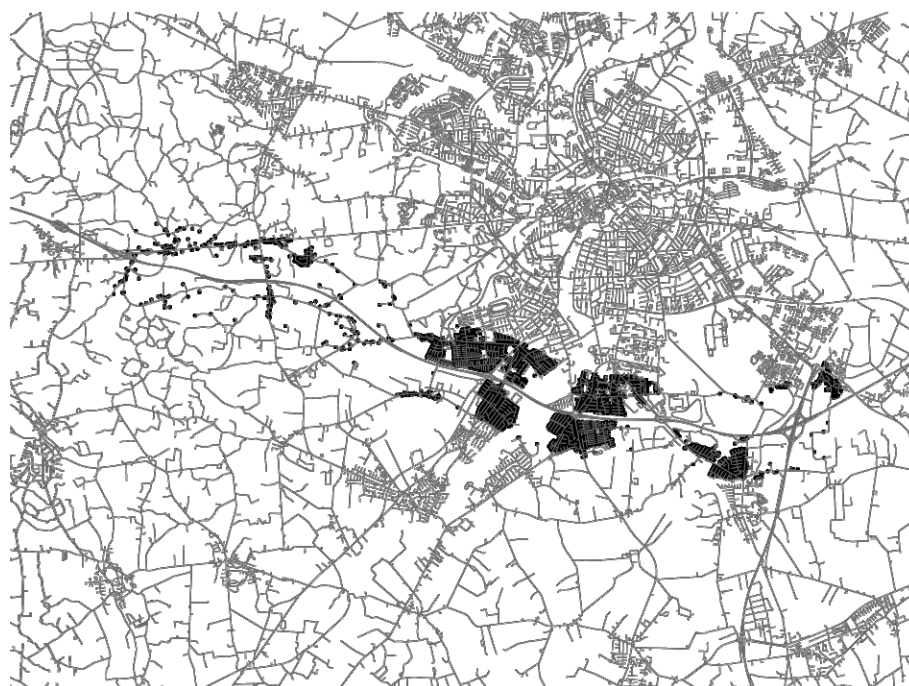
Regionale baggrundskoncentrationer fra 2008 stammer fra måledata fra Keldsnor, som ligger på sydspidsen af Langeland. Denne målestation er repræsentativ for den regionale baggrundskoncentration for Odense. Data indeholder en tidsserie med timeværdier for NO_x , NO_2 og O_3 , som er nødvendigt for at kunne beregne NO_2 koncentrationen. Det regionale niveau er $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2008. For $\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10} er anvendt en gennemsnitsværdi, da de ikke indgår i kemisk omdannelse på den tidsskala som betragtes. $\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10} er forudsat at være hhv. $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er i beregningerne forudsat at disse niveauer ikke ændres frem til 2020 selvom der kan forventes en svagt faldende tendens for regional baggrund pga. reduktion i danske og europæiske emissioner.

Meteorologiske data

Meteorologiske data fra 2008 stammer fra den meteorologiske model MM5 fra et sted som er repræsentativt for Odense. De modellerede meteorologiske data indeholder alle de parametre som OML-Highway modellen kræver (vindhastighed, vindretning, grænselagshøjde mv.) men undtagen global stråling. Global stråling er taget fra bybaggrundsstationen i Odense under overvågningsprogrammet for luftforurening i Danmark under Det nationale overvågningsprogram for natur og vandmiljø (NOVANA).

Boligoplysninger

Alle boliger, og øvrige bygninger med boliglignende ophold, indgår i antallet af støjbelastede boliger, og indgår derfor også i opgørelsen af boliger udsat for luftforurening. På samme måde som for støj indgår alle boliger beliggende inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejsudvidelsen (Figur 4.5).



Figur 4.5. Beliggenhed af boliger langs med motorvejsudvidelsen i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

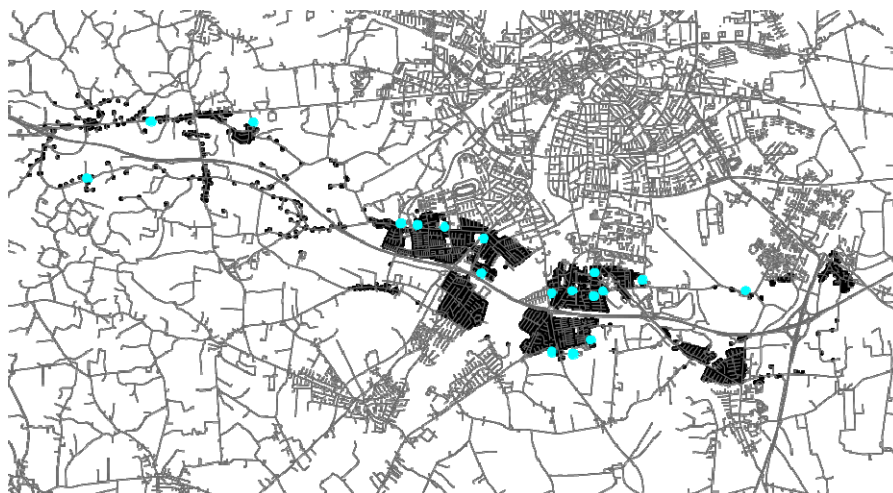
Boligoplysninger er baseret på Bygnings- og Boligregisteret (BBR) og de boligtyper som indgår ses i Tabel 4.4. Feriebygninger, kolonihaver og anden fritidsbebyggelse indgår ikke i antallet af støj- og luftforureningsbelastede boliger, men der skal foretages en særskilt vurdering heraf.

Da der for en given adresse kan være flere boligenheder (fx ved etageboliger) tælles antal boliger som antal boligenheder. Som det fremgår, er der 5.537 steder med i alt 8.276 boliger.

Tabel 4.4. Boligtyper som indgår i antal støj- og luftforureningsbelastede boliger

Anvendelseskode i BBR	Kort beskrivelse	Indgår i antal støj- og luftforureningsbelastede boliger	Belyses særskilt	Antal gange anvendelseskode optræder	Antal boligenheder
110	Stuehus	X		93	94
120	Parcelhus	X		3744	3745
130	Række/kædehus	X		1507	2339
140	Etagebolig	X		121	1674
150	Kollegium	X		29	175
160	Døgninstitution	X		4	213
190	And. helårsbolig	X		12	15
510	Sommerhus	X		0	0
520	Feriebygning		X	10	8
540	Kolonihavehus		X	0	0
590	Anden fritidsbygning		X	17	13
I alt				5537	8276

Der er i alt 21 ferieboliger, som ikke indgår i optælling af støj- og luftforureningsbelastede boliger. Placering af disse ferieboliger er vist i Figur 4.6. Kun en af disse ferieboliger ligger tæt på motorvejen.



Figur 4.6. Placering af 21 ferieboliger langs motorvejen (blå prikker).

5 Luftkvalitetsvurdering af eksisterende forhold og forslag

5.1 Basis 2008 – Eksisterende forhold i 2008

Sammenligning af målte og beregnede koncentrationer

Der foreligger ikke målinger af luftkvaliteten langs motorvejen ved Odense, som kunne anvendes til at validere beregningsresultaterne.

For at checke modellen, er beregninger derfor gennemført for bybaggrundsstationen beliggende centralt i Odense by. Målestationen indgår i overvågningsprogrammet for luftforurening i Danmark under Det nationale overvågningsprogram for natur og vandmiljø (NOVANA). Den er placeret på taget af Odense Rådhus og beregningerne er derfor gennemført i 20 meters højde for at modsvare tagniveau (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Sammenligning af målte og beregnede koncentrationer for bybaggrund i Odense for 2008 (årsmiddelværdi)

Lokalitet	NO _x (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)
Målt regional baggrund (Keldsnor)	10	9	58
Målt bybaggrund (Odense)	22	16	53
Beregnet bybaggrund (Odense)	20	17	52
Beregnet/målt	0,90	1,05	0,98

Det ses, at OML-Highway overestimerer NO₂ koncentration med kun 5 %, og underestimerer NO_x koncentrationen med 10 % og O₃ koncentrationen med 2 %.

Det ses, endvidere at bybaggrundsbidraget fra trafikken er 7 µg/m³ som oven på det regionale bidrag på 9 µg/m³ giver i alt 16 µg/m³ i bybaggrund.

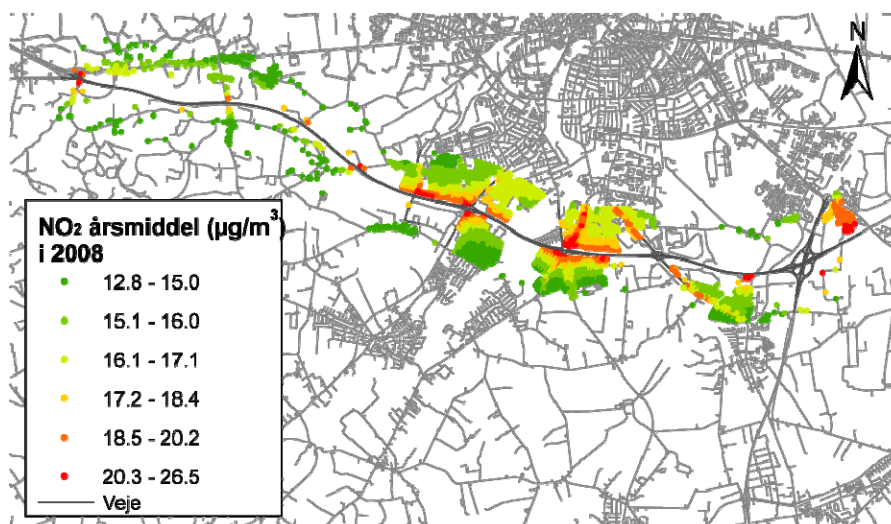
Da modellen giver god overensstemmelse med målinger udelukkende med trafik som lokal kilde er det en indikation af at andre kilder bidrager lidt til NO₂ koncentrationen centralt i Odense.

Der foreligger ikke målinger af PM_{2,5} og PM₁₀ for denne målestation.

Luftkvalitetsvurdering i 2008

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2008 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.1. Som forventet er koncentrationerne højest tættest ved motorvejen, hvorefter de aftager med afstanden fra motorvejen. Højere koncentrationer findes også langs de trafikerede tilstødende veje.

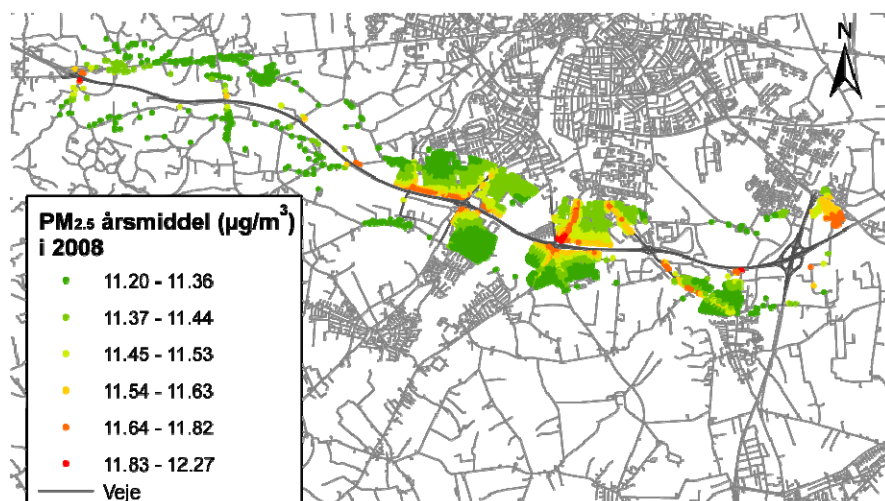
De højeste koncentrationer er ved boliger, som ligger i en afstand af omkring 85 m fra motorvejen ved et tilslutningsanlæg, hvor de også er udsat for luftforurening fra tilstødende veje. De højeste koncentrationer på 26,5 µg/m³ er under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er omkring tre gange højere end det regionale baggrunds niveau på 8,6 µg/m³.



Figur 5.1. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2008 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM_{2.5} koncentrationsniveauerne i 2008 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.2. Den geografiske fordeling er som NO₂, men i forhold til NO₂ er der mindre variation i niveauerne for PM_{2.5}, idet der er mindre forskel på de højeste og laveste niveauer.

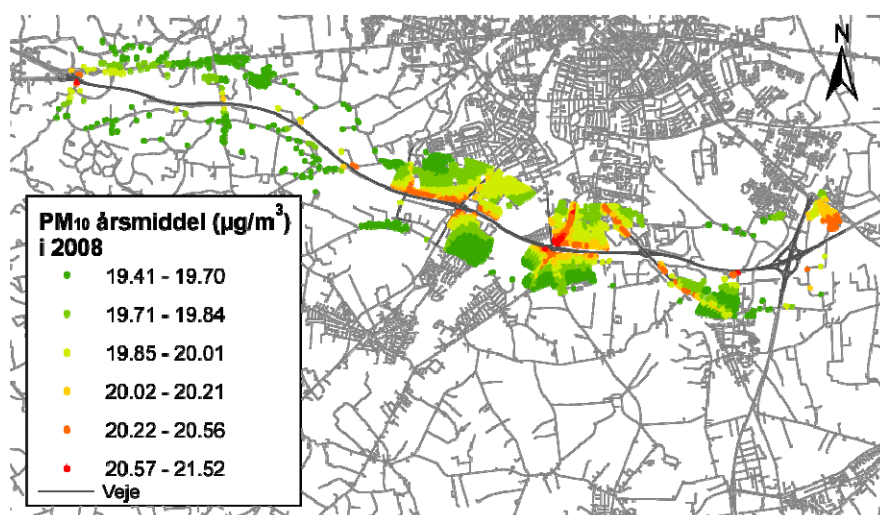
De højeste koncentrationer på 12,3 µg/m³ er under grænseværdien på 25 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrundsniveau på 11 µg/m³.



Figur 5.2. Årsmiddelkoncentrationen af PM_{2.5} i 2008 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM₁₀ koncentrationsniveauerne i 2008 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.3. Den geografiske fordeling er som PM_{2.5}.

De højeste koncentrationer på 21,5 µg/m³ er under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrundsniveau på 19 µg/m³.



Figur 5.3. Årsmiddelkoncentrationen af PM₁₀ i 2008 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

Antal boliger belastet med luftforurening i 2008

Antallet af boliger belastet med luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen er vist i nedenstående tabeller for hhv. NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀ i 2008 (Tabel 5.2, Tabel 5.3, Tabel 5.4).

Tabel 5.2. Antallet af boliger belastet med NO₂ luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2008

Helårsboliger:	12,5-15,0 (µg/m³)	15,0-17,5 (µg/m³)	17,5-20,0 (µg/m³)	20,0-22,5 (µg/m³)	22,5-26,5 (µg/m³)	Total
Stuehus	55	30	7	1	1	94
Parcelhus	765	2273	590	105	12	3745
Række/kædehus	386	1378	528	47		2339
Etagebolig	16	1404	252	2		1674
Kollegium		175				175
Døgninstitution	10	203				213
And. helårsbolig	7	7	1			15
Total	1239	5470	1378	155	13	8255

Ferieboliger:	12,5-15,0 (µg/m³)	15,0-17,5 (µg/m³)	17,5-20,0 (µg/m³)	20,0-22,5 (µg/m³)	22,5-26,5 (µg/m³)	Total
Feriebygning	1	7				8
And. fritidsbygning	2	9	2			13
Total	3	16	2	0	0	21

Tabel 5.3. Antallet af boliger belastet med PM_{2,5} luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2008

Helårsboliger:	11,00-11,25 (µg/m³)	11,25-11,50 (µg/m³)	11,5-11,75 (µg/m³)	11,75-12,00 (µg/m³)	12,00-12,25 (µg/m³)	12,25-12,5 (µg/m³)	Total
Stuehus	20	68	5	1			94
Parcelhus	30	3031	634	43	6	1	3745
Række/kædehus		1818	518	3			2339
Etagebolig		1485	187	2			1674
Kollegium		175					175
Døgninstitution		213					213
And. helårsbolig	2	13					15
Total	52	6803	1344	49	6	1	8255

Ferieboliger:	11,00-11,25 (µg/m³)	11,25-11,50 (µg/m³)	11,5-11,75 (µg/m³)	11,75-12,00 (µg/m³)	12,00-12,25 (µg/m³)	12,25-12,5 (µg/m³)	Total
Feriebygning	1	7					8
And. fritidsbygning		11	2				13
Total	1	18	2	0	0	0	21

Tabel 5.4. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2008

Helårsboliger:	19,0-19,5 (µg/m³)	19,5-20,0 (µg/m³)	20,0-20,5 (µg/m³)	20,5-21,0 (µg/m³)	21,0-21,5 (µg/m³)	21,5-22,0 (µg/m³)	Total
Stuehus	20	69	4	1			94
Parcelhus	29	3001	659	49	6	1	3745
Række/kædehus		1808	528	3			2339
Etagebolig		1424	248	2			1674
Kollegium		175					175
Døgninstitution		213					213
And. helårsbolig	1	14					15
Total	50	6704	1439	55	6	1	8255

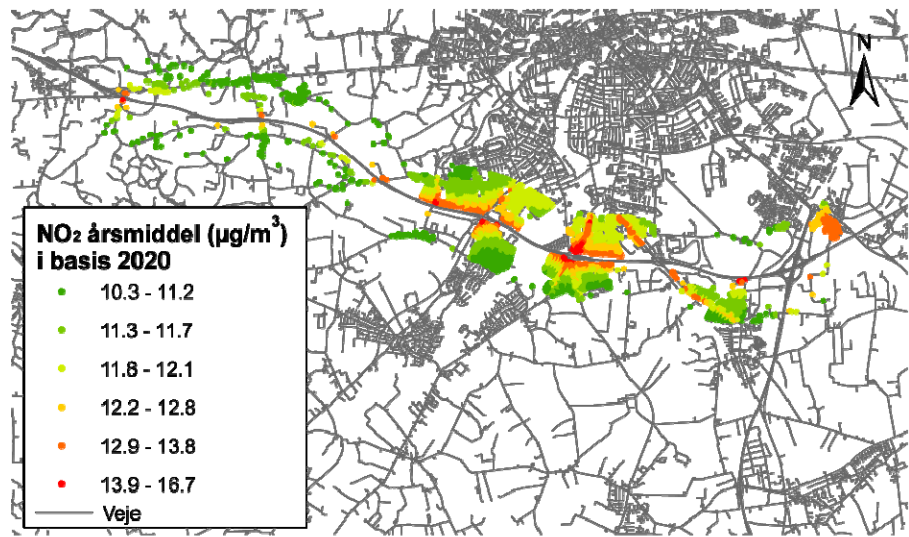
Ferieboliger:	19,0-19,5 (µg/m³)	19,5-20,0 (µg/m³)	20,0-20,5 (µg/m³)	20,5-21,0 (µg/m³)	21,0-21,5 (µg/m³)	21,5-22,0 (µg/m³)	Total
Feriebygning	1	7					8
And. fritidsbygning		11	2				13
Total	1	18	2	0	0	0	21

5.2 Basis 2020 – Eksisterende forhold i 2020

Luftkvalitetsvurdering i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne i basis 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.4. Den geografiske fordeling af koncentrationerne er den samme som i 2008, men niveauerne er væsentligt lavere.

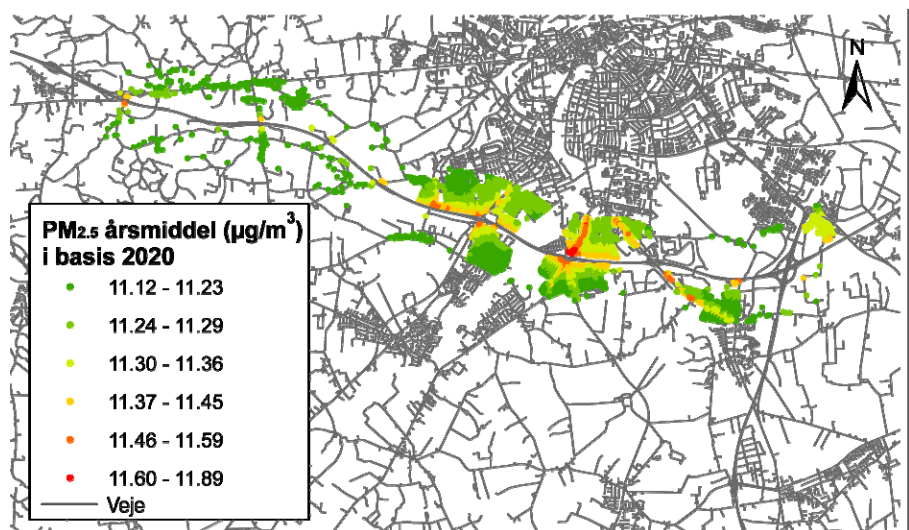
De højeste koncentrationer i 2020 er 16,6 µg/m³ i forhold til de højeste koncentrationer i 2008 på 26,5 µg/m³. Niveaulet er langt under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er omkring dobbelt så høje som det regionale baggrundsniveau på 8,6 µg/m³.



Figur 5.4. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i basis 2020 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM_{2.5} koncentrationsniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.5. Den geografiske fordeling af koncentrationerne er den samme som i 2008, men niveauerne er væsentligt lavere. I forhold til NO₂ er der mindre forskel på de højeste og laveste niveauer, da det regionale bidrag er dominerende.

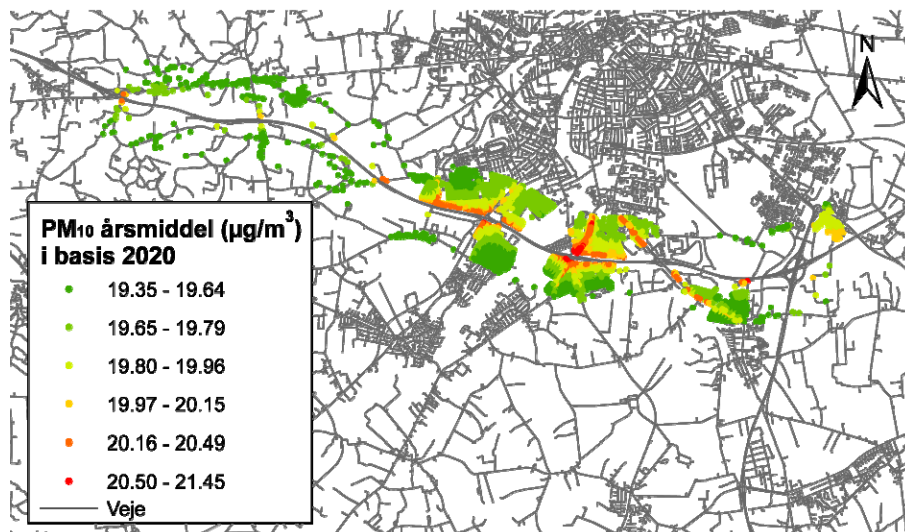
De højeste koncentrationer på 11,9 µg/m³ er langt under grænseværdien på 25 µg/m³. I forhold til 2008 er koncentrationerne faldet lidt, som en kombinationseffekt af mindre udstødning men mere ikke-udstødning grundet øget trafik. De højeste koncentrationer var i 2008 12,27 µg/m³ og 11,89 µg/m³ i 2020. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrundsniveau på 11 µg/m³.



Figur 5.5. Årsmiddelkoncentrationen af PM_{2.5} i basis 2020 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM₁₀ koncentrationsniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.6. Den geografiske fordeling er som for PM_{2.5}.

De højeste koncentrationer på 21,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ er under grænseværdien på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I forhold til 2008 er PM_{10} koncentrationerne ikke faldet, som en kombinationseffekt af mindre udstødning men endnu mere ikke-udstødning grundet øget trafik. Ikke-udstødningsbidraget er højere for PM_{10} end det er for $\text{PM}_{2.5}$. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrunds niveau på 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 5.6. Årsmiddelkoncentrationen af PM_{10} i basis 2020 på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

Antal boliger belastet med luftforurening i basis i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen er vist i nedenstående tabeller for hhv. NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10} i 2020 i basis (Tabel 5.5, Tabel 5.6, Tabel 5.7).

Tabel 5.5. Antallet af boliger belastet med NO_2 luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2020 i basis

	12,5-15,0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15,0-17,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17,5-20,0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20,0-22,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,5-26,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total
Helårsboliger:						
Stuehus	90	3	1			94
Parcelhus	3119	617	9			3745
Række/kædehus	1852	487				2339
Etagebolig	1532	142				1674
Kollegium	175					175
Døgninstitution	213					213
And. helårsbolig	15					15
Total	6996	1249	10	0	0	8255
Ferieboliger:						
Feriebygning	8					8
And. fritidsbygning	11	2				13
Total	19	2	0	0	0	21

Tabel 5.6. Antallet af boliger belastet med PM_{2,5} luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2020 i basis

Boligtype:	11,00-11,25 (µg/m³)	11,25-11,50 (µg/m³)	11,5-11,75 (µg/m³)	11,75-12,00 (µg/m³)	12,00-12,25 (µg/m³)	12,25-12,5 (µg/m³)	Total
Stuehus	76	17	1				94
Parcelhus	1557	2112	72	4			3745
Række/kædehus	866	1470	3				2339
Etagebolig	38	1632	4				1674
Kollegium	32	143					175
Døgninstitution	125	88					213
And. helårsbolig	12	3					15
Total	2706	5465	80	4	0	0	8255

Boligtype:	11,00-11,25 (µg/m³)	11,25-11,50 (µg/m³)	11,5-11,75 (µg/m³)	11,75-12,00 (µg/m³)	12,00-12,25 (µg/m³)	12,25-12,5 (µg/m³)	Total
Feriebygning	8						8
And. fritidsbygning	6	7					13
Total	14	7	0	0	0	0	21

Tabel 5.7. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2020 i basis

Helårsboliger:	19,0-19,5 (µg/m³)	19,5-20,0 (µg/m³)	20,0-20,5 (µg/m³)	20,5-21,0 (µg/m³)	21,0-21,5 (µg/m³)	21,5-22,0 (µg/m³)	Total
Stuehus	35	55	3	1			94
Parcelhus	83	3138	487	31	6		3745
Række/kædehus		1929	408	2			2339
Etagebolig		1529	143	2			1674
Kollegium		175					175
Døgninstitution		213					213
And. helårsbolig	3	12					15
Total	121	7051	1041	36	6	0	8255

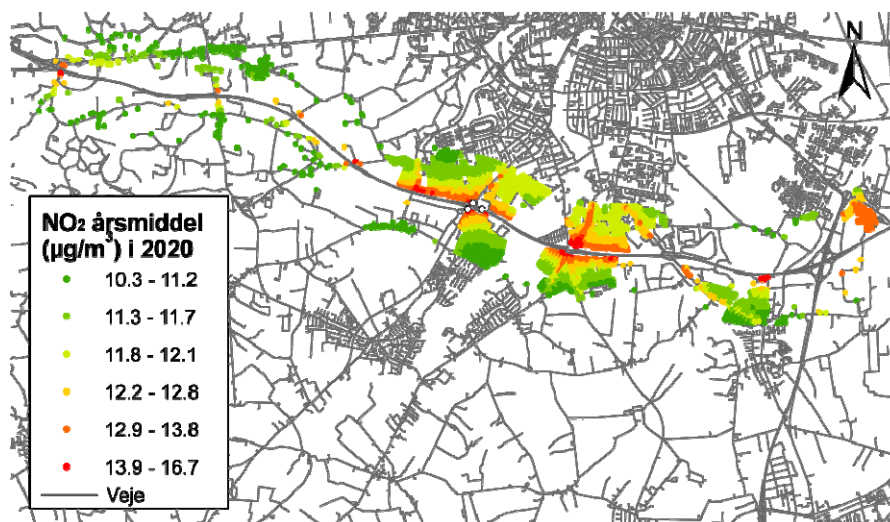
Ferieboliger:	19,0-19,5 (µg/m³)	19,5-20,0 (µg/m³)	20,0-20,5 (µg/m³)	20,5-21,0 (µg/m³)	21,0-21,5 (µg/m³)	21,5-22,0 (µg/m³)	Total
Feriebygning	1	7					8
And. fritidsbygning	0	11	2				13
Total	1	18	2	0	0	0	21

5.3 Forslag 2020 – Udvidelse af motorvejen i 2020

Luftkvalitetsvurdering i 2020 med motorvejsudvidelse

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.7. Den geografiske fordeling af koncentrationerne er den samme som i 2020, og niveauerne er stort set de samme som i basis i 2020, da der kun er små forskelle mellem trafikken i basis i 2020 og motorvejsudvidelsen i 2020.

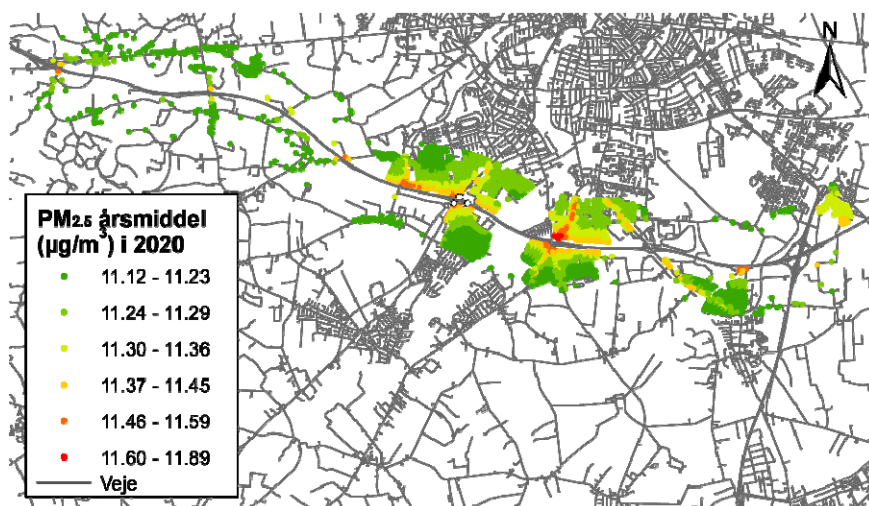
De højeste koncentrationer i 2020 med motorvejsudvidelsen er 16,7 µg/m³, som er det samme niveau som for basis i 2020. Niveaulet er langt under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er omkring dobbelt så høje som det regionale baggrundsniveau på 8,6 µg/m³.



Figur 5.7. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM_{2.5} koncentrationsniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.8. Den geografiske fordeling af koncentrationerne for motorvejsudvidelsen er som i basis i 2020, og niveauerne er stort set de samme.

De højeste koncentrationer på 11,9 µg/m³ er ens med motorvejsudvidelsen og for basis 2020, og langt under grænseværdien på 25 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrundsniveau på 11 µg/m³.

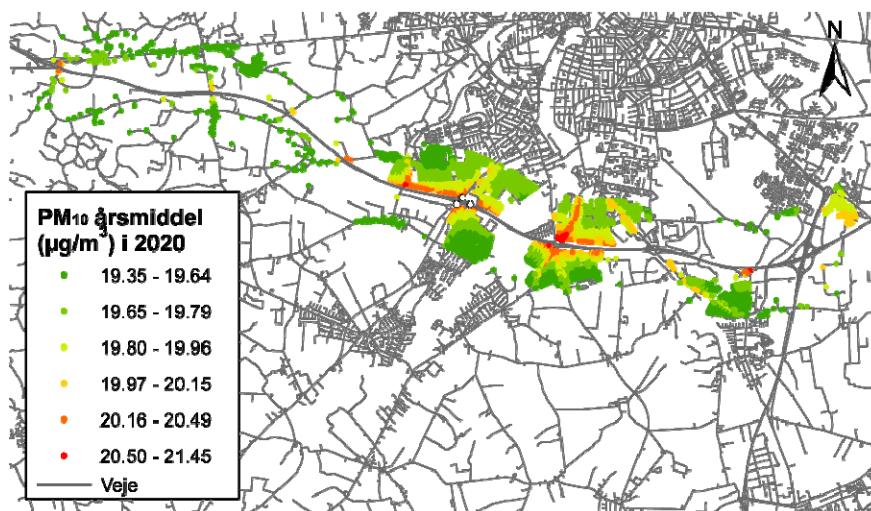


Figur 5.8. Årsmiddelkoncentrationen af PM_{2.5} i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

PM₁₀ koncentrationsniveauerne i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.9.

De højeste koncentrationer på 21,5 µg/m³ er stort set de samme med motorvejsudvidelsen og for basis 2020, og under grænseværdien på 40

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. De højeste koncentrationer er kun lidt over det regionale baggrundsniveau på $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 5.9. Årsmiddelkoncentrationen af PM_{10} i 2020 med motorvejsudvidelsen på alle boligadresser i en afstand af 1.000 m fra motorvejen.

Antal boliger belastet med luftforurening udvidelse af motorvej i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen er vist i nedenstående tabeller for hhv. NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10} i 2020 ved udvidelse af motorvejen (Tabel 5.8, Tabel 5.9, Tabel 5.10).

Tabel 5.8. Antallet af boliger belastet med NO_2 luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2020 ved udvidelse af motorvejen

Helårsboliger:	12,5-15,0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15,0-17,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17,5-20,0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20,0-22,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,5-26,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total
Stuehus	89	4	1			94
Parcelhus	3122	614	9			3745
Række/kædehus	1771	568				2339
Etagebolig	1442	232				1674
Kollegium	175					175
Døgninstitution	213					213
And. helårsbolig	15					15
Total	6827	1418	10	0	0	8255

Ferieboliger:	12,5-15,0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15,0-17,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17,5-20,0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20,0-22,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,5-26,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Total
Feriebygning	8					8
And. fritidsbygning	11	2				13
Total	19	2	0	0	0	21

Tabel 5.9. Antallet af boliger belastet med PM_{2,5} luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2020 ved udvidelse af motorvejen

Helårsboliger:	11,00-11,25 (µg/m³)	11,25-11,50 (µg/m³)	11,5-11,75 (µg/m³)	11,75-12,00 (µg/m³)	12,00-12,25 (µg/m³)	12,25-12,5 (µg/m³)	Total
Stuehus	75	18	1				94
Parcelhus	1648	2049	45	3			3745
Række/kædehus	884	1452	3				2339
Etagebolig	38	1634	2				1674
Kollegium	40	135					175
Døgninstitution	125	88					213
And. helårsbolig	12	3					15
Total	2822	5379	51	3	0	0	8255

Ferieboliger:	11,00-11,25 (µg/m³)	11,25-11,50 (µg/m³)	11,5-11,75 (µg/m³)	11,75-12,00 (µg/m³)	12,00-12,25 (µg/m³)	12,25-12,5 (µg/m³)	Total
Feriebygning	8						8
And. fritidsbygning	6	7					13
Total	14	7	0	0	0	0	21

Tabel 5.10. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ luftforurening inden for en afstand af 1.000 m fra motorvejen i 2020 ved udvidelse af motorvejen

Helårsboliger:	19,0-19,5 (µg/m³)	19,5-20,0 (µg/m³)	20,0-20,5 (µg/m³)	20,5-21,0 (µg/m³)	21,0-21,5 (µg/m³)	21,5-22,0 (µg/m³)	Total
Stuehus	32	58	3	1			94
Parcelhus	90	3210	416	26	3		3745
Række/kædehus		1943	394	2			2339
Etagebolig		1534	140				1674
Kollegium		175					175
Døgninstitution		213					213
And. helårsbolig	3	12					15
Total	125	7145	953	29	3	0	8255

Ferieboliger:	19,0-19,5 (µg/m³)	19,5-20,0 (µg/m³)	20,0-20,5 (µg/m³)	20,5-21,0 (µg/m³)	21,0-21,5 (µg/m³)	21,5-22,0 (µg/m³)	Total
Feriebygning	1	7					8
And. fritidsbygning	0	11	2				13
Total	1	18	2	0	0	0	21

5.4 Sammenligning af basis 2008, basis 2020 og forslag 2020

Sammenligning af emission

Emissionsforhold i basis 2008, basis 2020 og ved motorvejsudvidelsen i 2020 er opsummeret i Tabel 5.11.

Emissionen af NO_x, NO₂ og PM udstødning falder kraftig fra 2008 til 2020 grundet skærpede emissionsnormer og på trods af stigende trafik fra 2008 til 2020.

NO₂ emissionen falder mindre end NO_x emissionen, da den direkte emitterede NO₂ andel er større i 2020 end i 2008 pga. flere dieslbiler og flere partikelfiltre.

Emissionen af PM_{2,5}, som indeholder både udstødning og ikke-udstødning reduceres ikke så meget som fx NO_x, da ikke-udstødningsdelen stiger fra 2008 til 2020 grundet mere trafik. PM₁₀ emission stiger lidt, da ikke-udstødningsdelen her udgør en større andel end for PM_{2,5}.

CO₂ emissionen er større i 2020 i forhold til 2008 som en kombinationseffekt af at øget trafik opvejer en forbedret CO₂ effektivitet. Det er regnet med at CO₂ effektiviteten øges med 17 % fra 2008 til 2020, men dette kan ikke opveje det øgede trafikarbejde på hhv. 39 % og 44 % for basis 2020 og motorvejsudvidelsen i 2020.

Forslaget om motorvejsudvidelse har generelt lidt højere emissioner end basis i 2020 pga. af lidt flere lette og tunge køretøjer samt lidt højere hastighed, hvilket giver lidt højere emission. Dette gælder dog ikke for PM₁₀ emissionen, hvor den lidt højere hastighed ved motorvejsudvidelsen giver lidt mindre ikke-udstødning.

Tabel 5.11. Emissionsforhold i basis 2008, basis 2020 og ved motorvejsudvidelse i 2020

Scenarie:	NO _x emission (Indeks)	NO ₂ emission (Indeks)	PM udstødning (Indeks)	PM _{2,5} emission (Indeks)	PM ₁₀ emission (Indeks)	CO ₂ emission (Indeks)
Basis 2008	245	212	276	142	98	87
Basis 2020	100	100	100	100	100	100
Forslag 2020	103	105	104	100	100	104

Sammenligning af koncentration

I Tabel 5.12 er opsummeret minimum, maksimum og gennemsnitlige koncentrationer for basis 2008, basis 2020 og motorvejsudvidelsen 2020.

Koncentrationerne falder fra 2008 til 2020, mens de er stort ens i basis i 2020 og med motorvejsudvidelsen i 2020.

Maksimum værdierne er marginalt højere for basis 2020 for NO₂ og PM₁₀, hvilket skyldes en enkelt strækning, hvor basis 2020 har lidt mere trafik end ved motorvejsudvidelsen.

Tabel 5.12. Sammenligning af koncentrationer for basis 2008, basis 2020 og motorvejsudvidelsen 2020

	NO₂ (µg/m³)	PM udstødningsbidrag (µg/m³)	PM_{2.5} (µg/m³)	PM₁₀ (µg/m³)
Basis 2008				
Min	12.8	0.13	11.2	19.4
Maks	26.5	0.79	12.3	21.5
Gns	16.4	0.26	11.4	19.9
Basis 2020				
Min	10.3	0.04	11.1	19.4
Maks	16.7	0.28	11.9	21.5
Gns	11.9	0.09	11.3	19.8
Forslag 2020				
Min	10.3	0.04	11.1	19.4
Maks	16.6	0.28	11.9	21.4
Gns	11.9	0.09	11.3	19.8

Sammenligning af antal boliger berørt af luftforurening

I Tabel 5.13 er opsummeret det samlede antal af helårsboliger og ferieboliger for basis 2008, basis 2020 og motorvejsudvidelsen 2020.

Koncentrationerne falder fra 2008 til 2020, og antallet af boliger berørt af luftforurening forskydes mod lavere forureningsklasser, mens antallet af boliger i de forskellige forureningsklasser er stort ens i basis i 2020 og med motorvejsudvidelsen i 2020.

Tabel 5.13. Antal boliger udsat for luftforurening i afstand af 1.000 m fra motorvej

Antal helårsboliger							
NO₂ (µg/m³)	10,0-12,5	12,5-15,0	15,0-17,5	17,5-20,0	20,0-22,5	22,5-26,5	Total
Basis 2008	0	1239	5470	1378	155	13	8255
Basis 2020	0	6996	1249	10	0	0	8255
Forslag 2020	0	6827	1418	10	0	0	8255

PM_{2.5} (µg/m³)	11,00-11,25	11,25-11,50	11,5-11,75	11,75-12,00	12,00-12,25	12,25-12,5	Total
Basis 2008	52	6803	1344	49	6	1	8255
Basis 2020	2706	5465	80	4	0	0	8255
Forslag 2020	2822	5379	51	3	0	0	8255

PM₁₀ (µg/m³)	19,0-19,5	19,5-20,0	20,0-20,5	20,5-21,0	21,0-21,5	21,5-22,0	Total
Basis 2008	50	6704	1439	55	6	1	8255
Basis 2020	121	7051	1041	36	6	0	8255
Forslag 2020	125	7145	953	29	3	0	8255

Antal ferieboliger							
NO₂ (µg/m³)	10,0-12,5	12,5-15,0	15,0-17,5	17,5-20,0	20,0-22,5	22,5-26,5	Total
Basis 2008	0	3	16	2	0	0	21
Basis 2020	0	19	2	0	0	0	21
Forslag 2020	0	19	2	0	0	0	21

PM_{2.5} (µg/m³)	11,00-11,25	11,25-11,50	11,5-11,75	11,75-12,00	12,00-12,25	12,25-12,5	Total
Basis 2008	1	18	2	0	0	0	21
Basis 2020	14	7	0	0	0	0	21
Forslag 2020	14	7	0	0	0	0	21

PM₁₀ (µg/m³)	19,0-19,5	19,5-20,0	20,0-20,5	20,5-21,0	21,0-21,5	21,5-22,0	Total
Basis 2008	1	18	2	0	0	0	21
Basis 2020	1	18	2	0	0	0	21
Forslag 2020	1	18	2	0	0	0	21

5.5 Støjdæpende tiltags betydning for luftkvaliteten

5.5.1 Støjskærme

Støjskærme påvirker spredningen af luftforurening, og har derfor en betydning for luftkvaliteten bag støjskærmen. På nuværende tidspunkt er den endelige placering af støjskærm og dimensioner heraf langs motorvejen ved Odense ikke afklaret og støjskærme indgår derfor ikke i de gennemførte luftkvalitetsberegninger.

I det følgende er derfor vist et eksempel, som belyser den maksimale effekt af støjskærme på luftkvaliteten på et konkret sted på Holbækmotorvejen ved Roskilde (Jensen et al., 2010c). I dette eksempel er beregninger gennemført for tre situationer: uden støjskærm, med 3 m høj støjskærm og med 6 m høj støjskærm. Støjskærmen er antaget at være 4 meter fra vejmidten. I eksemplet er der kun set på bidraget fra beregningsvejen dvs. motorvejsstrækningen, og baggrundsveje samt regionale baggrundskoncentrationer er ikke inkluderet. 16 beregningsskærm (afstand mellem 4 m og 25 m fra vejmidten af strækningsretningen mod Holbæk)

er defineret langs vejstrækningen, som har en længde på 171 meter. Der er modelleret for en enkelt time, hvor vindretningen er vinkelret på vejen fra sydøst. Det er mandag kl. 17:00 den 21.04.2003, og repræsenterer således en trafiksituation på en arbejdsdag i myldretiden. Trafikemissionen svarer til 2005. I Tabel 5.14 og Tabel 5.15 er vist den modellerede koncentration i de forskellige afstande fra motorvejen for hhv. NO_x og NO₂, og i Figur 5.10 og Figur 5.11 er resultaterne visualiseret grafisk.

Støjskærmen fører til en reduktion af koncentrationen. Reduktionen er større for den høje støjskærm på 6 m end for den på 3 m, og reduktionen er størst tæt på støjskærmen, hvorefter den aftager med afstanden fra skærmen. Den procentvise effekt er lidt mindre for NO₂ i forhold til NO_x pga. kemi. Dette skyldes, at det tager lidt tid for den emitterede NO at reagere med luftens O₃ under dannelse af NO₂. Effekten af skærmen skyldes, at den øger den initiale spredningshøjde af røgfanen, og dermed øger fortyndingen tæt på skærmen. Den procentvise effekt af støjskærmen vil være mindre, hvis der ses på en middelværdi over hele året pga. vind fra forskellige vindretninger. Såfremt forureningsbidraget fra baggrundsveje og regionale baggrundskoncentrationer også inddrages vil den procentvise reduktion blive endnu mindre.

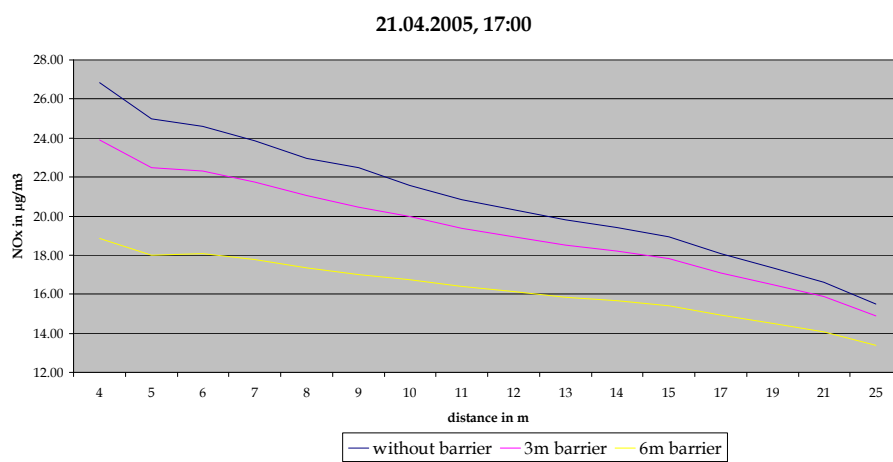
Når der ikke indgår støjskærme i de gennemførte luftkvalitetsberegninger for Odense er resultatet således, at koncentrationsniveauet overvurderes en lille smule for årsmiddelniveauet.

Tabel 5.14. Modelleret NO_x for 16 receptorpunkter på Holbækmotorvejen i forskellige afstande for specifik time. Kun bidraget fra motorvejen er medtaget i beregningerne.

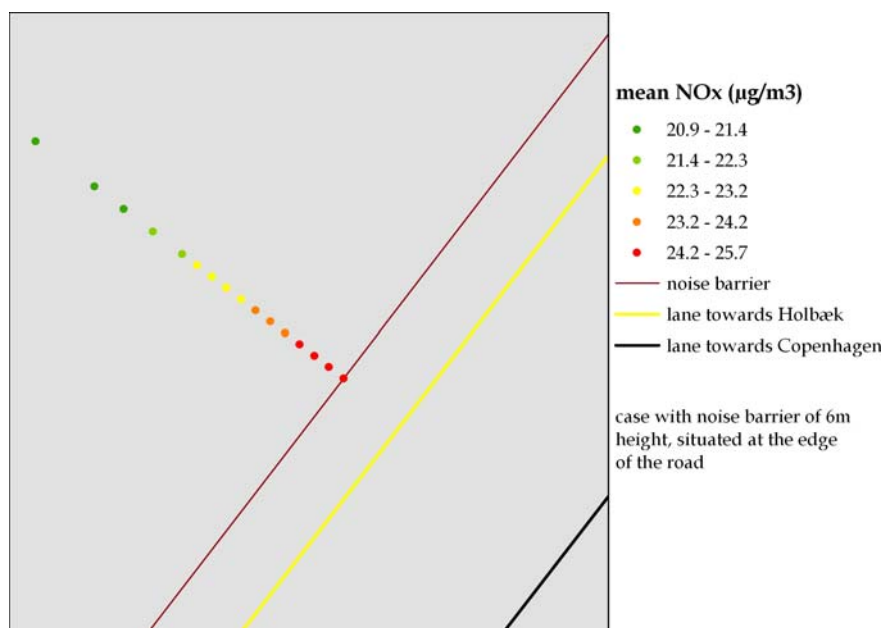
Afstand fra vej (m)	Uden støj skærm (µg/m ³)	Med støjskærm (højde 3m) (%)	Med støjskærm (højde 6m) (%)
4	26.8	-10.8%	-29.6%
5	25.0	-10.0%	-28.0%
6	24.6	-9.3%	-26.6%
7	23.9	-8.8%	-25.5%
8	23.0	-8.3%	-24.4%
9	22.4	-8.9%	-24.3%
10	21.6	-7.5%	-22.5%
11	21.0	-7.0%	-21.4%
12	20.3	-6.7%	-20.6%
13	19.8	-6.4%	-19.9%
14	19.4	-6.1%	-19.3%
15	18.9	-5.9%	-18.6%
17	18.1	-5.4%	-17.4%
19	17.4	-5.1%	-16.4%
21	16.6	-4.6%	-15.3%
25	15.5	-4.1%	-13.8%

Tabel 5.15. Modelleret NO₂ for 16 receptorpunkter på Holbækmotorvejen i forskellige afstande for specifik time. Kun bidraget fra motorvejen er medtaget i beregningerne.

Afstand fra vej (m)	Uden støj skærm (µg/m ³)	Med støjskærm (højde 3m) (%)	Med støjskærm (højde 6m) (%)
4	5.1	-10.1%	-27.8%
5	4.8	-9.3%	-26.3%
6	4.8	-8.6%	-24.8%
7	4.7	-8.1%	-23.8%
8	4.5	-7.7%	-22.7%
9	4.5	-8.3%	-22.5%
10	4.3	-6.9%	-21.0%
11	4.2	-6.5%	-19.9%
12	4.1	-6.3%	-19.3%
13	4.0	-5.9%	-18.5%
14	4.0	-5.8%	-18.0%
15	3.9	-5.4%	-17.3%
17	3.8	-5.0%	-16.1%
19	3.7	-4.7%	-15.2%
21	3.6	-4.3%	-14.2%
25	3.5	-3.8%	-12.8%



Figur 5.10. Effekt af støjskærm på 3 m og 6 m i forskellige afstande fra vejen for NO_x koncentrationen for en specifik time.



Figur 5.11. Visualisering af NO_x koncentrationen for en specifik time for 16 receptorpunkter med støjskærm på 6 m.

5.5.2 Støjdæmpende vejbelægning og luftforurening

Støjdæmpende vejbelægning formodes at have en reducerende effekt på ikke-udstødningsdelen for partikler, men denne effekt er endnu mangelfuldt undersøgt og dokumenteret på nuværende tidspunkt.

PM₁₀ målinger og analyser heraf fra H.C. Andersens Boulevard i København, som er en af Danmarks mest befærdede bygader, har vist at vejbelægningsskift reducerer PM₁₀ koncentrationen (Ellermann et al., 2010b). Der blev skiftet til støjdæmpende asfalt, men den præcise type og beskaffenhed af den foregående vejbelægning er ikke undersøgt.

Koncentrationen af PM₁₀ har i København til og med 2008 ligget over EU's grænseværdier for PM₁₀, hvor mindst en af EU's grænseværdier for PM₁₀ (40 µg/m³ som årsmiddelværdi eller 50 µg/m³ for døgnmiddelværdi, som højst må overskrides 35 gange i løbet af et kalenderår) har været overskredet. Fra 2008 til 2009 faldt årsmiddelværdien af PM₁₀ med 15 % fra 39 µg/m³ til 33 µg/m³ på målestationen på H.C. Andersens Boulevard, København, således at grænseværdierne overholdes i 2009. Faldet skete forholdsvis brat i august 2008, hvor der blev lagt ny belægning på H.C. Andersens Boulevard. Ændringerne i døgnvariationen af PM₁₀ og grundstofsammensætningen i PM₁₀ før og efter den nye belægning viser, at årsagen til det store fald er et stort fald i mængden af de partikler, som hvirvles op fra vejen grundet trafikken. Vejbelægningen har dermed stor indflydelse på PM₁₀ på stærkt trafikerede gadestrækninger. Der blev også konstateret et mindre fald i PM_{2,5}, men der kræves flere undersøgelser for at vurdere, hvor stor en del af dette fald, der kan tilskrives den nye belægning.

Der findes resultater fra tyske studier, som har undersøgt indflydelse af støjdæmpende asfalt på PM emissioner. Disse målinger er foretaget på en motorvej. Mens vejbanen er tør kan man ikke observere forskel mellem normal og støjdæmpende asfalt. Hvis det regner og kort efter kan man observere at PM koncentrationer langs vejstrækning med støjdæm-

pende asfalt er reduceret i forhold til normal asfalt. Fortolkningen af denne effekt er at støjdempende asfalt har større porer og vand kan bedre løbe væk gennem disse porer og renses dermed vejen bedre fra vejstøv og slitage end almindelig asfalt. Der er også hypoteser om at denne reduktionsvirkning af den nye støjdempende asfalt vil aftage med tiden fordi porerne i asfalten "stoppes til" med tiden (Ingo Düring, Lohmeyer, Tyskland). Langtidseffekten er derfor usikker.

Referencer

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketznel, M. & Jensen, S.S. (2010a): The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2009. National Environmental Research Institute, Aarhus University. 61 pp. -NERI Technical Report No. 799. <http://www.dmu.dk/Pub/FR799.pdf>

Ellermann, T., Wåhlin, P., Nordstrøm, C., Ketznel, M. (2010b): Vejbelægningens indflydelse på partikelforureningen (PM₁₀) på stærkt trafikerede gadestrækninger i Danmark Trafikdage på Aalborg Universitet, 23.-24. august 2010. www.trafikdage.dk.

Energistyrelsen (2010): Baggrundsnotat E: Fremskrivning af transportsektorens energiforbrug.

EU (2009): EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS FORORDNING (EF) Nr. 443/2009 af 23. april 2009 om fastsættelse af præstationsnormer for nye personbilers emissioner inden for Fællesskabets integrerede tilgang til at nedbringe CO₂-emissionerne fra personbiler og lette erhvervskøretøjer.

Jensen, S.S., Hvidberg, M., Petersen, J., Storm, L., Stausgaard, L., Becker, T., Hertel, O. (2009): GIS-baseret national vej- og trafikdatabase 1960-2005 (GIS-based National Road and Traffic Database 1960-2005). Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, Roskilde. 73 s. Faglig rapport nr. 678, 2009. <http://www2.dmu.dk/Pub/FR678.pdf>

Jensen, S.S., Becker, T., Ketznel, M., Løfstrøm, P., Olesen, H.R., Lorentz, H. (2010a): OML-Highway within the framework of SELMA^{GIS}. Final Report. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark, 26 p, NERI Technical Report No. 771. <http://www.dmu.dk/Pub/FR771.pdf>.

Jensen, S.S., Ketznel, M., Becker, T., Løfstrøm, P., Olesen, H.R., Lorentz, H., Michelsen, L.N., Fryd, J. (2010b): OML-Highway - en ny brugervenlig GIS-baseret luftkvalitetsmodel for motorveje, landeveje og andre veje i åbent terræn. Trafikdage på Aalborg Universitet, 23.-24. august 2010. www.trafikdage.dk.

Jensen, S.S., Becker, T., Ketznel, M., Løfstrøm, P., Olesen, H.R., Lorentz, H. (2010c): OML-Highway within the framework of SELMAGIS. Final Report. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark, 26 p, NERI Technical Report No. 771. <http://www.dmu.dk/Pub/FR771.pdf>.

Larsen PB, Larsen JC, Fenger J, Jensen SS, Sundhedsmæssig vurdering af luftforurening fra vejtrafik. Miljøprojekt nr. 352. København: Miljøstyrelsen, 1997.

Miljøstyrelsen (2006): Støjkortlægning og støjhandlingsplaner. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 2006.

Nielsen, O-K., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Nielsen, M., Gyldenkerne, S., Fauser, P., Plejdrup, M.S., Albrektsen, R. & Hjelgaard, K. 2010. Annual Danish Informative Inventory Report to UNECE. Emission inventories from the base year of the protocols to year 2008. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 565pp. - NERI Technical Report no 776. <http://www.dmu.dk/Pub/-FR776.pdf>.

Normander, B., Jensen, T.S., Henrichs, T., Sanderson, H. & Pedersen, A.B. (red.) 2009: Natur og Miljø 2009. - Del A: Danmarks miljø under globale udfordringer. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 94 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 750, http://www.dmu.dk/Pub/-FR750_A.pdf.

Palmgren, F., Glasius, M., Wåhlin, P., Ketznel, M., Berkowicz, R., Jensen, S.S., Winther, M., Illerup, J.B., Andersen, M.S., Hertel, O., Vinzents, P.S., Møller, P., Sørensen, M., Knudsen, L.E., Schibye, B., Andersen, Z.J., Hermansen, M., Scheike, T., Stage, M., Bisgaard, H., Loft, S., Lohse, C., Jensen, K.A., Kofoed-Sørensen, V. & Clausen, P.A. (2005): Luftforurening med partikler i Danmark. Miljøstyrelsen. - Miljøprojekt 1021: 84 s. (elektronisk). Findes på: <http://www.mst.dk/Publikationer/Publikationer/-2005/06/87-7614-720-7.htm>

Palmgren, F. (ed.) (2009): Luftforurening med partikler - et sundhedsproblem. Miljøbibliotek 14, Hovedland.

Raaschou-Nielsen, O. Palmgren, F, Jensen, S. S., Wåhlin, P., Berkowicz, R., Hertel, O., Vrang, M.L, Loft, S. (2002): Helbredseffekter af partikulær luftforurening i Danmark - et forsøg på kvantificering. (Health impacts of particulate air pollution in Denmark). Ugeskrift for Læger 2002; 164:3921-4032, 19. august 2002, Nr. 34.

Stadslægen (1999): Bli'r man syg af luften i Storkøbenhavn? København, 1999. Stadslægen i Københavns Kommune.

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside www.dmu.dk finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 4630 1200
Fax: 4630 1114

Administration
Afdeling for Arktisk Miljø
Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afdeling for Systemanalyse

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsovej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 8920 1400
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 8920 1700
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, www.dmu.dk/Udgivelser/, finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

Nr./No. 2011

- 817 Improving the Greenlandic Greenhouse Gas Inventory.
By Nielsen, O.-K., Baunbæk, L., Gyldenkærne, S., Bruun, H.G., Lyck, E., Thomsen, M., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Hoffmann, L., Fauser, P., Winther, M., Nielsen, M., Plejdrup, M.S., Hjelgaard, K. 46 pp.
- 815 Danmarks biodiversitet 2010 – status, udvikling og trusler.
Af Ejrnæs, R., Wiberg-Larsen, P., Holm, T.E., Josefson, A., Strandberg, B., Nygaard, B., Andersen, L.W., Winding, A., Termansen, M., Hansen, M.D.D., Søndergaard, M., Hansen, A.S., Lundsteen, S., Baattrup-Pedersen, A., Kristensen, E., Krogh, P.H., Simonsen, V., Hasler, B. & Levin, G. 152 s. (also available in print edition, DKK 150)
- 814 Bynaturen i hverdagslivet.
Af Petersen, L.K. & Nielsen, S.S. 80 s.
- 813 Environmental monitoring at the Seqi olivine mine 2010.
By Søndergaard, J. & Asmund, G. 36 pp.

2010

- 812 Environmental monitoring at the cryolite mine in Ivittuut, South Greenland, in 2010.
By Johansen, P., Asmund, G., Rigét, F. & Schledermann, H. 34 pp.
- 811 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland, 2010.
By Glahder, C.M., Søndergaard, J., Asmund, G. & Rigét, F. 32 pp.
- 810 Danish emission inventories for agriculture. Inventories 1985 - 2009.
By Mikkelsen, M.H. Albrektsen, R. & Gyldenkærne, S. 136 pp.
- 809 Review, improvement and harmonisation of the Nordic particulate matter air emission inventories.
By Nielsen, O.-K., Illerup, J.B., Kindbom, K., Saarinen, K., Aasestad, K., Hallsdottir, B., Winther, M., Sjodin, Å., Makela, K. & Mikkola-Pusa, J. 77 pp.
- 808 Temporal and spatial variations in the long-term fluctuations of wildlife populations in Greenland.
By Moshøj, C.M., Forchhammer, M. & Aastrup, P. 36 pp.
- 807 Evaluation of local contamination sources from the former mining operation in Maarmorilik.
By Johansen, P., Asmund, G., Schiedek, D. & Schledermann, H. 44 pp.
- 806 Vandmiljø og Natur 2009. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning.
Af Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R., Ellermann, T., Petersen, D.L.J., Hjorth, M., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 108 s.
- 805 Arter 2009. NOVANA.
Af Søgaard, B., Pihl, S., Wind, P., Clausen, P., Andersen, P.N., Bregnballe, T. & Wiberg-Larsen, P. 114 s.
- 804 Vandløb 2009. NOVANA.
Af Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Baattrup-Pedersen, A., Bøgestrand, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Thodsen, H., Sode, A., Kristensen, E. & Kjeldgaard, A. 98 s.
- 803 Søer 2009. NOVANA.
Af Bjerring, R. Johansson, L.S., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Landkildehus, F., Sortkjær, L. & Wiindolf, J. 96 s.
- 802 Landovervågningsoplade 2009. NOVANA.
Af Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 124 s.
- 801 Atmosfærisk deposition 2009. NOVANA.
Af Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Grundahl, L. & Geels, C. 95 s.
- 800 Marine områder 2009. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten.
Af Petersen, D.L.J. & Hjorth, M. (red.) 127 s.
- 799 The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2009.
By Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzler, M. & Jensen, S.S. 61 pp.
- 798 Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2009. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager.
Af Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Sørensen, J.G. & Krogh, P.H. 46 s.

[Tom side]

LUFTKVALITETSVURDERING FOR UDVIDELSE AF MOTORVEJ SYD OM ODENSE

VVM redegørelse

Denne tekniske baggrundsrapport beskriver luftkvalitetsberegninger med OML-Highway modellen langs med motorvejen syd om Odense til støtte for VVM vurdering af udbygning af motorvejen fra 2 til 3 spor i hver retning. Luftkvalitetsberegninger vises for eksisterende forhold i 2008 og med trafikfremskrivning til 2020 samt for forslaget om motorvejsudvidelse i 2020. Luftkvaliteten vurderes for antallet af berørte boliger i en afstand af 1000 m fra motorvejen. Grænseværdierne for kvælstofdioxid (NO_2) og partikler under henholdsvis 2,5 og 10 mikrometer ($\text{PM}_{2,5}$, PM_{10}) forventes ikke overskredet i 2008 eller 2020 i nogen af beregningsalternativerne. Støjreducerende tiltags betydning for luftkvaliteten er også belyst.

