



LUFTKVALITETSVURDERING FOR RUTE 26 VIBORG-AARHUS

VVM redegørelse

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 12

2011



AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER
FOR MILJØ OG ENERGI



[Tom side]

LUFTKVALITETSVURDERING FOR RUTE 26 VIBORG-AARHUS

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 12

2011

Steen Solvang Jensen
Matthias Ketzel
Ole Hertel
Thomas Becker

Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab



AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER
FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer: Videnskabelig rapport fra DCE Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 12

Titel: Luftkvalitetsvurdering for rute 26 Viborg - Aarhus
Undertitel: VVM redegørelse

Forfattere: Steen Solvang Jensen, Matthias Ketzler, Ole Hertel & Thomas Becker

Institution: Institut for Miljøvidenskab
Aarhus Universitet

Udgiver: DCE Nationalt Center for Miljø og Energi
Aarhus Universitet

URL: <http://www.dmu.au.dk>

Udgivelsesår: December 2011
Redaktion afsluttet: 7. december 2011
Faglig kommentering: Matthias Ketzler

Finansiell støtte: Vejdirektoratet

Bedes citeret: Jensen, S.S., Ketzler, M., Becker, T., Hertel, O. (2011): Luftkvalitetsvurdering for rute 26 Viborg - Aarhus. VVM redegørelse. Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet. 72 s. Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 12. <http://www2.dmu.dk/Pub/SR12.pdf>

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning: Denne tekniske baggrundsrapport beskriver luftkvalitetsberegninger med OML-Highway modellen langs med forskellige linjeføringsforslag for udbygning af rute 26 mellem Viborg og Aarhus på strækningerne Viborg V-Rødkærsgade og Søbyvad-Aarhus i forbindelse med VVM-undersøgelsen. Luftkvalitetsberegninger vises for eksisterende forhold for Viborg Basis og Aarhus Basis i 2020 og for de alternative forslag i 2020: Aarhus Nord, Aarhus Midt, Aarhus Syd, Viborg Nord og Viborg Syd. Luftkvaliteten vurderes for antallet af berørte boliger langs med de foreslåede linjeføringer. Luftkvaliteten i 2020 er vurderet i forhold til grænseværdierne for kvælstofdioxid (NO₂) og partikler under hhv. 2,5 og 10 mikrometer (PM_{2,5}, PM₁₀). Emissionsforholdene er vurderet for sundhedsskadelige emissioner samt for drivhusgassen CO₂. Den maksimale kvælstofdeposition, som alternativerne giver anledning til, er vurderet i forhold til nærliggende følsomme naturområder. Støjreducerende tiltags betydning for luftkvaliteten er også belyst.

Emneord: Luftkvalitet, kvælstofdeposition, model, OML-Highway, DAMOS, VVM, motorvej, motortrafikvej, rute 26.

ISBN: 978-87-92825-22-3

ISSN (elektronisk): 2244-9991

Sideantal: 72

Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DCE Nationalt Center for Miljø og Energi's hjemmeside <http://www2.dmu.dk/Pub/SR12.pdf>

Indhold

Forord 5

1 Sammenfatning 6

- 1.1 Grænseværdier og sundhedseffekter 6
- 1.2 Bidrag til luftforurening langs motorveje og øvrige veje i åbent land 6
- 1.3 Metode for luftkvalitetsberegninger 8
- 1.4 Sammenligning af basis og alternativerne i 2020 12
- 1.5 Kvælstofafsætning til natur 17
- 1.6 Støjdæmpende tiltags betydning for luftkvaliteten 18

2 Luftforurening langs motorveje og øvrige veje i åbent land 19

- 2.1 Bidrag til luftforurening langs motorveje 19
- 2.2 Kilde 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 alternativer for rute 26 Aarhus-Viborg 32

5 Luftkvalitetsvurdering af eksisterende forhold og alternativer 41

- 5.1 Viborg Basis i 2020 41
- 5.2 Viborg Nord i 2020 43
- 5.3 Viborg Syd i 2020 45
- 5.4 Aarhus Basis i 2020 47
- 5.5 Aarhus Syd i 2020 48
- 5.1 Aarhus Midt i 2020 51
- 5.2 Aarhus Nord i 2020 52
- 5.3 Sammenligning af basis og alternativerne i 2020 54
- 5.4 Støjdæmpende tiltags betydning for luftkvaliteten 60

6 Kvælstofafsætning til natur 64

- 6.1 Tålegrænser for følsom natur 64
- 6.2 Kvælstofafsætning fra atmosfæren 65
- 6.3 Beregningssystemet DAMOS 66

7 Referencer 69

Forord

Denne tekniske baggrundsrapport beskriver luftkvalitetsberegninger med OML-Highway modellen langs med forskellige linjeføringsforslag for udbygning af rute 26 mellem Viborg og Aarhus på strækningerne Viborg V-Rødkærsbro og Søbyvad-Aarhus i forbindelse med VVM-undersøgelsen. Udbygningen omfatter både motorvej og motortrafikvej. Luftkvalitetsberegninger vises for eksisterende forhold for Viborg Basis og Aarhus Basis i 2020 og for de alternative forslag i 2020: Aarhus Nord, Aarhus Midt, Aarhus Syd, Viborg Nord og Viborg Syd. Luftkvaliteten vurderes for antallet af berørte boliger langs med de undersøgte linjeføringer. Luftkvaliteten i 2020 er vurderet i forhold til grænseværdierne for kvælstofdioxid (NO₂) og partikler under hhv. 2,5 og 10 mikrometer (PM_{2.5}, PM₁₀). Emissionsforholdene er vurderet for sundhedsskadelige emissioner samt for drivhusgassen CO₂. Den maksimale kvælstofdeposition som alternativerne giver anledning til er vurderet i forhold til nærliggende følsomme naturområder. Støjreducerende tiltags betydning for luftkvaliteten er også belyst.

Rapporten er udarbejdet for Vejdirektoratet af DCE Nationalt Center for Miljø og Energi under Aarhus Universitet med Institut for Miljøvidenskab som det udførende institut.

En ændret organisationsstruktur ved Aarhus Universitet indebærer, at DCE fra den 1. juli 2011 er trådt i stedet for det hidtidige Danmarks Miljøundersøgelser som indgangen for myndigheder, erhverv og offentligheden til Aarhus Universitets faglige miljøer inden for natur, miljø og energi.

Kontaktperson i Vejdirektoratet har været Lene Nøhr Michelsen, og projektdeltagere fra Aarhus Universitet har været: Steen Solvang Jensen (projektleder), Matthias Ketzler, Ole Hertel og Thomas Becker.

Vejnets- og trafikdata for de forskellige alternativer for højklassede forbindelser for rute 26 og tilstødende berørte veje, samt boligadresser langs vejene er leveret af Rambøll og COWI.

Kapitel 1 giver en udførlig sammenfatning af rapporten. Kapitel 4 beskriver metode og datagrundlag. Kapitel 5 giver en luftkvalitetsvurdering for de forskellige alternativer, og kapitel 6 beskriver bidrag til kvælstoftilførsel til følsom natur i nærområdet fra linjeføringerne ved Viborg og Aarhus.

I kapitel 2 er der som baggrundsinformation en kort beskrivelse af kilderne og bidragene til luftforurening langs motorveje og øvrige veje i åbent land samt en beskrivelse af spredning og kemisk omdannelse, idet dette har betydning for at forstå, hvordan luftforureningen er langs veje i åbent land. I kapitel 3 er der gjort rede for grænseværdier for luftkvalitet og sundhedseffekter ved luftforurening.

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 (Tabel 1.1).

Da kvælstofdioxid (NO₂) ligger over grænseværdien i trafikerede gader i de største byer, og partikler (PM₁₀ og PM_{2.5}) anses for at udgøre den største sundhedsbelastning, fokuserer luftkvalitetsvurderingen på disse stoffer. 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, målværdier og tærskelværdier

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
Partikler under 2,5 mikrometer (PM _{2.5})	25 ¹	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2010
	25	-	Gennemsnit, år	Mennesker	2015
	20 ²	-	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 ² 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, som kan have en lang række negative konsekvenser for samfundet. CO₂ emissionen er derfor også vurderet.

1.2 Bidrag til luftforurening langs motorveje og øvrige veje i åbent land

Luftforureningen langs med veje i åbent land 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 Viborg by og Aarhus by bidrager således til koncentrationen på og langs linjeføringerne.

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

PM_{2.5} og PM₁₀

PM_{2.5} er massen af partikler under 2,5 mikrometer. Fra trafikken bidrager især sodpartikler fra udstødning, 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 mekanisk dannede partikler fra fx 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-udstødningsbidrag" som består af dæk-, bremse- og vejslid samt ophvirvling heraf. Vejbidraget afhænger af udviklingen i emissionsforhold, trafikmængde, køretøjs sammensætning og hastighed.

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 (summen af NO og 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 Viborg og Aarhus er kilderne næsten udelukkende vejtrafik, og bidraget herfra er bestemt af byens udstrækning og trafiktætheden.

Vejbidraget afhænger af udviklingen i emissionsforhold, trafikmængde, køretøjs sammensætning og hastighed.

For NO₂ er det regionale bidrag 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 koncentrationen 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 foru-

renede 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 det 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.

1.3 Metode for luftkvalitetsberegninger

Luftkvalitetsvurdering langs linjeføringer

OML-Highway modellen er anvendt til at beregne koncentrationerne langs linjeføringerne. OML-Highway er en ny GIS-baseret brugervenlig luftkvalitetsmodel for motorveje og andre veje i åbent terræn. Modellen er udviklet for Vejdirektoratet af det tidligere 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 kræver følgende input: et digitalt vejnet med trafikdata, regionale baggrundskoncentrationer og meteorologiske data samt beskrivelse af beregningspunkter. I modellen er indbygget den europæiske emissionsmodel COPERT IV.

Vejnets- og trafikdata for de forskellige alternativer for højklassede forbindelser for rute 26 og tilstødende berørte veje er leveret af Rambøll og COWI. For linjeføringerne er trafikgrundlaget det samme som anvendes til støjberegninger. Ud over disse linjeføringer er der også et baggrundsvejnet, som også bidrager til luftforureningen for et givent beregningspunkt.

De regionale koncentrationer er baseret på måledata fra Keldsnor, Langeland, i 2008 og meteorologiske data er modelleret med den meteorologiske model MM5. 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. Da der kun vurderes alternativer for 2020 er forskelle mellem alternativerne alene bestemt ud fra trafikarbejdet.

Beregningerne er gennemført for beregningspunkter, som svarer til placeringerne af alle boliger i et bælte langs med linjeføringerne. Beregningspunkter og tilhørende BBR-oplysninger om boligerne er leveret af Rambøll A/S. Boligoplysninger er de samme som anvendes til støjberegninger. Luftkvalitetens geografiske variation på disse boligadresser kan derfor illustreres, hvilket er gjort for NO₂. Da den geografiske fordeling for PM_{2.5} og PM₁₀ er tilsvarende med NO₂, er disse ikke vist.

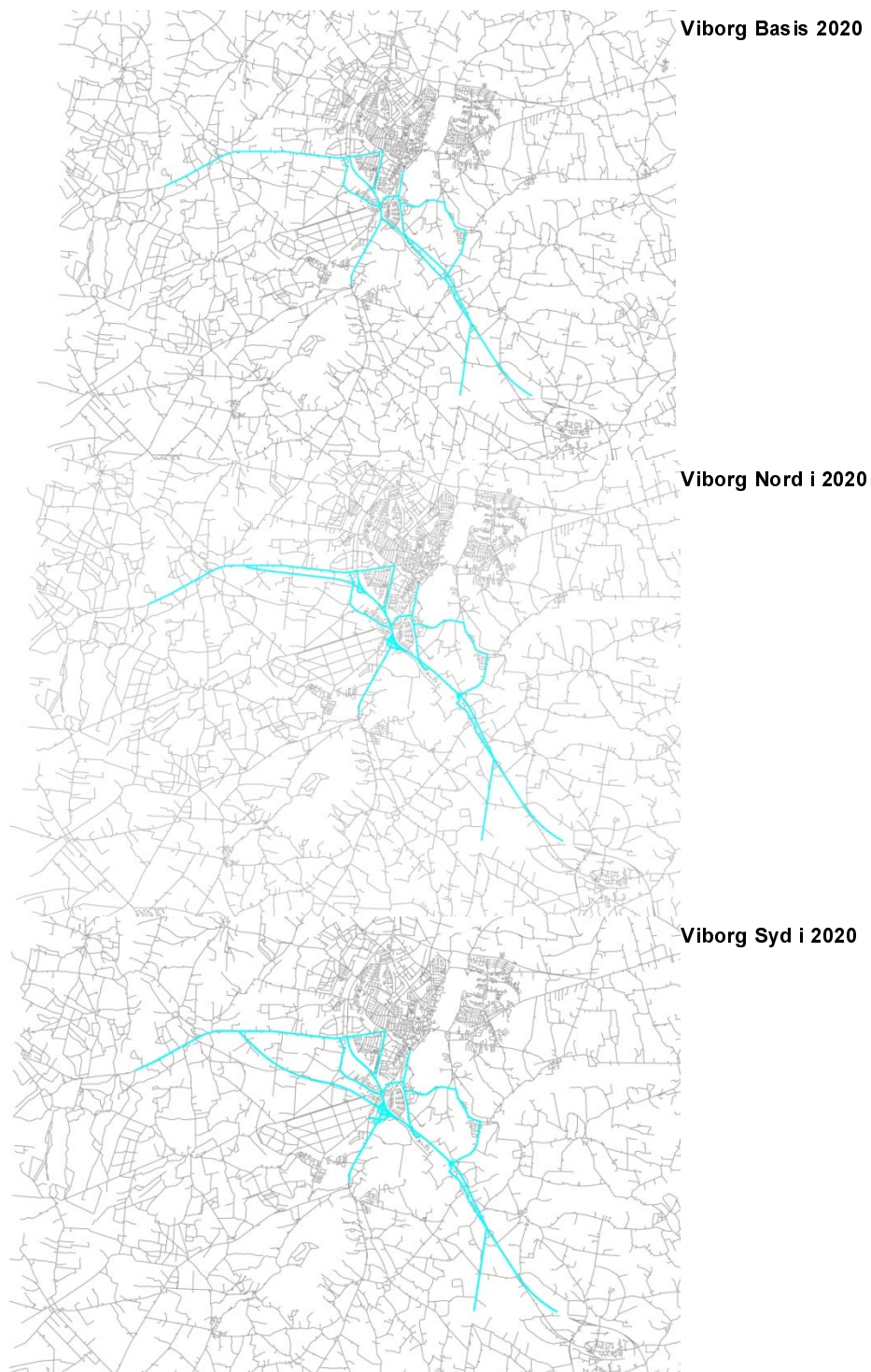
Alternativerne i 2020

Linjeføringerne for Viborg Basis og de to alternativer Viborg Nord og Viborg Syd er illustreret i Figur 1.1. Aarhus Basis og alternativerne Aarhus Syd, Aarhus Midt og Aarhus Nord er vist i Figur 1.2.

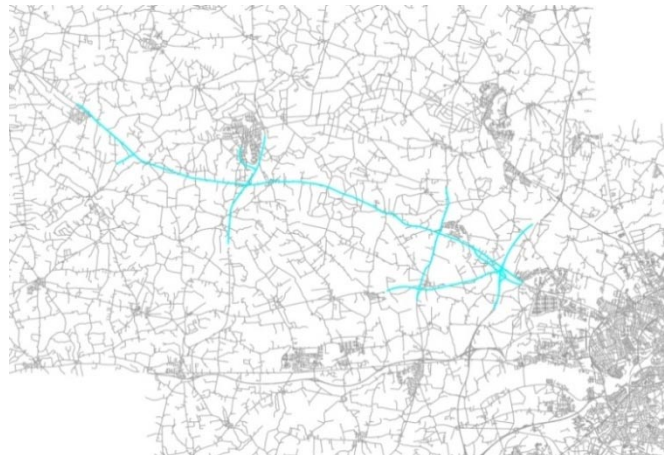
Motorvejs- og motortrafikvejstrækningerne og øvrige berørte veje (til sammen trafikmodelvejnettet) er leveret som digitale vejnet. Det digitale vejnet indeholder oplysninger om trafikniveau (årsdøgntrafik), hastighed og vejbredde for eksisterende forhold i 0-alternativet i 2020 og øvrige alternativer i 2020. Motorvejs- og motortrafikvejstrækningerne og øvrige berørte veje danner til sammen influensvejnettet dvs. det vejnet, hvor der sker væsentlige ændringer i trafikken.

Det resterende vejnet og trafikken herpå stammer fra Institut for Miljøvidenskabs vej- og trafikdatabase (Jensen et al. 2009).

Beregningsveje er i OML-Highway terminologi de vejstrækninger, som man ønsker at beregne luftkvaliteten langs med i forskellige afstande. Alle veje som indgår i trafikmodelvejnettet er håndteret som beregningsveje. Øvrige veje bidrager også til luftforureningen langs motorvejen, og disse veje kaldes baggrundsvejnettet.



Figur 1.1. Alternativer ved Viborg. Beregningsveje (blå) og baggrundsveje (grå).



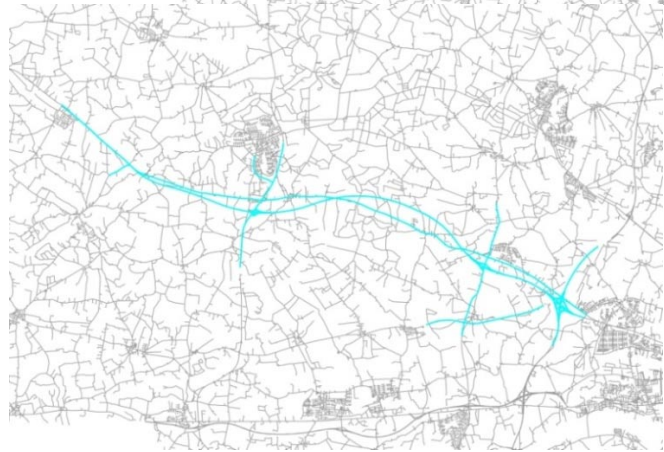
Aarhus Basis 2020



Aarhus Syd i 2020



Aarhus Midt i 2020



Aarhus Nord i 2020

Figur 1.2. Alternativer ved Aarhus. Beregningsveje (blå) og baggrundsveje (grå).

1.4 Sammenligning af basis og alternativerne i 2020

Emissionsforhold og trafikarbejde i basis i 2020 samt for alternativerne i 2020 er opsummeret i Tabel 1.2. Emissionsforholdene er både givet for beregnings- og baggrundsvejene hver for sig og samlet.

For beregningsvejene er vejlængder og trafikarbejdet baseret på de GIS vejnet med tilhørende trafikdata, som også ligger til grund for støjberegningerne. I forbindelse med Viborg Nord etableres omkring 5,5 km ny vej og mens der etableres 6,0 km ny vej for Viborg Syd. Forskellen i vejlængder er dog lidt større mellem basis og alternativerne i Tabel 1.2 hhv. 8 km og 9 km for Viborg Nord og Syd. Dette skyldes, at der i alternativerne også indgår ramper og tilslutningsanlæg dels for den nye vej, men også eksisterende ramper og tilslutningsanlæg, mens eksisterende ramper og tilslutningsanlæg ikke er med i basis situationen. Det betyder, at de beregnede vejlængder, trafikarbejde og emission afspejler disse forudsætninger, men at de ikke helt vil afspejle en før og efter situation. De eksisterende ramper og tilslutningsanlæg indgår dog i baggrundsvejnettet.

Det ses, at alternativerne Viborg Nord og Viborg Syd er lidt længere end Viborg Basis, hvorfor trafikarbejdet bliver hhv. 10 % og 7 % større end i basis. Da trafikarbejde og emissioner hænger tæt sammen bliver emissionerne næsten tilsvarende større. Emissionerne er dog også påvirket af køretøjssammensætningen og rejsehastigheden. Alternativerne Viborg Nord og Viborg Syd adskiller sig således ikke meget fra hinanden mht. trafikarbejde og emission.

I forbindelse med Aarhus Nord anlægges 21,5 km ny vej, 21,0 km ny vej for Aarhus Midt og 23,0 km ny vej for Aarhus Syd. Mht. til ramper og tilslutningsanlæg gør det samme sig gældende som beskrevet ovenfor. Alternativerne Aarhus Syd, Aarhus Midt og Aarhus Nord er noget længere end Aarhus Basis, hvorfor trafikarbejdet bliver hhv. 36 %, 38 % og 30 % større end i basis, og emissionerne bliver næsten tilsvarende større. Alternativerne Aarhus Syd, Aarhus Midt og Aarhus Nord adskiller sig dog ikke meget fra hinanden mht. trafikarbejde og emission.

Baggrundsvejnettet er mange gange større end beregningsvejnettet, og emission og trafikarbejde er derfor tilsvarende større. I forhold til dette store baggrundsvejnet bliver ændringerne i beregningsvejnettet derfor også relativt små.

Tabel 1.2. Emissionsforhold i basis og for alternativerne i 2020

Beregningsveje:	PM					CO	VOC	SO ₂	CO ₂	Trafikarbejde	Vejlængde
	NO _x	NO ₂	udstødning	PM _{2,5}	PM ₁₀						
	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(indeks)	(mio. vognkm/år)	(km)
Viborg Basis	48	9	1,1	3,5	10	49	28,4	0,21	100	147	43
Viborg Nord	55	10	1,3	3,9	11	55	32,8	0,24	110	162	51
Viborg Syd	51	9	1,2	3,7	11	52	30,2	0,22	107	158	52
Aarhus Basis	81	15	1,9	5,2	15	104	48,2	0,35	100	216	57
Aarhus Syd	119	23	2,9	7,1	20	198	70,8	0,52	136	294	85
Aarhus Midt	114	21	2,8	7,1	20	154	67,7	0,49	138	298	82
Aarhus Nord	111	21	2,7	6,8	19	165	66,0	0,48	130	282	83
	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)		(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)
Viborg Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Nord	115	112	112	114	114	111	115	115	110	110	117
Viborg Syd	106	106	106	107	107	106	106	106	107	107	120
Aarhus Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Syd	147	156	151	137	133	191	147	147	136	136	151
Aarhus Midt	141	144	143	137	135	148	141	141	138	138	145
Aarhus Nord	137	143	141	131	128	159	137	137	130	130	148
Baggrundsveje:	PM					CO	VOC	SO ₂	CO ₂	Trafikarbejde	Vejlængde
	NO _x	NO ₂	udstødning	PM _{2,5}	PM ₁₀						
	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(indeks)	(mio. vognkm/år)	(km)
Viborg Basis	1532	350	38,4	117	324	1972	909	6,6	100	5090	9413
Viborg Nord	1532	350	38,4	117	324	1972	909	6,6	100	5090	9413
Viborg Syd	1532	350	38,4	117	324	1972	909	6,6	100	5090	9413
Aarhus Basis	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
Aarhus Syd	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
Aarhus Midt	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
Aarhus Nord	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)		(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)
Viborg Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Nord	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Syd	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Syd	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Midt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Nord	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 1.3. Emissionsforhold i basis og for alternativerne i 2020 - Fortsat

Beregnings- og baggrundsveje:	NO _x		PM			CO	VOC	SO ₂	CO ₂	Trafikarbejde (mio. vognkm/år)	Vejlængde (km)
	(ton/år)	(ton/år)	udstødning (ton/år)	PM _{2,5} (ton/år)	PM ₁₀ (ton/år)						
Viborg Basis	1580	358	40	120	334	2022	938	7	100	5237	9457
Viborg Nord	1587	359	40	121	335	2027	942	7	100	5253	9464
Viborg Syd	1582	359	40	120	335	2025	940	7	100	5248	9466
Aarhus Basis	1580	357	40	120	334	2022	938	7	100	5237	9457
Aarhus Syd	1618	365	41	122	339	2116	960	7	101	5315	9485
Aarhus Midt	1612	363	40	122	339	2072	957	7	102	5319	9482
Aarhus Nord	1609	363	40	122	338	2083	956	7	101	5303	9484
	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)		(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)
Viborg Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Nord	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Syd	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Syd	102	102	102	102	101	105	102	102	101	101	100
Aarhus Midt	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	100
Aarhus Nord	102	102	102	101	101	103	102	102	101	101	100

Sammenligning af koncentration

I Tabel 1.4 er opsummeret gennemsnitlige koncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for berørte boligadresser. I Tabel 1.5 og Tabel 1.6 er hhv. minimum og maksimum givet.

Der er ikke gennemført beregninger af ændringen i koncentrationerne fra situationen i dag og frem til basis i 2020, men erfaringer fra beregninger i VVM-undersøgelsen for 3. Limfjordsforbindelse viste, at NO₂ koncentrationerne blev reduceret med omkring 30 % fra 2009 til 2020 pga. en renere bilpark, mens der kun sker en lille ændring i partikkelkoncentrationerne på 1-2 %, da disse er domineret af baggrundskoncentrationen (Jensen et al., 2011b). Lidt mindre procentvise reduktioner må forventes for rute 26, da trafikniveauet er lavere, og det regionale bidrag, og baggrundsbidraget fra den øvrige trafik dermed spiller en lidt større rolle. Som det fremgår, er de gennemsnitlige NO₂ koncentrationer marginalt højere i alternativerne i forhold til basis for både Viborg og Aarhus, men forskellene er så små, at det knap slår igennem for partikler.

Minimumskoncentrationerne er meget ens, da de i høj grad er domineret af baggrundskoncentrationerne.

Der er nogle mindre forskelle i maksimum koncentrationerne, men disse er netop maksimum værdier, som ikke skal tillægges for stor betydning i sammenligning af alternativerne.

Det samlede indtryk er, at der er lille forskel mellem basis og alternativerne både for linjeføringerne ved Viborg og Aarhus.

Tabel 1.4. Sammenligning af gennemsnitlige koncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for rute 26 for alle boligadresser

	NO₂ (µg/m ³)	PM_{2.5} (µg/m ³)	PM₁₀ (µg/m ³)	PM udstødningsbidrag (µg/m ³)
Viborg Basis	10,76	11,18	19,50	0,055
Viborg Nord	10,86	11,18	19,52	0,057
Viborg Syd	10,78	11,18	19,50	0,055
Aarhus Basis	10,97	11,18	19,50	0,059
Aarhus Syd	11,05	11,18	19,50	0,061
Aarhus Midt	11,03	11,18	19,51	0,061
Aarhus Nord	11,02	11,18	19,50	0,060
Grænseværdi	40	25	40	n.a.

Tabel 1.5. Sammenligning af minimum koncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for rute 26 for alle boligadresser

	NO₂ (µg/m ³)	PM_{2.5} (µg/m ³)	PM₁₀ (µg/m ³)	PM udstødningsbidrag (µg/m ³)
Viborg Basis	9,63	11,07	19,18	0,021
Viborg Nord	9,66	11,07	19,19	0,022
Viborg Syd	9,63	11,07	19,19	0,021
Aarhus Basis	9,94	11,09	19,26	0,029
Aarhus Syd	9,97	11,09	19,26	0,030
Aarhus Midt	9,98	11,09	19,26	0,030
Aarhus Nord	9,93	11,09	19,25	0,029
Grænseværdi	40	25	40	n.a.

Tabel 1.6. Sammenligning af maksimum koncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for rute 26 for alle boligadresser

	NO₂ (µg/m ³)	PM_{2.5} (µg/m ³)	PM₁₀ (µg/m ³)	PM udstødningsbidrag (µg/m ³)
Viborg Basis	13,16	11,49	20,33	0,143
Viborg Nord	13,17	11,43	20,17	0,128
Viborg Syd	12,89	11,45	20,22	0,131
Aarhus Basis	15,71	11,71	20,94	0,210
Aarhus Syd	15,59	11,51	20,40	0,225
Aarhus Midt	16,14	11,59	20,61	0,235
Aarhus Nord	15,96	11,55	20,52	0,233
Grænseværdi	40	25	40	n.a.

Sammenligning af antal boliger berørt af luftforurening

I Tabel 1.7 er opsummeret det samlede antal af belastede boliger samt øvrige ferie- og fritidsboliger for Viborg og tilsvarende for Aarhus i Tabel 1.8.

Både for Viborg Nord og Viborg Syd er der en svag tendens til at flere boliger forskydes mod forureningsklasser med højere koncentrationer, men der er grundlæggende beskedne forskelle mellem Viborg Basis og alternativerne.

Der er lille forskel mellem Aarhus Basis og alternativerne (Aarhus Syd, Aarhus Midt, Aarhus Nord), men der er dog en svag tendens til, at der bliver flere boliger med højere koncentrationer i mellemområdet af koncentrationer.

Antallet af øvrige ferie- og fritidsboliger er forsvindende lille i forhold til helårsboliger. Der er kun 5 ved Viborg og 14 ved Aarhus. I opgørelsen inkluderer helårsboliger også sommerhuse.

Tabel 1.7. Antal boliger udsat for luftforurening ved Viborg

NO₂	9,5-10,0 (µg/m ³)	10,0-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,0 (µg/m ³)	11,0-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,0 (µg/m ³)	12,0-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,2 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	228	766	2212	895	93	41	16	4251
Viborg Nord	112	741	1771	1402	126	83	16	4251
Viborg Syd	186	750	1985	1185	115	24	6	4251
PM_{2,5}	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	128	2574	1447	91	11	0	0	4251
Viborg Nord	93	2483	1558	108	9	0	0	4251
Viborg Syd	97	2645	1441	64	4	0	0	4251
PM₁₀	19,0-19,2 (µg/m ³)	19,2-19,4 (µg/m ³)	19,4-19,6 (µg/m ³)	19,6-19,8 (µg/m ³)	19,8,-20,0 (µg/m ³)	20,0-20,2 (µg/m ³)	20,2-20,4 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	3	863	2601	674	78	23	9	4251
Viborg Nord	2	779	2277	1045	121	27	0	4251
Viborg Syd	3	875	2633	668	63	8	1	4251

Tabel 1.8. Antal boliger udsat for luftforurening ved Aarhus

NO₂	9,5-10,5 (µg/m³)	10,5-11,5 (µg/m³)	11,5-12,5 (µg/m³)	12,5-13,5 (µg/m³)	13,5-14,5 (µg/m³)	14,5-15,5 (µg/m³)	15,5-16,5 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	1177	1645	912	45	11	8	3	3801
Aarhus Syd	1145	1736	672	231	13	3	1	3801
Aarhus Midt	1220	1656	706	208	8	2	1	3801
Aarhus Nord	1253	1627	686	223	9	2	1	3801
PM_{2.5}	11,0-11,1 (µg/m³)	11,1-11,2 (µg/m³)	11,2-11,3 (µg/m³)	11,3-11,4 (µg/m³)	11,4-11,5 (µg/m³)	11,5-11,6 (µg/m³)	11,6-11,7 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	28	2622	1003	124	10	6	8	3801
Aarhus Syd	5	2798	626	356	13	3	0	3801
Aarhus Midt	1	2769	649	365	15	2	0	3801
Aarhus Nord	157	2636	630	361	14	3	0	3801
PM₁₀	19,00-19,25 (µg/m³)	19,25-19,50 (µg/m³)	19,50-19,75 (µg/m³)	19,75-20,00 (µg/m³)	20,00-20,25 (µg/m³)	20,25-20,50 (µg/m³)	20,50-21,00 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	0	2306	1024	440	10	8	13	3801
Aarhus Syd	0	2560	697	507	30	7	0	3801
Aarhus Midt	0	2423	825	504	43	5	1	3801
Aarhus Nord	0	2622	622	513	38	5	1	3801

1.5 Kvælstofafsætning til natur

Der er foretaget en worst case vurdering af bidraget til kvælstoftilførsel til følsom natur i nærområdet. En del af NO_x forureningen fra trafikken afsættes (deponeres) til land- og vådområder, hvor det kan påvirke biodiversiteten negativt. Baggrundsbelastningen med kvælstofafsætning er baseret på Institut for Miljøvidenskabs DAMOS (Danish Ammonia Modelling System) system inden for NOVANA overvågningsprogrammet.

Tålegrænser for følsom natur

Generelt er den mest værdifulde og artrige natur samtidig den mest følsomme i forhold til blandt andet store næringsstoftilførsler. Man taler om, at disse natursystemer har en såkaldt tålegrænse. Overstiger næringsstoftilførslen tålegrænsen, så ændres natursystemet, og biodiversiteten falder – man går imod mindre artsrig natur.

Potentielt berørt natur

Natura2000 områder ved Viborg og Aarhus er følsomme naturområder, som potentielt kan påvirkes af de nye linjeføringer.

Vurdering af kvælstofafsætning

Afsætning af kvælstofoxider til vandoverflader er helt ubetydelig, og derfor kan der i forhold til det akvatiske økosystem ses helt bort herfra. De terrestriske naturområder som hede og moser er de mest følsomme, hvoraf der er flere langs linjeføringerne.

Den ekstra afsætning relateret til de nye linjeføringer er vurderet til maksimalt 38 g N/ha/år. Dette kan sammenholdes med en baggrundsafsætning i 2009 på knapt 15 kg N/ha/år. Det ekstra bidrag udgør derfor maksimalt 0,2 % af baggrundsbelastningen. Selv om vi må regne med at baggrundsaf-

sætningen i 2020 vil være reduceret med op til omkring 25 %, så udgør de ekstra 38 g N/ha/år fortsat et meget lille bidrag.

Ud af baggrundsbelastningens 15 kg N/ha/år stammer ca. 44 % fra kvælstofoxider udsendt fra forbrændingsprocesser, som blandt andet omfatter trafikens bidrag. Imidlertid stammer den helt overvejende del af kvælstofoxidernes bidrag fra kilder i udlandet. Danske kvælstofoxider bidrager således kun med ca. 2 % af den samlede afsætning af kvælstof.

1.6 Støjdæmpende tiltags betydning for luftkvaliteten

Støjskærme

Støjskærme påvirker spredningen af luftforurening, og har derfor en betydning for luftkvaliteten bag støjskærmen. Tidligere modelberegninger af den maksimale effekt af støjskærme på luftkvaliteten, under forudsætning af vindretning fra motorvejen mod skærmen, viser som forventet, at reduktionen er større for høje støjskærme (6 m) i forhold til lavere skærme (3 m), og reduktionen er størst tættest 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.

Støjskærme vurderes kun at påvirke årsmiddelværdier meget lidt og reduktionen er marginal i de afstande, hvor boliger typisk ligger i forhold til motorveje.

Der er ikke indregnet effekten af foreslåede støjskærme i beregningerne af luftkvaliteten, og som det fremgår af ovenstående, vil effekten heraf også være lille.

Støjdæmpende vejbelægning

Erfaringer tyder på at støjdæmpende vejbelægning kan have en betydelig reducerende effekt på ikke-udstødningsdelen for partikler, men denne effekt er endnu mangelfuldt undersøgt og dokumenteret på nuværende tidspunkt.

2 Luftforurening langs motorveje og øvrige veje i åbent land

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.

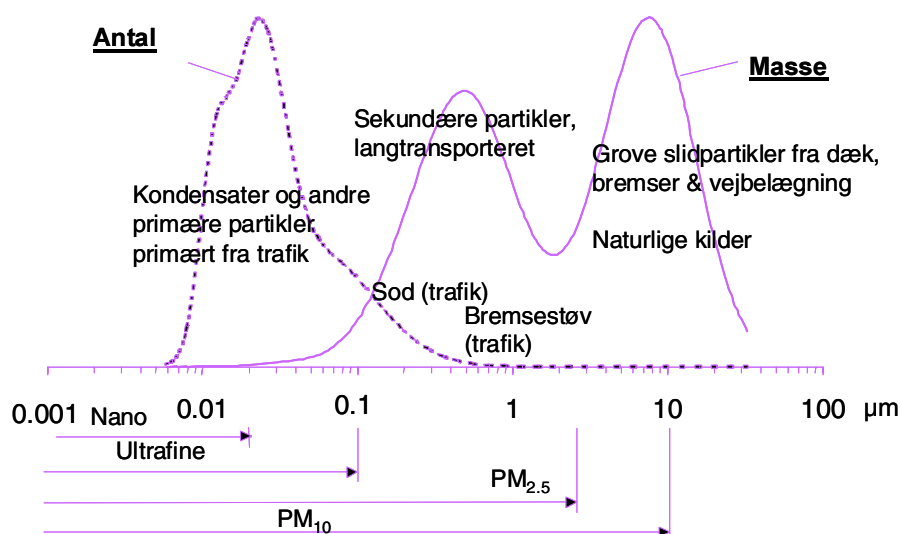
Bybaggrundsbidraget er bestemt af forureningskilder i byen. I større byer er kilderne næsten udelukkende vejtrafik, og bidraget herfra er bestemt af byens udstrækning og trafikthed. Trafikken i Viborg og Aarhus bidrager således til koncentrationen på og langs de nye linjeføringer.

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 Kilde 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 er forbrændingspartikler fra trafikken dominerende. De kan klassificeres som nanopartikler (under 20 nm) og ultrafine partikler (under 100 nm)

Et mål for partikelforureningen er $PM_{2.5}$, der 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 , 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 ophvirvling heraf.

Det regionale bidrag for partikler ($PM_{2.5}$, PM_{10}) er det største bidrag i koncentrationen tæt på motorvejen, efterfulgt af vejbidraget, mens bybaggrundsbidraget 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 viser, 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)

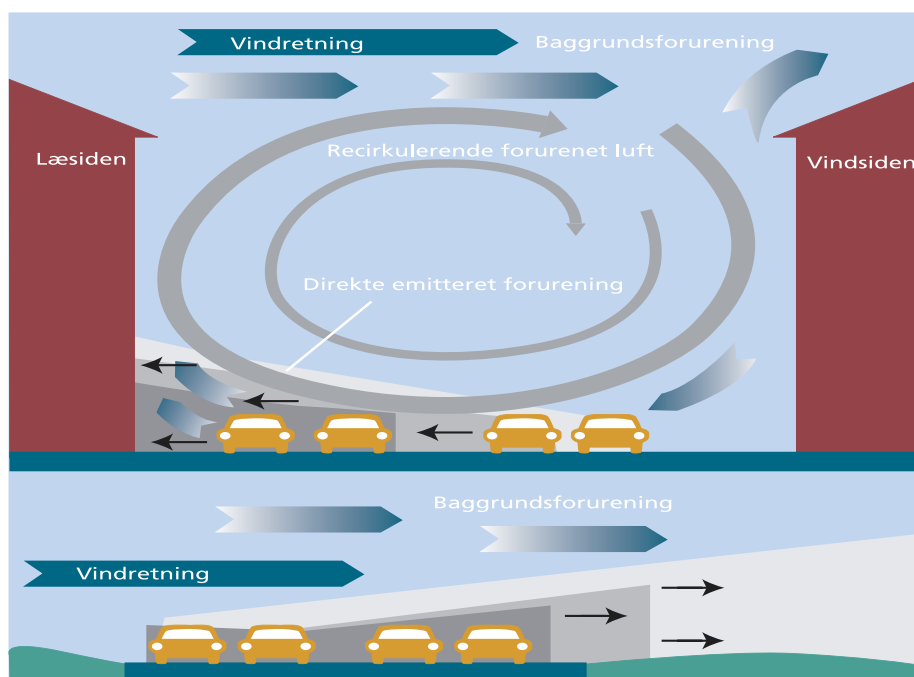
Bybaggrundsbidraget er bestemt af NO_x kilder i byen. I større byer er kilderne næsten udelukkende vejtrafik, og bidraget herfra er bestemt af byens udstrækning og trafiktætheden.

Vejbidraget stammer fra trafikken, og afhænger af trafikmængde, køretøjs-sammensætning 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 forureningsniveauet 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.



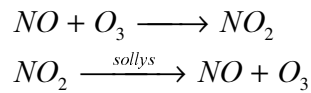
Figur 2.2 Luftforureningen fra en vej i det åbne land aftager hurtigt med afstanden pga. fortynding.

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 udstødningssgasser indeholder en blanding af kvælstofoxider, som hovedsageligt består af NO og NO₂. Indholdet af NO₂ i udstødningssgasserne er omkring 20 % 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 udstødningssgasserne. 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.

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 ozon den begrænsede faktor. Som konsekvens af dette, varierer NO₂-koncentrationen i luften meget mindre end NO_x-koncentrationen. Koncentrationen af NO_x, som er upåvirket af reaktionen med O₃, varierer nogenlunde i takt med trafikens emissioner.

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/grænsevaerdier/>.

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

En målværdi skal også 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 særligt følsomme befolkningsgrupper, og hvor det er nødvendigt øjeblikkeligt at give relevante oplysninger til befolkningen.

En varslings-tærskelværdi 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 ($\text{PM}_{2.5}$)	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	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 (referencpunkt)
	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 (referencpunkt)	
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 PM_{10} 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 sundhedsskadelige forurenin-ger. Det drejer sig især om partikler, kvælstofoxider, kulilte og en lang række kulbrinter, herunder fx benzen og polycykliske aromatiske 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, vil luftkvalitetsvurderingen af motorvejsudvidelsen fokusere på disse stoffer.

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 samt kræftfremkaldende stoffer som benzen og PAH.

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 af partiklerne og den kemiske sammensætning har indflydelse på sundhedseffekterne. Forskerne vurderer, at de fine partikler (under 2,5 mikrometer) og måske de ultrafine er de farligste typer partikler. De grove partikler (over 2,5 og under 10 mikrometer) er mindre farlige, da de fanges i kroppens næse og svælg, mens de fine partikler 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 væskedråber.

Som det fremgår af kildeopgørelsen 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 væ-

sentlig 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 helbreds-effekter 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 astmaangreb 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 hospitalsindlæggelser 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 langt til grund for beregningerne af luftkvaliteten langs rute 26.

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 Institut for Miljøvidenskab 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 Køge Bugt Motorvejen i Danmark (Jensen et al. 2004) og data fra en norsk motorvej (Berger et al., 2010), og er anvendt til at bestemme emissionsfaktorer fra trafikken for partikler på Holbækmotorvejen (Ellermann et al., 2009a; Wang et al. 2010).

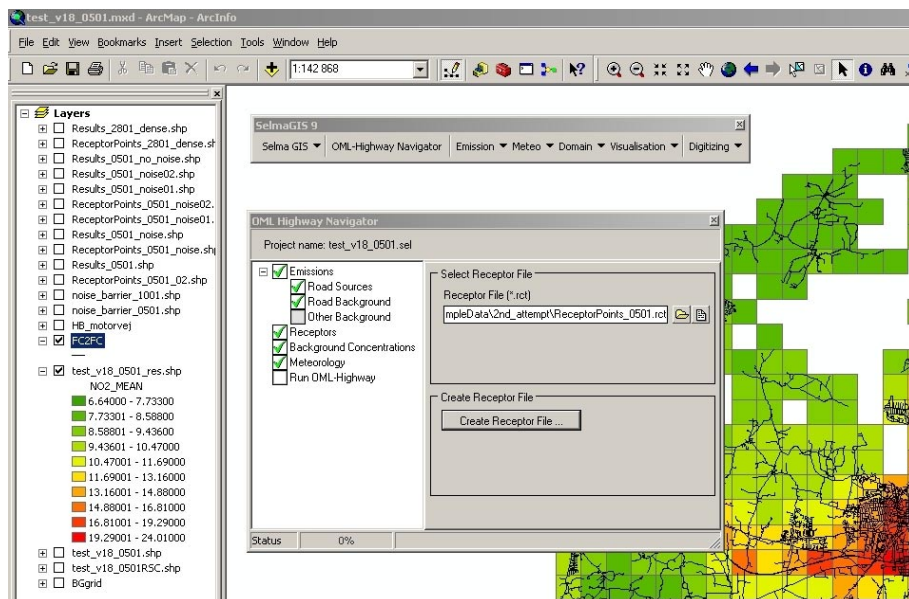
OML-Highway modellen har i løbet af 2011 været anvendt til luftkvalitetsvurdering for Vejdirektoratet i forbindelse med VVM-redegørelse for udbygning af motorvejen omkring Odense Syd (Jensen et al. 2011a) samt for ny 3. Limfjordsforbindelse (Jensen et al. 2011b).

Beregningsmetode

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 OML modellen, som bl.a. benyttes til vurdering af luftkvalitet fra punktkilder i forbindelse med miljøgodkendelser. OML-Highway er en modificeret version af OML modellen, hvor det tages hensyn til forholdene for veje i åbent terræn ved at integrere og videreudvikle en beskrivelse af trafikskabt turbulens, som stammer fra gadeluftkvalitetsmodellen, Operational Street Pollution Model (OSPM).

GIS-baseret brugerflade

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-redegørelse*– forbedring af informationsgrundlaget om emission og luftkvalitet i forbindelse med VVM-undersøgelser af nye større vejanlæg eller væsentlige ændringer af eksisterende større veje.
- *Systematisk kortlægning* - af luftkvalitet og befolkningseksposering 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. Med brug 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 baggrundsveje, fastsætte beregningspunkter og danne gitternet til emissionsberegninger.

OML-Highway 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 underopdeles i modellen i små arealkilder, som repræsenterer emissionen på vejen. Beregningsvejene er typisk de veje, hvor man ønsker at beregne koncentrationer i forskellige afstande fra 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 meteorologisk preprocessor ud fra meteorologiske måledata opsamlet ved jordoverfladen og op igennem atmosfæren. Data kan også være modellerede data med en meteorologisk model. Da det kræver ekspertviden at generere disse typer data, 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 et år for beregning af en årsmiddelværdi.

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

Modellen indeholder tyske 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, partikelantal, 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 , NO_2 , PM udstødning, $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , CO og benzen. Emissionerne for SO_2 (svovldioxid) og VOC (flygtige organiske forbindelser) indgår ikke i emissionsmodul til OML-Highway, og er derfor beregnet på følgende forenklet måde. Ud fra emissionsfaktorer fra den nationale emissionsopgørelse for køretøjskategorierne og typisk køretøjssammensætning er den gennemsnitlige emissionsfaktor beregnet for NO_x , SO_2 og VOC i 2020. I 2020 udgør SO_2 0,43 % af NO_x og VOC 59,4 % af NO_x . Disse forholdstal er anvendt til at beregne total emission af SO_2 og VOC ud fra den beregnede NO_x emission i 2020.

4.3 CO_2 emission

OML-Highway beregner CO_2 emissionen ud fra brændstofforbruget. Brændstofforbruget er en del af emissionsmodellen COPERT IV, som er integreret i OML-Highway. COPERT IV har brændstofforbruget knyttet til de forskellige Euroemissionsklasser. Problemet er at de nyere emissionsklasser stort set ikke har forudsat lavere brændstofforbrug end ældre emissionsnormer. Det medfører meget lidt udvikling i energieffektivitet i COPERT frem mod 2020, hvilket ikke er sandsynligt.

Beregning af udviklingen i CO_2 emissionen er derfor baseret på Energistyrelsens fremskrivning af energiforbruget for vejtransport (Energistyrelsen 2010). I Energistyrelsens forudsigelse af udviklingen i køretøjernes energieffektivitet er det antaget, at den vedtagne EU-forordning om personbilers CO_2 -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 CO_2 udledt pr. kørt km i 2015 (EU 2009). Efter 2015 antages udviklingen i den gennemsnitlige energieffektivitet i nybilsalget at være mere afdæmpet med gennemsnitlig 0,4 pct. årligt. For varebiler antages forbedring af energieffektiviteten at ske med den halve takt i forhold til 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 topper 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 CO_2 emission antages derfor en årlig gennemsnitlig forbedring af energieffektiviteten på 1,55 % for perioden 2009-2020, se Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Udvikling i energieffektivitet for bilparken

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

Energiforbruget og dermed CO₂ emissionen pr. gns. køretøj reduceres med 16 % fra 2009 til 2020.

I de forskellige scenarier beregnes CO₂ emissionen ud fra trafikarbejdet og energieffektiviteten vist i ovenstående tabel. Da vi kun betragter basis og alternativer i 2020 er CO₂ emissionen proportional med trafikarbejdet, og er kun opgjort som et indeks.

4.4 Forudsætninger for eksisterende forhold og alternativer for rute 26 Viborg - Aarhus

Basis 2020

Rute 26 er en vigtig trafikkorridor til betjening af en række byer i det midt- og vestjyske område. Ruten er samtidig fødevej til motorvejsnettet og havnene i Hanstholm og Århus. På strækningen mellem Viborg og Århus er vejen 2-sporet på størstedel af strækningen. Vest om Viborg er vejen på en kort strækning 3-sporet med 2 kørespor mod nord og 1 kørespor mod syd. På den sydligste strækning af Sønder Ringvej og på rute 26 syd for Viborg ved Rindsholm er vejen 4-sporet med midterrabat. Trafikbelastningen på rute 26 er ca. 10.-15.000 biler pr. døgn med en lastbilandel på 10 %. Dog er der på Sønder Ringvej i Viborg en årsdøgntrafik på ca. 20.000 biler pr. døgn. Trafikken varierer en del på strækningen, men den er størst ved Viborg og Århus. Trafikvæksten har været høj på strækningen, og pendlingstrafikken er også stigende (Vejdirektoratet (2010b)).

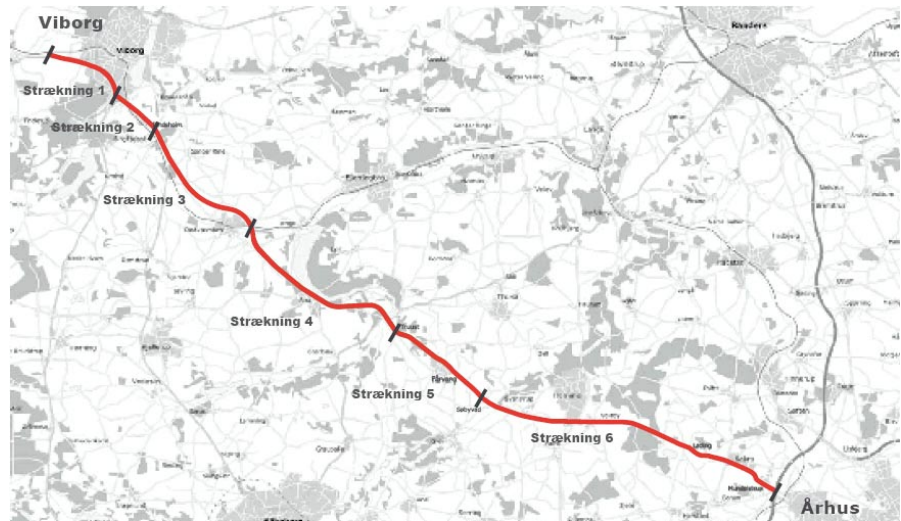
Trafikken er fremskrevet til 2020 vha. en trafikmodel. Denne situation kaldes 0-alternativet dvs. med uændret vejforbindelse i forhold til i dag men med fremskrevet trafik til 2020. 0-alternativet danner udgangspunkt for sammenligning med linjeføringerne for udbygning til motorvej eller motortrafikvej.

Alternativerne i 2020

VVM undersøgelsen af rute 26 Århus-Viborg omfatter følgende (Vejdirektoratet 2010a):

- Strækning 1: Viborg Vest- Viborg Syd (ca. 6 km)
- Strækning 2: Viborg Syd - Rødkærsbro (ca. 5 km)
- Strækning 6: Søbyvad-Aarhus (ca. 21 km)

I forbindelse med økonomiundersøgelserne (Vejdirektoratet 2010b) blev hele strækningen mellem Aarhus og Viborg belyst, og denne er underopdelt i 6 strækninger, som vist i Figur 4.2. VVM-undersøgelsen omfatter tre af disse.



Figur 4.2. Inddeling af strækningen mellem Aarhus og Viborg i 6 delstrækninger.

Ved Aarhus er det planlagt, at anlægge motorvej mellem Hammel og E45. Vest for Hammel overgår vejen til 2+1 motortrafikvej.

Ved Viborg er det planlagt at udbygge vejen til 2+1 motortrafikvej mellem Holstebrovej og Søndre Ringvej. Søndre Ringvej og de eksisterende 4-sporede strækninger syd for Viborg udbygges til 4-sporet (2+2) motortrafikvej.

Udbygning af rute 26 ved Aarhus og Viborg omfatter således:

- 4-sporet motorvej, 130 km/t
- 2+1 (2+2) motortrafikvej, 90 km/t

På de strækninger, hvor motortrafikvejen udformes som en 2+1 vej, vil der skiftevis være to og et spor i de to færdselsretninger. Det vil give mulighed for overhaling, og fremkommeligheden vil dermed blive forøget. Alle kryds udformes som toplanskryds.

Følgende linieføringer er med i VVM-undersøgelsen:

- Et såkaldt 0-alternativ, hvor der er en uændret vejforbindelse i forhold til i dag (her benævnt Viborg Basis og Aarhus Basis)

Delstrækningen Viborg V- Rødkærsbro:

- En udbygning til 2+1 motortrafikvej mellem Holstebrovej og Søndre Ringvej samt udbygning til 2+2 motortrafikvej på Søndre Ringvej frem til rundkørslen med rute 13 samt udbygning af den eksisterende vej til 2+2 motortrafikvej mellem rute 13 og Rødkærsbro (her benævnt Viborg Nord)
- En udbygning til 2+1 motortrafikvej mellem Holstebrovej og rundkørslen med rute 13 samt udbygning af den eksisterende vej til 2+2

motortrafikvej mellem rute 13 og Rødkærsbro (her benævnt Viborg Syd)

Delstrækningen Aarhus-Søbyvad:

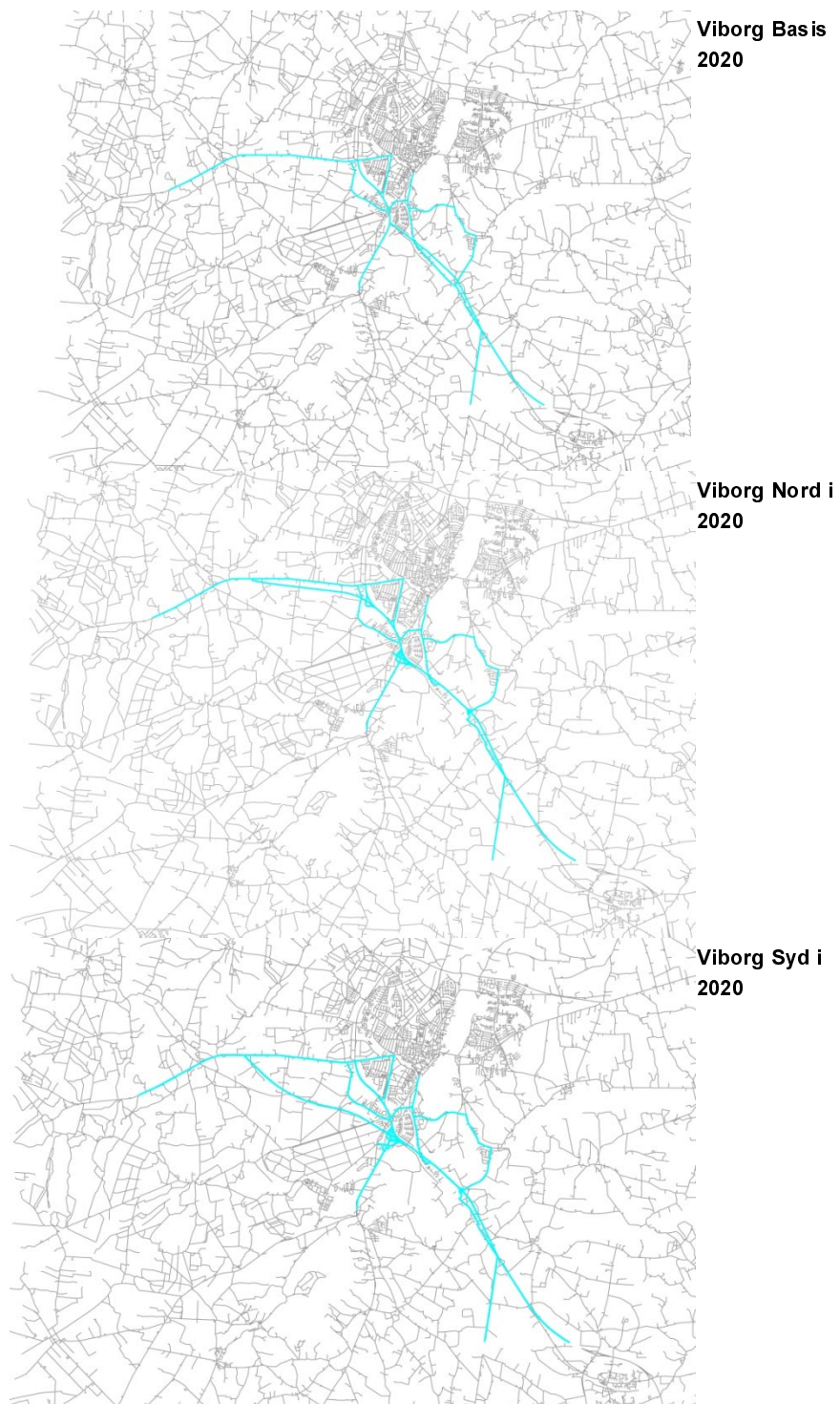
- En udbygning til motorvej syd om Lading Sø (her benævnt Aarhus Syd)
- En udbygning til motorvej nord om Lading By (her benævnt Aarhus Nord)
- En udbygning som beskrevet i projekteringsloven fra 1990 (her benævnt Aarhus Midt)

Alternativerne i 2020

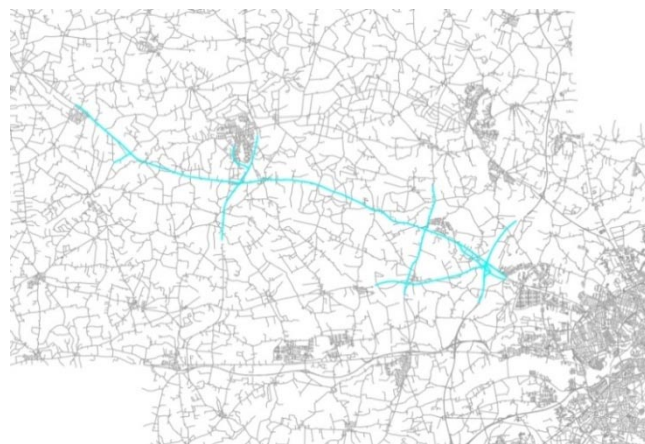
Motorvejs- og motortrafikvejstrækningerne og øvrige berørte veje (til sammen trafikmodelvejnettet) er leveret som digitale vejnet. Det digitale vejnet indeholder oplysninger om trafikniveau (årsdøgntrafik), hastighed og vejbredde for eksisterende forhold i 0-alternativet i 2020 og øvrige alternativer i 2020. Trafikdata i 2020 er modelleret med en trafikmodel. Motorvejs- og motortrafikvejstrækningerne og øvrige berørte veje danner til sammen influensvejnettet dvs. det vejnet, hvor der sker væsentlige ændringer i trafikken.

Det resterende vejnet og trafikken herpå stammer fra Institut fra Miljøvidenskabs vej- og trafikdatabase (Jensen et al. 2009).

Basis og alternativer i 2020 ved Viborg og Aarhus er vist i hhv. Figur 4.3 og i Figur 4.4.



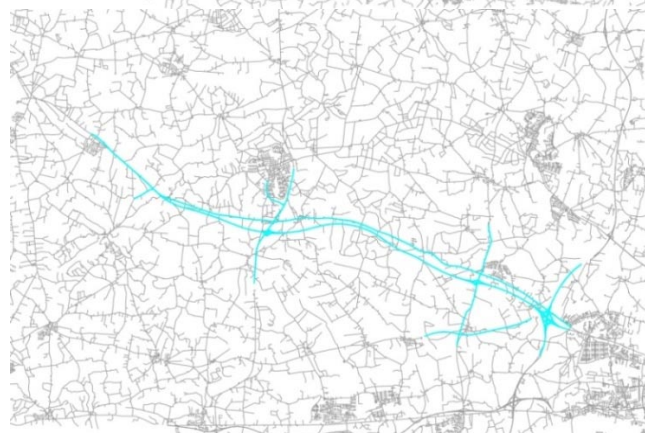
Figur 4.3. Alternativer ved Viborg. Beregningsveje (blå) og baggrundsveje (grå).



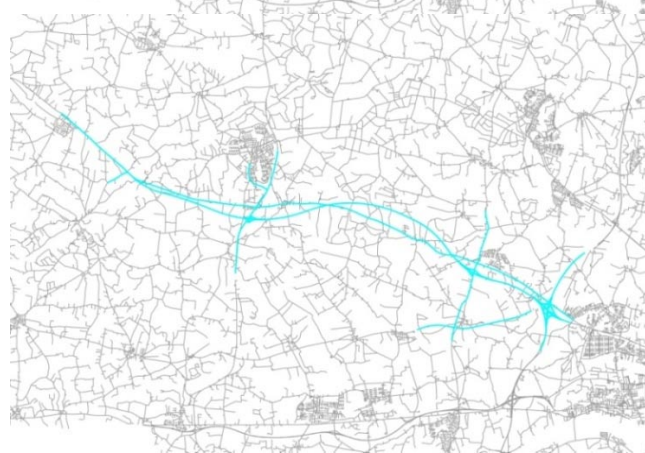
Aarhus Basis 2020



Aarhus Syd i 2020



Aarhus Midt i 2020



Aarhus Nord i 2020

Figur 4.4. Alternativer ved Aarhus. Beregningsveje (blå) og baggrundsveje (grå).

I selve OML-Highway beregningerne er beregningsveje og baggrundsveje håndteret på følgende måde. I basissituationen er der et basis beregningsnet ved Viborg og et ved Aarhus. Da alle alternativerne indeholder disse veje er disse basisvejnet klippet ud af baggrundsvejnettet. På denne måde er der kun et baggrundsvejnet, som ligger til grund for alle efterfølgende luftkvalitetsberegninger. Når der regnes på et konkret alternativ fx Viborg Nord har vi også medtaget Aarhus Basis som beregningsveje for at have al emission med som bidrager til luftforureningen langs med beregningsvejene fx i Viborg Nord. I de tabeller, som opsummerer vejlængder, trafikarbejde og emissioner, har vi dog inkluderet fx Aarhus Basis i baggrundsvejnettet for Viborg Nord.

Trafikdata for beregningsvejene

Trafikoplysninger fra trafikmodellen omfatter: årsdøgntrafik (ÅDT), gennemsnitshastighed (dagperiode kl. 7-19), og kørebanebredde. Køretøjsfordelingen er givet separat som beskrevet senere.

Ud over ovennævnte 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.

For hovedstrækningerne er anvendt følgende køretøjsfordeling, som er baseret på resultater af trafiktællinger: Personbiler 79 %, varebiler 10 %, lastbiler 11 %.

For øvrige veje i beregningsvejnettet afhænger køretøjsstøjsammensætningen af hastigheden baseret på Miljøstyrelsens støjvejledning (Miljøstyrelsen 2006), som beskrevet i Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Standardværdier for køretøjsfordeling og hastigheder for baggrundsveje i OML-Highway

Vejtype	Personbil (fraktion)	Varebil (fraktion)	Lastbiler (fraktion)	Busser (fraktion)	Hastighed - lette køretøjer (km/t)
Motorvej, motorvej i by, landevej	0,76	0,09	0,15	0,00	>75
Overordnet bygade	0,75	0,10	0,15	0,00	55-74
Fordelingsvej i boligområder	0,78	0,12	0,08	0,02	45-54
Boligvej, 30-40 km/t	0,83	0,12	0,03	0,02	< 44

For hvert vejsegment kan ÅDT og tung trafikandel variere, og OML-Highway beregner for hver vejstrækning antallet af personbiler, varebiler, lastbiler < 32t, lastbiler > 32t samt busser ud fra ovenstående fordelingsnøgle for køretøjsammensætningen. Eksempelvis vægtes den tunge trafik i forholdet 2,3 : 9,3 : 0,4 for at beregne antal lastbiler < 32t, lastbiler > 32t samt busser. I OML-Highway opereres med et endeligt antal kombinationer af tungandele, hastigheder og døgnfordelinger, og for hvert vejstykke vælges den kombination, som er tættest på faktisk tungandel og hastighed. I praksis betyder dette at tungandel springer i trin af 1 % og hastighed i trin af 10 km/t.

Trafikkens døgnfordeling er bestemt ved en af de eksisterende døgnfordelinger for byveje i OSPM modellen (Type B), som bedst passer til landevejs/motorvejskørsel. 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.

I OML-Highway angives hastigheden for de lette køretøjer og i døgnfordelingsfilen vægtes denne hastighed over døgnet, og med forskellig vægt for lette og tunge køretøjer. Lette køretøjer har den gns. hastighed som angives for lette køretøjer mens tunge køretøjer nedskaleres i hastighed. Da standard trafikfilerne er for bytrafik er nedskaleringen af hastigheden ikke så stor som den bør være for landevejskørsel, derfor er skaleringen tilrettet således at den tunge trafik har en maks. hastighed på 90 km/t, hvilke er samme antagelser som i støjberegningerne.

For 0-alternativerne i Viborg og Aarhus er hastigheden oplyst for dagperioden og OML-Highway forudsætter en gns. hastighed. Derfor er daghastigheden skaleret med en faktor 1,05 på baggrund af oplysninger af fordelingen af hastighed i dagperioden (kl. 7-19) aften (kl. 19-22), og nat (kl. 22-7). For øvrige alternativer er hastigheden en gns. hastighed og skal ikke skaleres.

Der er lavet fire døgnfordelingsfiler, som repræsenterer de forskellige hastigheder, som optræder i datasættene, således at tunge køretøjer maksimalt bliver på 90 km/t.

Koldstartsandele specificeres også i døgnfordelingsfilerne og er sat til 0, da der er tale om landevejskørsel, hvor motorerne forudsættes at være varme.

Trafikdata for baggrundsveje

Baggrundsvejene er baseret på Institut for Miljøvidenskabs GIS-baseret vej- og trafikdatabase (Jensen et al. 2009). Dette datasæt indeholder ÅDT for forskellige år 1960-2020, 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 trafikdatabasen 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 køretøjer	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

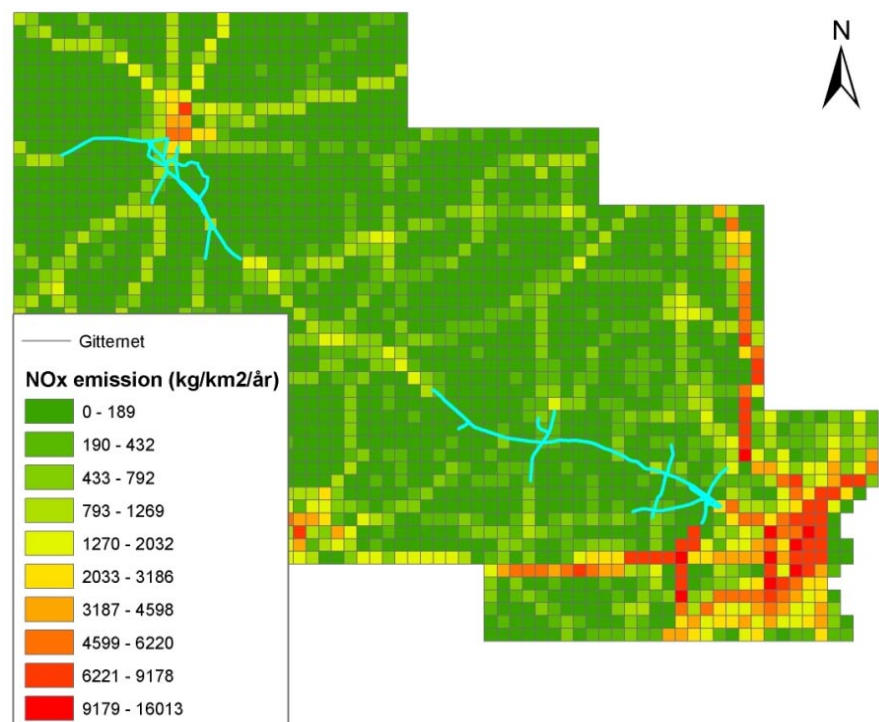
Årsdøgntrafikken for baggrundsvejene tager udgangspunkt i 2005, som er fremskrevet til 2020. Trafikken på dette vejnet er fra 2005 og fremskrevet til 2020 ud fra den generelle trafikstigning på landsplan, hvor der antages en

trafikvækst på 1,35 % årligt svarende til Vejdirektoratets antagelser i basisvækstscenariet (www.vd.dk).

Emissionsdata

For beregningsvejene som udgøres af motorvejsstrækningerne beregner OML-Highway emissionen ved at underopdele beregningsvejen i små arealkilder, som repræsenterer emissionen på vejen.

Emissionsbidraget fra baggrundsvejene beregnes ud fra et gitternet med felter på 1km x 1km, som er lagt ned over området således at beregningsvejene og et stort område med baggrundsveje er med (Figur 4.5).



Figur 4.5. Gitternet med NO_x emissionstæthed (kg/år/km²) for baggrundsveje for basis 2020. 0-alternativ veje ved Viborg og Aarhus er vist med blåt.

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

Regionale baggrundskoncentrationer

Regionale baggrundskoncentrationer fra 2008 stammer fra måledata fra Keldsnor, Langeland. Denne målestation er repræsentativ for den regionale baggrundskoncentration i Danmark og derfor også for Viborg og Aarhus. Data indeholder en tidsserie med NO_x, NO₂ og O₃, som er nødvendige for at kunne beregne NO₂ koncentrationen. Det regionale niveau af NO₂ er 8,6 µg/m³ i 2008. For PM_{2.5} og PM₁₀ er anvendt en gennemsnitsværdi, da de ikke indgår i kemisk omdannelse på den tidsskala, som betragtes. PM_{2.5} og PM₁₀ er forudsat at være hhv. 11 µg/m³ og 19 µg/m³. Det er i beregningerne forudsat, at disse niveauer ikke ændres frem til 2020, selvom der kan forventes en svag 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 Viborg og Aarhus. Det 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 Aalborg under overvågningsprogrammet for luftforurening i Danmark under Det nationale overvågningsprogram for natur og vandmiljø (NOVANA) (Ellermann et al. 2011), og vurderes at være repræsentativ for Viborg og Aarhus for beregning af årsmiddelværdier.

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 omkring 1.000 m fra beregningsvejene i de forskellige alternativer. 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.

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

Anvendelses- kode i BBR	Kort beskrivelse	Indgår i antal støj- og luftforureningsbelastede boliger	Belyses særskilt
110	Stuehus	X	
120	Parcelhus	X	
130	Række/kædehus	X	
140	Etagebolig	X	
150	Kollegium	X	
160	Døgninstitution	X	
190	And. helårsbolig	X	
510	Sommerhus	X	
520	Feriebygning		X
540	Kolonihavehus		X
590	Anden fritidsbygning		X

Beregningspunkter

Med et værktøj i OML-Highway er der dannet beregningspunkter langs med beregningsvejene, som er identiske med BBR adressepunkterne.

5 Luftkvalitetsvurdering af eksisterende forhold og alternativer

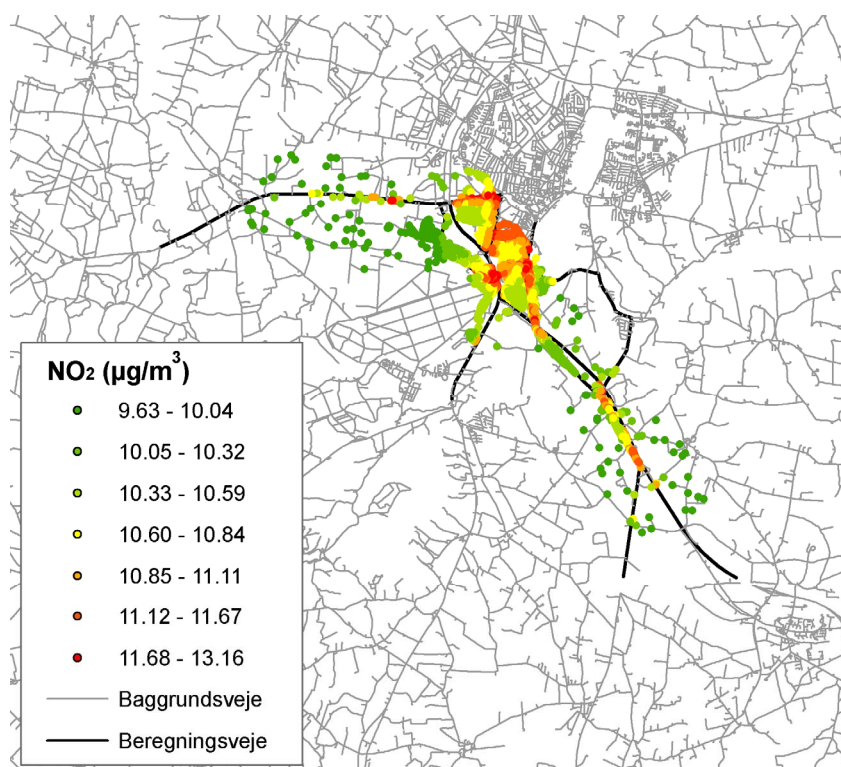
5.1 Viborg Basis i 2020

Luftkvalitetsvurdering for Viborg Basis i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne ved alle boligadresser er visualiseret for Viborg Basis i 2020 i Figur 5.1.

De højeste koncentrationer ved Viborg i 2020 er 13,2 µg/m³. Niveauet er langt under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er omkring 1½ gange så høje som det regionale baggrunds niveau på 8,6 µg/m³.

Mange af de højere NO₂ koncentrationer er ikke langs selve landevejen, men langs tilstødende bygader, som har samme trafikmængder som landevejen, og hvor boligerne ligger tæt på vejen.



Figur 5.1. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i basis 2020 på alle boligadresser for Viborg Basis.

Den geografiske fordeling for PM_{2.5} og PM₁₀ svarer til NO₂ og er derfor ikke visualiseret.

PM_{2.5} koncentrationerne ved Viborg Basis i 2020 ligger i intervallet 11,0-11,5 µg/m³, hvilket er langt under grænseværdien på 25 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt højere end det regionale baggrunds niveau på 11,0 µg/m³.

PM₁₀ koncentrationerne ligger i intervallet 19,2-20,4 µg/m³, hvilket er langt under grænseværdien på 40 µg/m³. De højeste koncentrationer er kun lidt højere end det regionale baggrunds niveau på 19,0 µg/m³.

Antal boliger belastet med luftforurening i Viborg Basis i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening er vist i Tabel 5.1, Tabel 5.2, og Tabel 5.3 for hhv. NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀ for Viborg basis i 2020.

Det samlede antal belastede boliger er 4251. Herudover er der 5 øvrige ferie- og fritidsboliger.

Tabel 5.1. Antallet af boliger belastet med NO₂ luftforurening for Viborg Basis i 2020

Boligtype:	9,5-10,0 (µg/m ³)	10,0-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,0 (µg/m ³)	11,0-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,0 (µg/m ³)	12,0-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,2 (µg/m ³)	Total
Stuehus	56	32	4	2				94
Parcelhus	101	542	1031	381	77	29	9	2170
Række/kædehus	12	171	372	38				593
Etagebolig	55	16	764	470	13	12	6	1336
Kollegium			8					8
Døgninstitution	1		17	3				21
And. helårsbolig	2	5	15	1	3		1	27
Sommerhus	1		1					2
Total	228	766	2212	895	93	41	16	4251

Tabel 5.2. Antallet af boliger belastet med PM_{2.5} luftforurening for Viborg Basis i 2020

Boligtype:	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Stuehus	54	38	2					94
Parcelhus	42	1501	554	65	8			2170
Række/kædehus	12	512	69					593
Etagebolig	16	481	812	25	2			1336
Kollegium		4	4					8
Døgninstitution	1	17	3					21
And. helårsbolig	2	20	3	1	1			27
Sommerhus	1	1						2
Total	128	2574	1447	91	11	0	0	4251

Tabel 5.3. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ luftforurening for Viborg Basis i 2020

Boligtype:	19,0-19,2 (µg/m ³)	19,2-19,4 (µg/m ³)	19,4-19,6 (µg/m ³)	19,6-19,8 (µg/m ³)	19,8-20,0 (µg/m ³)	20,0- 20,2 (µg/m ³)	20,2- 20,4 (µg/m ³)	Total
Stuehus	3	85	5	1				94
Parcelhus		540	1214	335	62	13	6	2170
Række/kædehus		158	412	23				593
Etagebolig		71	926	312	15	10	2	1336
Kollegium			8					8
Døgninstitution		1	20					21
And. helårsbolig		7	15	3	1		1	27
Sommerhus		1	1					2
Total	3	863	2601	674	78	23	9	4251

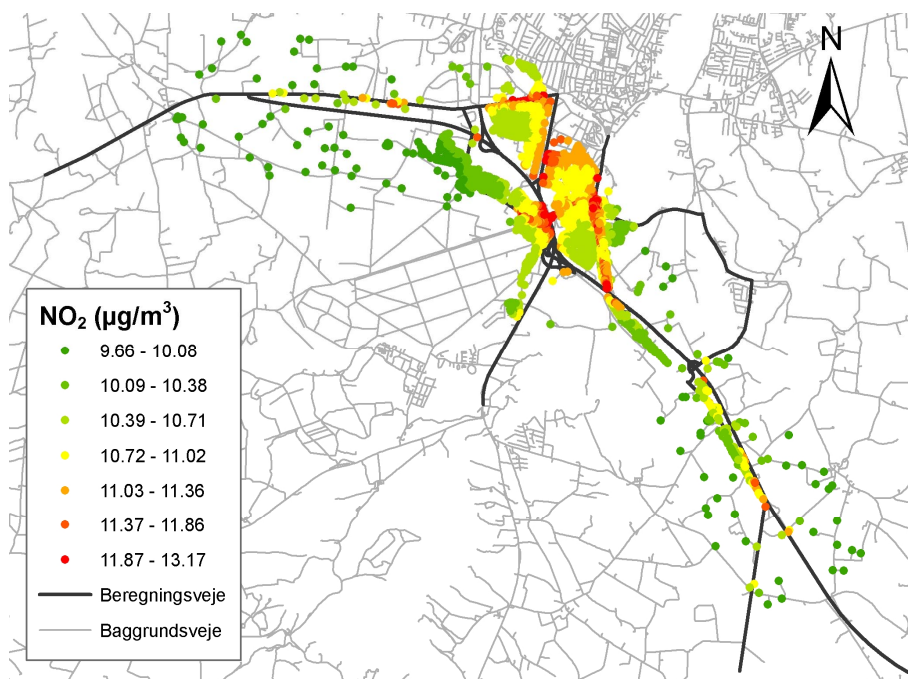
5.2 Viborg Nord i 2020

Luftkvalitetsvurdering for Viborg Nord i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2020 for Viborg Nord på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.2.

Der er relativt få boliger langs den nye vejstrækning.

De højeste koncentrationer ved Viborg Nord i 2020 er 13,2 µg/m³.



Figur 5.2. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2020 for Viborg Nord.

PM_{2.5} koncentrationerne ved Viborg Nord i 2020 ligger i intervallet 11,07-11,43 µg/m³.

PM₁₀ koncentrationerne ligger i intervallet 19,2-20,2 µg/m³.

Antal boliger belastet med luftforurening ved Viborg Nord i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening er vist i Tabel 5.5, Tabel 5.6 og Tabel 5.6 for hhv. NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀ for Viborg Nord i 2020.

Det samlede antal belastede boliger er 4251 samt 5 øvrige ferie- og fritidsboliger.

Der er en svag tendens til at antallet af belastede boliger forskydes mod højere koncentrationsniveauer i forhold til basissituationen, men niveauerne er langt under grænseværdierne.

Tabel 5.4. Antallet af boliger belastet med NO₂ luftforurening for Viborg Nord i 2020

Boligtype:	9,5-10,0 (µg/m ³)	10,0-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,0 (µg/m ³)	11,0-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,0 (µg/m ³)	12,0-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,2 (µg/m ³)	Total
Stuehus	52	28	10	2	2			94
Parcelhus	42	495	1043	445	93	41	11	2170
Række/kædehus	12	142	357	80	2			593
Etagebolig	3	70	340	851	26	42	4	1336
Kollegium			4	4				8
Døgninstitution	1		16	4				21
And. helårsbolig	1	6		16	3		1	27
Sommerhus	1		1					2
Total	112	741	1771	1402	126	83	16	4251

Tabel 5.5. Antallet af boliger belastet med PM_{2,5} luftforurening for Viborg Nord i 2020

Boligtype:	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Stuehus	46	43	5					94
Parcelhus	29	1519	552	64	6			2170
Række/kædehus	12	492	89					593
Etagebolig	3	391	896	44	2			1336
Kollegium			8					8
Døgninstitution	1	16	4					21
And. helårsbolig	1	21	4		1			27
Sommerhus	1	1						2
Total	93	2483	1558	108	9	0	0	4251

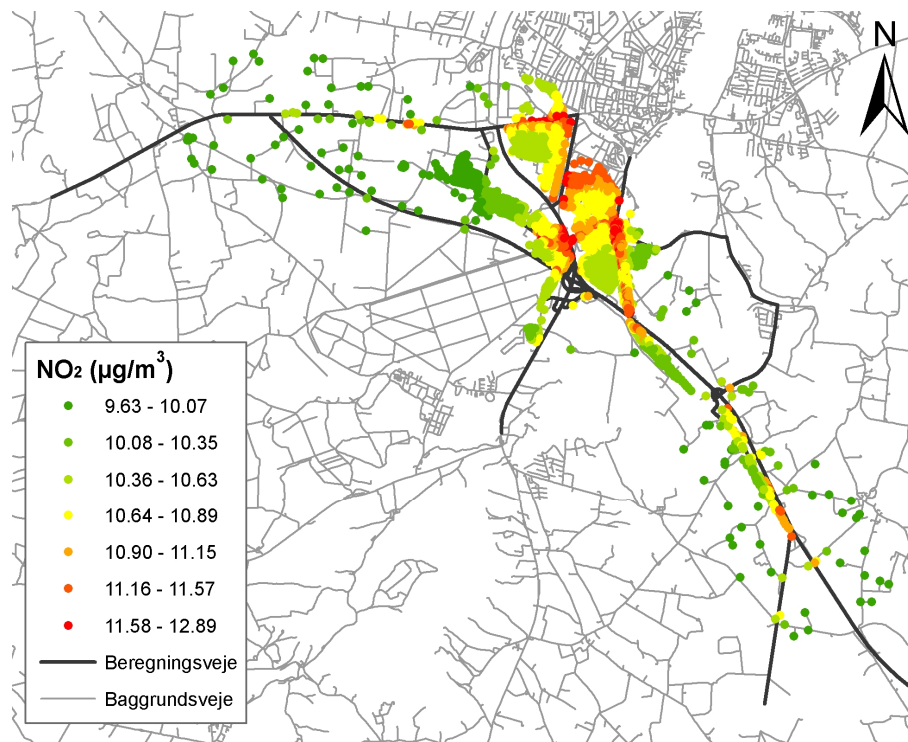
Tabel 5.6. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ luftforurening for Viborg Nord i 2020

Boligtype:	19,0-19,2 (µg/m ³)	19,2-19,4 (µg/m ³)	19,4-19,6 (µg/m ³)	19,6-19,8 (µg/m ³)	19,8,-20,0 (µg/m ³)	20,0-20,2 (µg/m ³)	20,2-20,4 (µg/m ³)	Total
Stuehus	2	77	12	3				94
Parcelhus		466	1265	361	64	14		2170
Række/kædehus		154	417	22				593
Etagebolig		73	545	650	56	12		1336
Kollegium			4	4				8
Døgninstitution		1	18	2				21
And. helårsbolig		7	15	3	1	1		27
Sommerhus		1	1					2
Total	2	779	2277	1045	121	27	0	4251

5.3 Viborg Syd i 2020

Luftkvalitetsvurdering for Viborg Syd i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2020 for Viborg Syd for alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.3.



Figur 5.3. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2020 for Viborg Syd.

Det nye vejstykke giver ikke anledning til nye højere eksponerede boliger, da der er få boliger langs det nye vejstykke, og koncentrationerne er lave.

De højeste koncentrationer ved Viborg Syd i 2020 er 12,9 µg/m³, hvilket er lidt lavere end for Viborg Basis. PM_{2.5} koncentrationerne ved Viborg Syd i 2020 ligger i intervallet 11,07-11,45 µg/m³.

PM₁₀ koncentrationerne ligger i intervallet 19,19-20,22 µg/m³.

Antal boliger belastet med luftforurening for Viborg Syd i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening er vist i Tabel 5.7, Tabel 5.8, og Tabel 5.9 for hhv. NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀ for Viborg Nord i 2020.

Det samlede antal belastede boliger er 4251 samt 5 øvrige ferie- og fritidsboliger.

Der er en svag tendens til at antallet af belastede boliger forskydes mod højere koncentrationsniveauer i forhold til basissituationen, men niveauerne er langt under grænseværdierne.

Table 5.7. Antallet af boliger belastet med NO₂ luftforurening for Viborg Syd i 2020

Boligtype:	9,5-10,0 (µg/m ³)	10,0-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,0 (µg/m ³)	11,0-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,0 (µg/m ³)	12,0-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,2 (µg/m ³)	Total
Stuehus	49	36	7		1	1		94
Parcelhus	68	537	1083	390	76	12	4	2170
Række/kædehus	12	152	389	40				593
Etagebolig	55	18	465	750	36	10	2	1336
Kollegium			8					8
Døgninstitution	1		17	3				21
And. helårsbolig		7	15	2	2	1		27
Sommerhus	1		1					2
Total	186	750	1985	1185	115	24	6	4251

Table 5.8. Antallet af boliger belastet med PM_{2.5} luftforurening for Viborg Syd i 2020

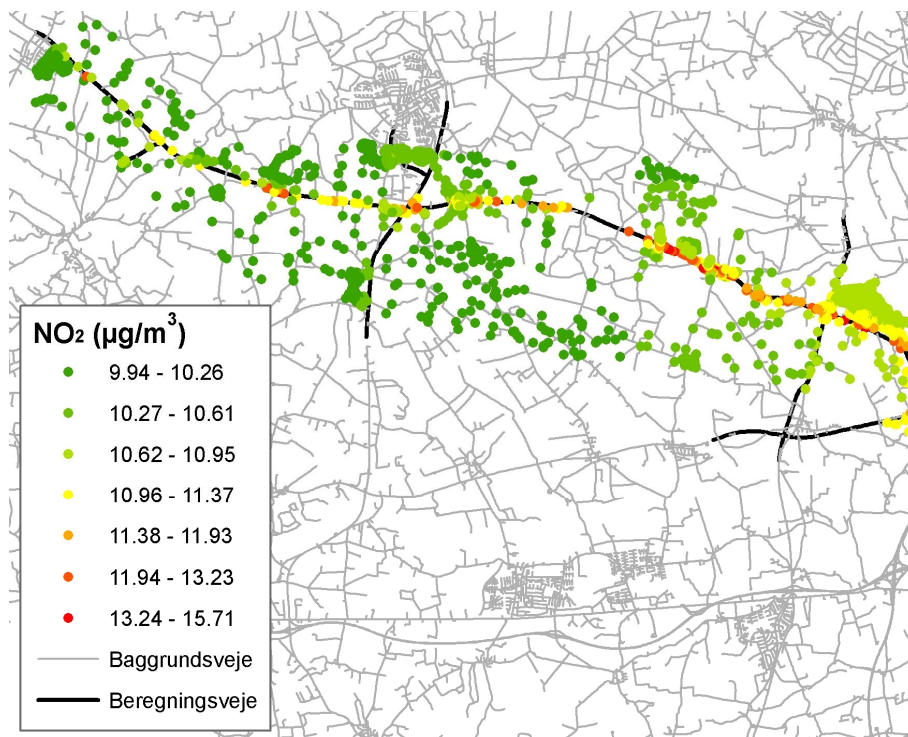
Boligtype:	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Stuehus	46	45	2	1				94
Parcelhus	34	1577	511	44	4			2170
Række/kædehus	12	513	68					593
Etagebolig	3	466	849	18				1336
Kollegium		4	4					8
Døgninstitution	1	17	3					21
And. helårsbolig		22	4	1				27
Sommerhus	1	1						2
Total	97	2645	1441	64	4	0	0	4251

Table 5.9. Antallet af boliger belastet med PM_{2.5} luftforurening for Viborg Syd i 2020

Boligtype:	19,0-19,2 (µg/m ³)	19,2-19,4 (µg/m ³)	19,4-19,6 (µg/m ³)	19,6-19,8 (µg/m ³)	19,8,-20,0 (µg/m ³)	20,0-20,2 (µg/m ³)	20,2-20,4 (µg/m ³)	Total
Stuehus	3	81	8	1	1			94
Parcelhus		558	1241	319	45	6	1	2170
Række/kædehus		154	423	16				593
Etagebolig		73	919	326	16	2		1336
Kollegium			8					8
Døgninstitution		1	18	2				21
And. helårsbolig		7	15	4	1			27
Sommerhus		1	1					2
Total	3	875	2633	668	63	8	1	4251

5.4 Aarhus Basis i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne i basis 2020 på alle boligadresser er visualiseret for Viborg Basis i Figur 5.4.



Figur 5.4. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i basis 2020 på alle boligadresser for Aarhus Basis.

Koncentrationerne er højest langs med landevejen og langs med motorvejen E45 og tilstødende veje hertil. Den højeste NO₂ koncentration er 15,7 µg/m³.

PM_{2.5} koncentrationerne for Aarhus Basis i 2020 ligger i intervallet 11,09-11,71 µg/m³.

PM₁₀ koncentrationerne ligger i intervallet 19,26-20,94 µg/m³.

Antal boliger belastet med luftforurening for Aarhus Basis i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening er vist i Tabel 5.10, Tabel 5.11 og Tabel 5.12 for hhv. NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀ for Aarhus Basis i 2020.

Det samlede antal belastede boliger er 3801 samt 14 øvrige ferie- og fritidsboliger.

Tabel 5.10. Antallet af boliger belastet med NO₂ luftforurening for Aarhus Basis i 2020

Boligtype:	9,5-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,5 (µg/m ³)	13,5-14,5 (µg/m ³)	14,5-15,5 (µg/m ³)	15,5-16,5 (µg/m ³)	Total
Stuehus	185	108	38	5	1	2		339
Parcelhus	644	891	454	35	10	6	1	2041
Række/kædehus	268	436	231				2	937
Etagebolig	64	209	186	4				463
Kollegium								0
Døgninstitution	1	1	1					3
And. helårsbolig	15		2	1				18
Sommerhus								0
Total	1177	1645	912	45	11	8	3	3801

Tabel 5.11. Antallet af boliger belastet med PM_{2,5} luftforurening for Aarhus Basis i 2020

Boligtype:	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Stuehus	9	267	55	6		1	1	339
Parcelhus	10	1397	520	95	9	5	5	2041
Række/kædehus	9	673	236	17			2	937
Etagebolig		268	191	4				463
Kollegium								0
Døgninstitution		2	1					3
And. helårsbolig		15		2	1			18
Sommerhus								0
Total	28	2622	1003	124	10	6	8	3801

Tabel 5.12. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ luftforurening for Aarhus Basis i 2020

Boligtype:	19,00-19,25 (µg/m ³)	19,25-19,50 (µg/m ³)	19,50-19,75 (µg/m ³)	19,75-20,00 (µg/m ³)	20,00-20,25 (µg/m ³)	20,25-20,50 (µg/m ³)	20,50-21,00 (µg/m ³)	Total
Stuehus		251	72	12	2		2	339
Parcelhus		1220	527	270	7	8	9	2041
Række/kædehus		600	235	100			2	937
Etagebolig		218	189	56				463
Kollegium								0
Døgninstitution		2	1					3
And. helårsbolig		15		2	1			18
Sommerhus								0
Total	0	2306	1024	440	10	8	13	3801

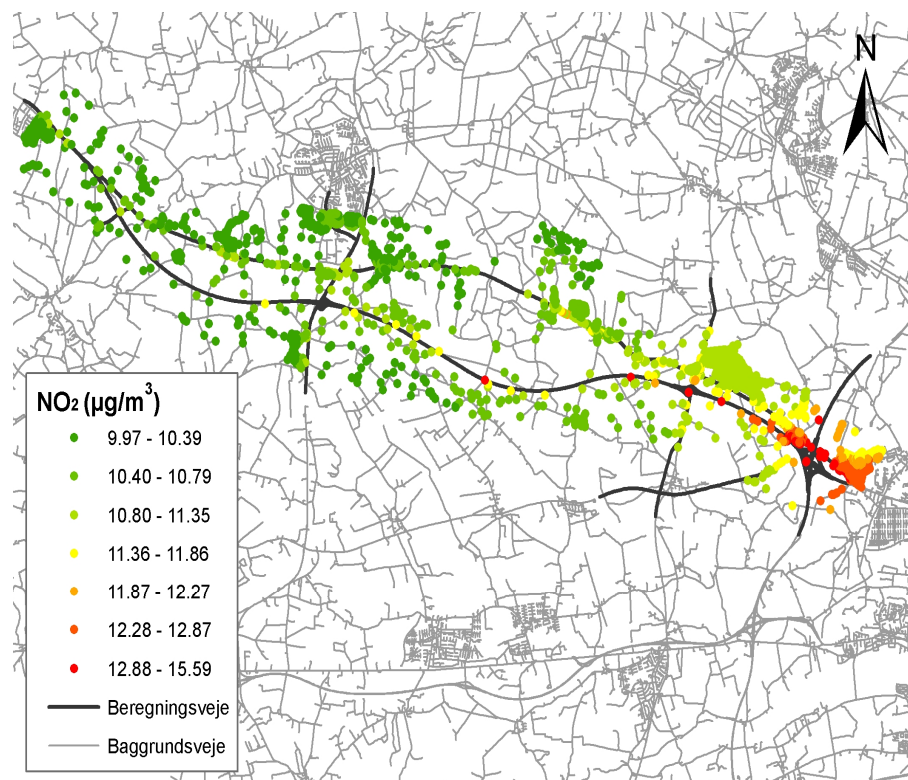
5.5 Aarhus Syd i 2020

Luftkvalitetsvurdering for Aarhus Syd i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2020 for Aarhus Syd er visualiseret i Figur 5.5 for alle boligadresser.

I forhold til Aarhus Basis er en del af trafikken flyttet ud på den nye vejstrækning, hvor nogle af de højeste koncentrationer forekommer for boliger, som ligger tæt på den nye vejstrækning. Koncentrationerne er samtidig blevet lavere langs den eksisterende landevejsstrækning pga. lavere trafikmængder. Dette betyder, at der bliver færre boliger med højere koncentrationer i forhold til Aarhus Basis.

Som i Aarhus Basis er nogle af de højeste koncentrationer langs med motorvejen E45 og tilstødende veje hertil.



Figur 5.5. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2020 for Aarhus Syd.

De højeste koncentrationer for Aarhus Syd i 2020 er 15,6 µg/m³, hvilket er lidt lavere end for Aarhus Basis.

PM_{2.5} koncentrationerne for Aarhus Syd i 2020 ligger i intervallet 11,09-11,51 µg/m³. PM₁₀ koncentrationerne ligger i intervallet 19,26-20,40 µg/m³. De højeste partikelkoncentrationer for Aarhus Syd er også lidt lavere end i Aarhus Basis.

Antal boliger belastet med luftforurening for Aarhus Syd i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening er vist i Tabel 5.13, Tabel 5.14 og Tabel 5.15 for hhv. NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀ for Aarhus Syd i 2020.

I forhold til Basis er der en forskydning mod forureningsklasser med lavere koncentrationer for Aarhus Syd.

Table 5.13. Antallet af boliger belastet med NO₂ for Aarhus Syd i 2020

Boligtype:	9,5-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,5 (µg/m ³)	13,5-14,5 (µg/m ³)	14,5-15,5 (µg/m ³)	15,5-16,5 (µg/m ³)	Total
Stuehus	154	140	35	5	2	2	1	339
Parcelhus	667	932	314	120	7	1		2041
Række/kædehus	256	450	175	56				937
Etagebolig	52	211	147	49	4			463
Kollegium								0
Døgninstitution	1	1		1				3
And. helårsbolig	15	2	1					18
Sommerhus								0
Total	1145	1736	672	231	13	3	1	3801

Table 5.14. Antallet af boliger belastet med PM_{2.5} for Aarhus Syd i 2020

Boligtype:	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Stuehus	3	275	51	5	3	2		339
Parcelhus	2	1535	333	164	6	1		2041
Række/kædehus		706	132	99				937
Etagebolig		263	109	87	4			463
Kollegium								0
Døgninstitution		2		1				3
And. helårsbolig		17	1					18
Sommerhus								0
Total	5	2798	626	356	13	3	0	3801

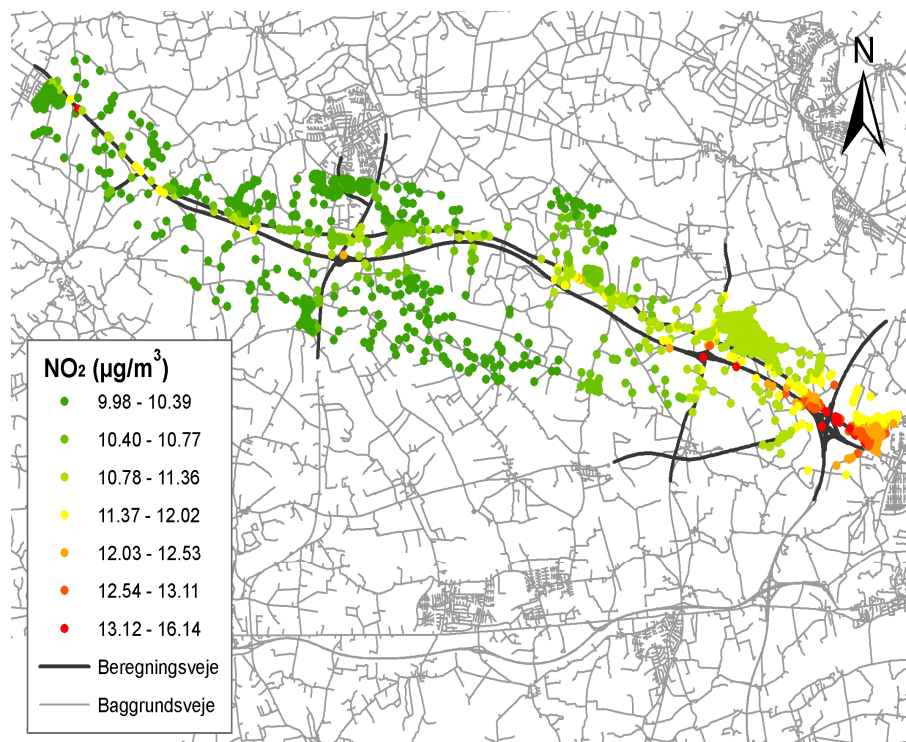
Table 5.15. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ for Aarhus Syd i 2020

Boligtype:	19,00-19,25 (µg/m ³)	19,25-19,50 (µg/m ³)	19,50-19,75 (µg/m ³)	19,75-20,00 (µg/m ³)	20,00-20,25 (µg/m ³)	20,25-20,50 (µg/m ³)	20,50-21,00 (µg/m ³)	Total
Stuehus		246	78	9	2	4		339
Parcelhus		1371	358	292	17	3		2041
Række/kædehus		677	145	112	3			937
Etagebolig		249	113	93	8			463
Kollegium								0
Døgninstitution		1	1	1				3
And. helårsbolig		16	2					18
Sommerhus								0
Total	0	2560	697	507	30	7	0	3801

5.6 Aarhus Midt i 2020

Luftkvalitetsvurdering for Aarhus Midt i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne for Aarhus Midt i 2020 på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.6.



Figur 5.6. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2020 for Aarhus Midt.

I forhold til Aarhus Basis er en del af trafikken flyttet ud på den nye vejstrækning. Koncentrationerne er samtidig blevet lavere langs den eksisterende landevejsstrækning pga. lavere trafikmængder.

Antal boliger belastet med luftforurening for Aarhus Midt i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening er vist i Tabel 5.16, Tabel 5.17 og Tabel 5.18 for hhv. NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀ for Aarhus Midt i 2020.

Tabel 5.16. Antallet af boliger belastet med NO₂ for Aarhus Midt i 2020

Boligtype:	9,5-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,5 (µg/m ³)	13,5-14,5 (µg/m ³)	14,5-15,5 (µg/m ³)	15,5-16,5 (µg/m ³)	Total
Stuehus	165	130	35	4	2	2	1	339
Parcelhus	654	938	342	101	6			2041
Række/kædehus	329	377	182	49				937
Etagebolig	56	207	147	53				463
Kollegium								0
Døgninstitution	1	1		1				3
And. helårsbolig	15	3						18
Sommerhus								0
Total	1220	1656	706	208	8	2	1	3801

Tabel 5.17. Antallet af boliger belastet med PM_{2,5} for Aarhus Midt i 2020

Boligtipe:	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Stuehus		272	55	7	3	2		339
Parcelhus	1	1511	351	170	8			2041
Række/kædehus		706	131	100				937
Etagebolig		262	110	87	4			463
Kollegium								0
Døgninstitution		2		1				3
And. helårsbolig		16	2					18
Sommerhus								0
Total	1	2769	649	365	15	2	0	3801

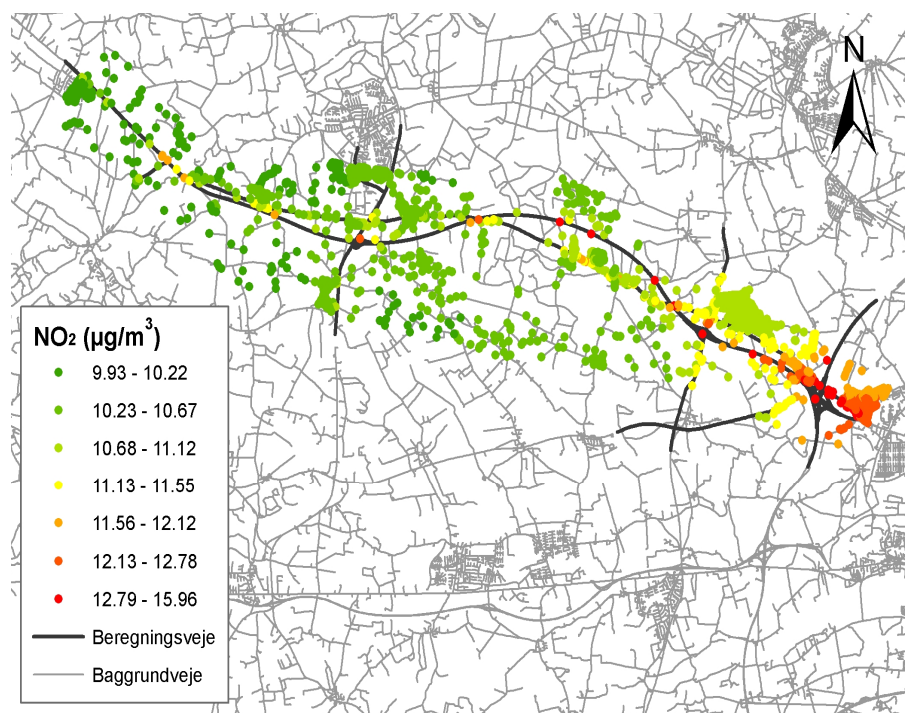
Tabel 5.18. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ for Aarhus Midt i 2020

Boligtipe:	19,00-19,25 (µg/m ³)	19,25-19,50 (µg/m ³)	19,50-19,75 (µg/m ³)	19,75-20,00 (µg/m ³)	20,00-20,25 (µg/m ³)	20,25-20,50 (µg/m ³)	20,50-21,00 (µg/m ³)	Total
Stuehus		238	84	11	2	3	1	339
Parcelhus		1330	395	290	24	2		2041
Række/kædehus		654	165	109	9			937
Etagebolig		184	178	93	8			463
Kollegium								0
Døgninstitution		1	1	1				3
And. helårsbolig		16	2					18
Sommerhus								0
Total	0	2423	825	504	43	5	1	3801

5.7 Aarhus Nord i 2020

Luftkvalitetsvurdering for Aarhus Nord i 2020

NO₂ koncentrationsniveauerne i 2020 for Aarhus Nord på alle boligadresser er visualiseret i Figur 5.7.



Figur 5.7. Årsmiddelkoncentrationen af NO₂ i 2020 for Aarhus Nord.

I forhold til Aarhus Basis er en del af trafikken flyttet ud på den nye vejstrækning. Koncentrationerne er samtidig blevet lavere langs den eksisterende landevejsstrækning pga. lavere trafikmængder. Der er ikke så stor forskel i forhold til Aarhus Basis, men der er dog en svag tendens til, at der bliver flere boliger med højere koncentrationer i mellemområdet af koncentrationer dvs. samme tendens som ved Aarhus Midt.

Antal boliger belastet med luftforurening for Aarhus Nord i 2020

Antallet af boliger belastet med luftforurening er vist i Tabel 5.19, Tabel 5.20, og Tabel 5.21 for hhv. NO₂, PM_{2,5} og PM₁₀ for Aarhus Nord i 2020.

Tabel 5.19. Antallet af boliger belastet med NO₂ for Aarhus Nord i 2020

Boligtype:	9,5-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,5 (µg/m ³)	13,5-14,5 (µg/m ³)	14,5-15,5 (µg/m ³)	15,5-16,5 (µg/m ³)	Total
Stuehus	168	129	30	7	3	1	1	339
Parcelhus	676	918	332	108	6	1		2041
Række/kædehus	331	375	177	54				937
Etagebolig	62	201	147	53				463
Kollegium								0
Døgninstitution	1	1		1				3
And. helårsbolig	15	3						18
Sommerhus								0
Total	1253	1627	686	223	9	2	1	3801

Tabel 5.20. Antallet af boliger belastet med PM_{2,5} for Aarhus Nord i 2020

Boligtype:	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Stuehus	13	262	49	10	3	2		339
Parcelhus	56	1474	338	165	7	1		2041
Række/kædehus	68	638	133	98				937
Etagebolig	20	243	109	87	4			463
Kollegium								0
Døgninstitution		2		1				3
And. helårsbolig		17	1					18
Sommerhus								0
Total	157	2636	630	361	14	3	0	3801

Tabel 5.21. Antallet af boliger belastet med PM₁₀ for Aarhus Nord i 2020

Boligtype:	19,00-19,25 (µg/m ³)	19,25-19,50 (µg/m ³)	19,50-19,75 (µg/m ³)	19,75-20,00 (µg/m ³)	20,00-20,25 (µg/m ³)	20,25-20,50 (µg/m ³)	20,50-21,00 (µg/m ³)	Total
Stuehus		245	73	15	3	2	1	339
Parcelhus		1405	319	295	19	3		2041
Række/kædehus		705	115	109	8			937
Etagebolig		250	112	93	8			463
Kollegium								0
Døgninstitution		1	1	1				3
And. helårsbolig		16	2					18
Sommerhus								0
Total	0	2622	622	513	38	5	1	3801

5.8 Sammenligning af basis og alternativerne i 2020

Emissionsforhold og trafikarbejde i basis 2020 samt for alternativerne i 2020 er opsummeret i Tabel 5.22. Emissionsforholdene er både givet for beregnings- og baggrundsvejene hver for sig og samlet.

Det ses, at alternativerne Viborg Nord og Viborg Syd er lidt længere end Viborg Basis, hvorfor trafikarbejdet bliver hhv. 10 % og 7 % større end i basis. Da trafikarbejde og emissioner hænger tæt sammen bliver emissionerne næsten tilsvarende større. Emissionerne er dog også påvirket af køretøjssammensætningen og rejsehastigheden. Alternativerne Viborg Nord og Viborg Syd adskiller sig således ikke meget fra hinanden mht. trafikarbejde og emission.

Alternativerne Aarhus Syd, Aarhus Midt og Aarhus Nord er noget længere end Aarhus Basis, hvorfor trafikarbejdet bliver hhv. 36 %, 38 % og 30 % større end i basis, og emissionerne bliver næsten tilsvarende større. Men i store træk adskiller alternativerne Aarhus Syd, Aarhus Midt og Aarhus Nord sig ikke meget fra hinanden mht. trafikarbejde og emission.

Baggrundsvejnettet er mange gange større end beregningsvejnettet, og emission og trafikarbejde derfor tilsvarende større. I forhold til dette store baggrundsvejnet bliver ændringerne i beregningsvejnettet derfor også relativt små.

Tabel 5.22. Emissionsforhold i basis og for alternativerne i 2020

Beregnings-veje:	PM										
	NO _x	NO ₂	udstødning	PM _{2,5}	PM ₁₀	CO	VOC	SO ₂	CO ₂	Trafikarbejde	Vejlængde
	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(indeks)	(mio. vognkm/år)	(km)
Viborg Basis	48	9	1,1	3,5	10	49	28,4	0,21	100	147	43
Viborg Nord	55	10	1,3	3,9	11	55	32,8	0,24	110	162	51
Viborg Syd	51	9	1,2	3,7	11	52	30,2	0,22	107	158	52
Aarhus Basis	81	15	1,9	5,2	15	104	48,2	0,35	100	216	57
Aarhus Syd	119	23	2,9	7,1	20	198	70,8	0,52	136	294	85
Aarhus Midt	114	21	2,8	7,1	20	154	67,7	0,49	138	298	82
Aarhus Nord	111	21	2,7	6,8	19	165	66,0	0,48	130	282	83
	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)		(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)
Viborg Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Nord	115	112	112	114	114	111	115	115	110	110	117
Viborg Syd	106	106	106	107	107	106	106	106	107	107	120
Aarhus Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Syd	147	156	151	137	133	191	147	147	136	136	151
Aarhus Midt	141	144	143	137	135	148	141	141	138	138	145
Aarhus Nord	137	143	141	131	128	159	137	137	130	130	148
Baggrunds-veje:	PM										
	NO _x	NO ₂	udstødning	PM _{2,5}	PM ₁₀	CO	VOC	SO ₂	CO ₂	Trafikarbejde	Vejlængde
	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(indeks)	(mio. vognkm/år)	(km)
Viborg Basis	1532	350	38,4	117	324	1972	909	6,6	100	5090	9413
Viborg Nord	1532	350	38,4	117	324	1972	909	6,6	100	5090	9413
Viborg Syd	1532	350	38,4	117	324	1972	909	6,6	100	5090	9413
Aarhus Basis	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
Aarhus Syd	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
Aarhus Midt	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
Aarhus Nord	1498	342	37,6	115	319	1918	890	6,5	100	5021	9400
	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)		(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)
Viborg Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Nord	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Syd	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Syd	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Midt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Nord	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 5.23. Emissionsforhold i basis og for alternativerne i 2020 - fortsat

Beregnings- og baggrundsveje:	PM										
	NO _x	NO ₂	udstødning	PM _{2,5}	PM ₁₀	CO	VOC	SO ₂	CO ₂	Trafikarbejde	Vejlængde
	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(ton/år)	(indeks)	(mio. vognkm/år)	(km)
Viborg Basis	1580	358	40	120	334	2022	938	7	100	5237	9457
Viborg Nord	1587	359	40	121	335	2027	942	7	100	5253	9464
Viborg Syd	1582	359	40	120	335	2025	940	7	100	5248	9466
Aarhus Basis	1580	357	40	120	334	2022	938	7	100	5237	9457
Aarhus Syd	1618	365	41	122	339	2116	960	7	101	5315	9485
Aarhus Midt	1612	363	40	122	339	2072	957	7	102	5319	9482
Aarhus Nord	1609	363	40	122	338	2083	956	7	101	5303	9484
	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)		(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)	(indeks)
Viborg Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Nord	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Viborg Syd	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Basis	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Aarhus Syd	102	102	102	102	101	105	102	102	101	101	100
Aarhus Midt	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	100
Aarhus Nord	102	102	102	101	101	103	102	102	101	101	100

Sammenligning af koncentration

I Tabel 5.24 er opsummeret gennemsnitlige koncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for berørte boligadresser. I Tabel 5.25 og Tabel 5.26 er minimum og maksimum givet.

Der er ikke gennemført beregninger af ændringen i koncentrationerne fra basissituationen i dag og frem til 2020, men erfaringer fra beregninger i VVM-undersøgelsen for 3. Limfjordsforbindelse ved Aalborg viste, at NO₂ koncentrationerne blev reduceret med omkring 30 % fra 2009 til 2020 pga. en renere bilpark, mens der kun sker en lille ændring i partikelkoncentrationerne på 1-2 %, da disse er domineret af baggrundskoncentrationen (Jensen et al., 2011b). Lidt mindre procentvise reduktioner må forventes for rute 26, da trafikniveauet er lavere, og det regionale bidrag og baggrundsbidraget fra den øvrige trafik dermed spiller en lidt større rolle.

Som det fremgår, er de gennemsnitlige NO₂ koncentrationer marginalt højere i alternativerne i forhold til basis for både Viborg og Aarhus, men forskellene er så små at det knap slår igennem for partikler.

Minimumskoncentrationerne er meget ens, da de i høj grad er domineret af baggrundskoncentrationerne.

Der er nogle mindre forskelle i maksimum koncentrationerne, men disse er netop maksimum værdier, som ikke skal tillægges for stor betydning i sammenligning af alternativerne.

Det samlede indtryk er, at der er lille forskel mellem basis og alternativerne både for linjeføringerne ved Viborg og ved Aarhus.

Tabel 5.24. Sammenligning af gennemsnitlige koncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for rute 26 for alle boligadresser

	NO₂ (µg/m₃)	PM_{2.5} (µg/m₃)	PM₁₀ (µg/m₃)	PM udstødnings- bidrag (µg/m₃)
Viborg Basis	10,76	11,18	19,50	0,055
Viborg Nord	10,86	11,18	19,52	0,057
Viborg Syd	10,78	11,18	19,50	0,055
Aarhus Basis	10,97	11,18	19,50	0,059
Aarhus Syd	11,05	11,18	19,50	0,061
Aarhus Midt	11,03	11,18	19,51	0,061
Aarhus Nord	11,02	11,18	19,50	0,060
Grænseværdi	40	25	40	n.a.

Tabel 5.25. Sammenligning af minimumkoncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for rute 26 for alle boligadresser

	NO₂ (µg/m₃)	PM_{2.5} (µg/m₃)	PM₁₀ (µg/m₃)	PM udstødnings- bidrag (µg/m₃)
Viborg Basis	9,63	11,07	19,18	0,021
Viborg Nord	9,66	11,07	19,19	0,022
Viborg Syd	9,63	11,07	19,19	0,021
Aarhus Basis	9,94	11,09	19,26	0,029
Aarhus Syd	9,97	11,09	19,26	0,030
Aarhus Midt	9,98	11,09	19,26	0,030
Aarhus Nord	9,93	11,09	19,25	0,029
Grænseværdi	40	25	40	n.a.

Tabel 5.26. Sammenligning af maksimumkoncentrationer for basis og alternativerne i 2020 for rute 26 for alle boligadresser

	NO₂ (µg/m₃)	PM_{2.5} (µg/m₃)	PM₁₀ (µg/m₃)	PM udstødnings- bidrag (µg/m₃)
Viborg Basis	13,16	11,49	20,33	0,143
Viborg Nord	13,17	11,43	20,17	0,128
Viborg Syd	12,89	11,45	20,22	0,131
Aarhus Basis	15,71	11,71	20,94	0,210
Aarhus Syd	15,59	11,51	20,40	0,225
Aarhus Midt	16,14	11,59	20,61	0,235
Aarhus Nord	15,96	11,55	20,52	0,233
Grænseværdi	40	25	40	n.a.

Sammenligning af antal boliger berørt af luftforurening

I Tabel 5.27 er opsummeret det samlede antal af belastede boliger samt øvrige ferie- og fritidsboliger for Viborg og tilsvarende for Aarhus i Tabel 5.28.

Både for Viborg Nord og Viborg Syd er der en svag tendens til at flere boliger forskydes mod forureningsklasser med højere koncentrationer, men der er grundlæggende beskeden forskel mellem Viborg Basis og alternativerne.

Der er lille forskel mellem Aarhus Basis og alternativerne (Aarhus Syd, Aarhus Midt, Aarhus Nord), men der er dog en svag tendens til, at der bliver flere boliger med højere koncentrationer i mellemområdet af koncentrationer.

Antallet af øvrige ferie- og fritidsboliger er forsvindende lille i forhold til helårsboliger. I opgørelsen inkluderer helårsboliger også sommerhuse.

Tabel 5.27. Antal boliger udsat for luftforurening ved Viborg

NO₂	9,5-10,0 (µg/m ³)	10,0-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,0 (µg/m ³)	11,0-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,0 (µg/m ³)	12,0-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,2 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	228	766	2212	895	93	41	16	4251
Viborg Nord	112	741	1771	1402	126	83	16	4251
Viborg Syd	186	750	1985	1185	115	24	6	4251
PM_{2.5}	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	128	2574	1447	91	11	0	0	4251
Viborg Nord	93	2483	1558	108	9	0	0	4251
Viborg Syd	97	2645	1441	64	4	0	0	4251
PM₁₀	19,0-19,2 (µg/m ³)	19,2-19,4 (µg/m ³)	19,4-19,6 (µg/m ³)	19,6-19,8 (µg/m ³)	19,8,-20,0 (µg/m ³)	20,0-20,2 (µg/m ³)	20,2-20,4 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	3	863	2601	674	78	23	9	4251
Viborg Nord	2	779	2277	1045	121	27	0	4251
Viborg Syd	3	875	2633	668	63	8	1	4251

Antal øvrige ferie- og fritidsboliger udsæt for luftforurening ved Viborg

NO₂	9,5-10,0 (µg/m ³)	10,0-10,5 (µg/m ³)	10,5-11,0 (µg/m ³)	11,0-11,5 (µg/m ³)	11,5-12,0 (µg/m ³)	12,0-12,5 (µg/m ³)	12,5-13,2 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	0	0	3	2	0	0	0	5
Viborg Nord	0	0	2	3	0	0	0	5
Viborg Syd	0	0	2	3	0	0	0	5
PM_{2.5}	11,0-11,1 (µg/m ³)	11,1-11,2 (µg/m ³)	11,2-11,3 (µg/m ³)	11,3-11,4 (µg/m ³)	11,4-11,5 (µg/m ³)	11,5-11,6 (µg/m ³)	11,6-11,7 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	0	2	3	0	0	0	0	5
Viborg Nord	0	2	3	0	0	0	0	5
Viborg Syd	0	2	3	0	0	0	0	5
PM₁₀	19,0-19,2 (µg/m ³)	19,2-19,4 (µg/m ³)	19,4-19,6 (µg/m ³)	19,6-19,8 (µg/m ³)	19,8,-20,0 (µg/m ³)	20,0-20,2 (µg/m ³)	20,2-20,4 (µg/m ³)	Total
Viborg Basis	0	0	3	2	0	0	0	5
Viborg Nord	0	0	2	3	0	0	0	5
Viborg Syd	0	0	3	2	0	0	0	5

Tabel 5.28. Antal boliger udsat for luftforurening ved Aarhus

NO₂	9,5-10,5 (µg/m³)	10,5-11,5 (µg/m³)	11,5-12,5 (µg/m³)	12,5-13,5 (µg/m³)	13,5-14,5 (µg/m³)	14,5-15,5 (µg/m³)	15,5-16,5 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	1177	1645	912	45	11	8	3	3801
Aarhus Syd	1145	1736	672	231	13	3	1	3801
Aarhus Midt	1220	1656	706	208	8	2	1	3801
Aarhus Nord	1253	1627	686	223	9	2	1	3801
PM_{2.5}	11,0-11,1 (µg/m³)	11,1-11,2 (µg/m³)	11,2-11,3 (µg/m³)	11,3-11,4 (µg/m³)	11,4-11,5 (µg/m³)	11,5-11,6 (µg/m³)	11,6-11,7 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	28	2622	1003	124	10	6	8	3801
Aarhus Syd	5	2798	626	356	13	3	0	3801
Aarhus Midt	1	2769	649	365	15	2	0	3801
Aarhus Nord	157	2636	630	361	14	3	0	3801
PM₁₀	19,00-19,25 (µg/m³)	19,25-19,50 (µg/m³)	19,50-19,75 (µg/m³)	19,75-20,00 (µg/m³)	20,00-20,25 (µg/m³)	20,25-20,50 (µg/m³)	20,50-21,00 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	0	2306	1024	440	10	8	13	3801
Aarhus Syd	0	2560	697	507	30	7	0	3801
Aarhus Midt	0	2423	825	504	43	5	1	3801
Aarhus Nord	0	2622	622	513	38	5	1	3801

Antal øvrige ferie- og fritidsboliger udsat for luftforurening ved Viborg

NO₂	9,5-10,5 (µg/m³)	10,5-11,5 (µg/m³)	11,5-12,5 (µg/m³)	12,5-13,5 (µg/m³)	13,5-14,5 (µg/m³)	14,5-15,5 (µg/m³)	15,5-16,5 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	5	4	4	1	0	0	0	14
Aarhus Syd	4	7	3	0	0	0	0	14
Aarhus Midt	6	6	2	0	0	0	0	14
Aarhus Nord	6	6	2	0	0	0	0	14
PM_{2.5}	11,0-11,1 (µg/m³)	11,1-11,2 (µg/m³)	11,2-11,3 (µg/m³)	11,3-11,4 (µg/m³)	11,4-11,5 (µg/m³)	11,5-11,6 (µg/m³)	11,6-11,7 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	0	8	3	2	1	0	0	14
Aarhus Syd	0	11	3	0	0	0	0	14
Aarhus Midt	0	10	4	0	0	0	0	14
Aarhus Nord	0	11	3	0	0	0	0	14
PM₁₀	19,00-19,25 (µg/m³)	19,25-19,50 (µg/m³)	19,50-19,75 (µg/m³)	19,75-20,00 (µg/m³)	20,00-20,25 (µg/m³)	20,25-20,50 (µg/m³)	20,50-21,00 (µg/m³)	Total
Aarhus Basis	0	8	3	2	1	0	0	14
Aarhus Syd	0	10	4	0	0	0	0	14
Aarhus Midt	0	10	4	0	0	0	0	14
Aarhus Nord	0	10	4	0	0	0	0	14

5.9 Støjdæpende tiltags betydning for luftkvaliteten

Støjskærme

Støjskærme påvirker spredningen af luftforurening og har derfor en betydning for luftkvaliteten bag støjskærmen. 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. I eksemplet er der kun set på bidraget fra beregningsvejen dvs. motorvejsstrækningen, og baggrundsveje samt regionale baggrundskoncentrationer er ikke inkluderet. 16 beregningspunkter (afstand mellem 4 m og 25 m fra vejmidten af strækningens retning 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 5.29 og Tabel 5.30 er vist den modelerede koncentration i de forskellige afstande fra motorvejen for hhv. NO_x og NO_2 , og i Figur 5.8 og Figur 5.9 er resultaterne visualiseret grafisk.

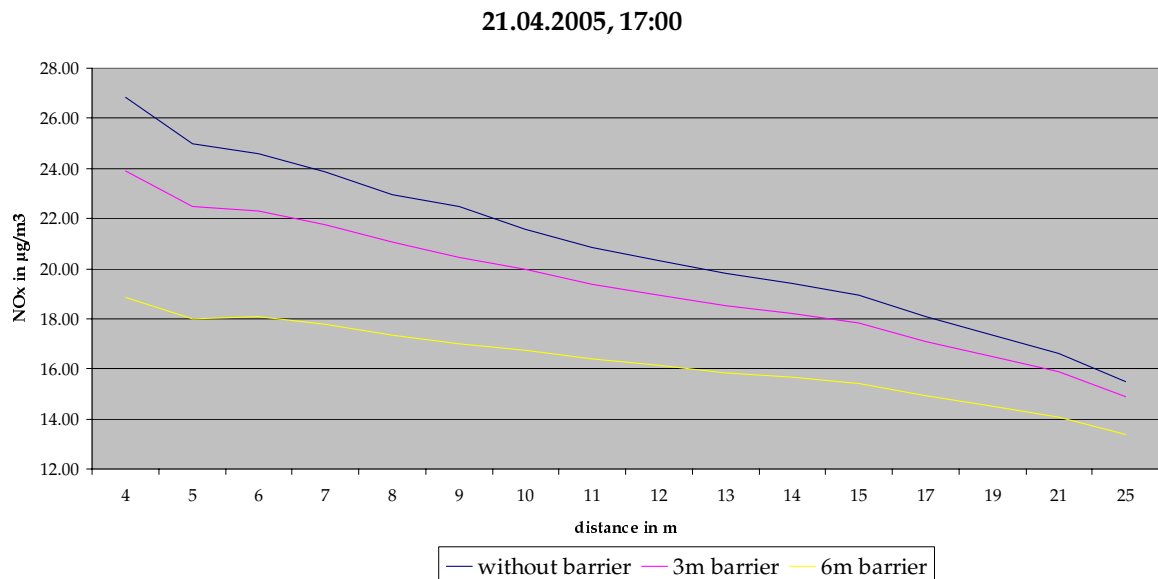
Som forventet er reduktionen større for den høje støjskærm på 6 m i forhold til den på 3 m, og reduktionen er størst tæt på støjskærmen, hvorefter den aftager med afstanden fra skærmen. Den procentvise effekt er lidt mindre for NO_2 i forhold til NO_x pga. kemi. Dette skyldes, at det tager lidt tid for den emitterede NO at reagere med luftens O_3 under dannelse af NO_2 . 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.

Tabel 5.29. Modelleret NO_x for 16 receptorpunkter på Holbækmotorvejen i forskellige afstande for specifik time. Kun bidraget fra motorvejen er medtaget i beregningerne.

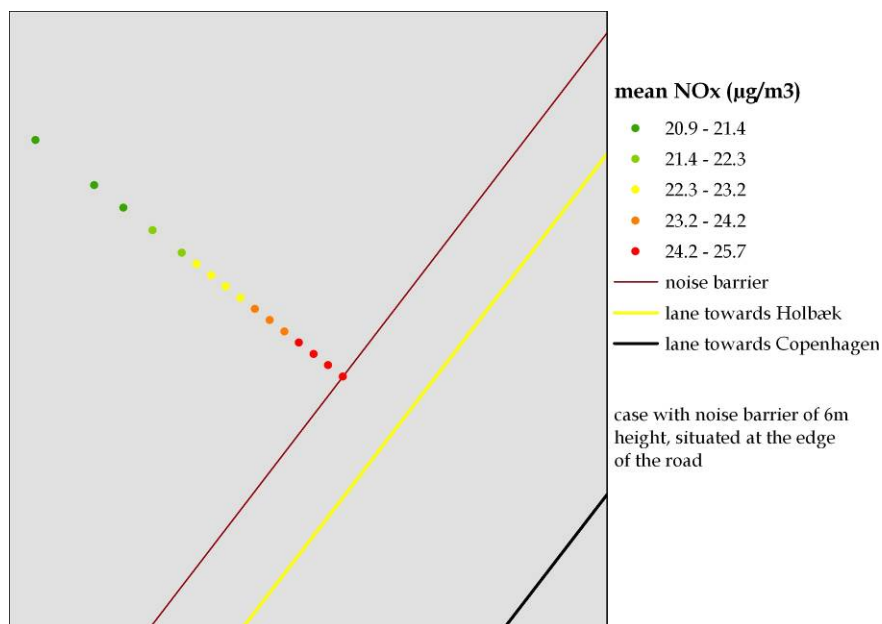
Afstand fra vej (m)	Uden støjskærm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Med støjskærm (højde 3m) (%)	Med støjskærm (højde 6m) (%)
4	26,8	-10,8%	-29,6%
5	25,0	-10,0%	-28,0%
6	24,6	-9,3%	-26,6%
7	23,9	-8,8%	-25,5%
8	23,0	-8,3%	-24,4%
9	22,4	-8,9%	-24,3%
10	21,6	-7,5%	-22,5%
11	21,0	-7,0%	-21,4%
12	20,3	-6,7%	-20,6%
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 5.30. 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 5.8. Effekt af støjskærm på 3 m og 6 m i forskellige afstande fra vejen for NO_x koncentrationen for en specifik time.



Figur 5.9. Visualisering af NO_x koncentrationen for en specifik time for 16 receptorpunkter med støjskærm på 6 m.

Støjdæmpende vejbelægning og luftforurening

Støjdæmpende vejbelægning formodes at have en reducerende effekt på ikke-udstødningsdelen for partikler, men denne effekt er endnu generelt 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 vejbelægningsskrift reducerer PM₁₀ koncentrationen (Ellermann et al. 2010b).

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 højest 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 skyldes et stort fald i de partikler, som hvirvles op fra vejen grundet trafikken. Vejbelægningen har dermed stor indflydelse på PM₁₀ på stærkt trafikerede gadestrækninger. Der blev også set et mindre fald i PM_{2.5}, men der kræves flere undersøgelser for at vurdere, hvor stor en del af dette fald, som skal tilskrives den nye belægning.

Der blev skiftet til støjdæmpende asfalt, men den præcise type og beskaffenhed af den foregående vejbelægning er ikke undersøgt.

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. Under og kort efter regnvejr observeres reducerede PM koncentrationer langs vejstrækning med støjdæmpende asfalt i

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

6 Kvælstofafsætning til natur

Kapitlet beskriver den ekstra kvælstoftilførsel til følsom natur, som de nye linjeføringer ved Viborg og Aarhus giver anledning til.

6.1 Tålegrænser for følsom natur

Generelt er den mest værdifulde og artsrige natur samtidig den mest følsomme i forhold til blandt andet store næringsstoffertilførsler. Man taler om, at disse naturtyper har en tålegrænse, se Tabel 6.1. Overstiger næringsstoffertilførslen tålegrænsen, så ændres naturtyper og biodiversiteten falder – man går imod mindre artsrig natur.

Tabel 6.1. Tålegrænseintervaller for forskellige naturtyper. Udarbejdet på baggrund af data fra Naturstyrelsen. Tallene i parentes angiver naturtypekoden for den pågældende naturtype. "N" står for kvælstof.

Tålegrænseinterval (kg N/ha/år)	Naturtype
5 - 10	Lobeliesøer (3110), Søbred med småurter (3130), Kransnålalgesøer (3140), Kvælstofbegrænsede næringsrige søer (3150), Brunvandede søer (3160), Højmoser (7110 og 7120) samt Hængesæk (7140), Tørvelavninger (7150) og Riggkær (7230) med en væsentlig forekomst af følsomme højmosearter ⁺ .
10 – 15	Klitter (21xx* og 23xx*) og Skovnaturtyper (91xx*) med væsentlig forekomst af følsomme laver samt Hængesæk (7140) og Tørvelavninger (7150) uden væsentlig forekomst af følsomme højmosearter.
10 – 20	Sure overdrev (6230) og Tør hede (4030) samt alle øvrige klitter (21xx* og 23xx*) og Skovnaturtyper (91xx*).
10 – 25	Klitlavninger (2190) og Våd hede (4010).
15 - 25	Tørt kalksandsoverdrev (6120), Kalkoverdrev (6210), Tidvis våd eng (6410), Havs avneknippe-kær (7210), Kildevæld (7220) samt Riggkær uden væsentlig forekomst af følsomme højmosearter.

* "xx" betegner flere forskellige varianter af samme overordnede naturtype

⁺ Væsentlig forekomst af følsomme højmosearter er her fortolket som rigkær der indeholder 2 eller flere arter af højere planter og tørvemosser, som er naturlige for højmoser.

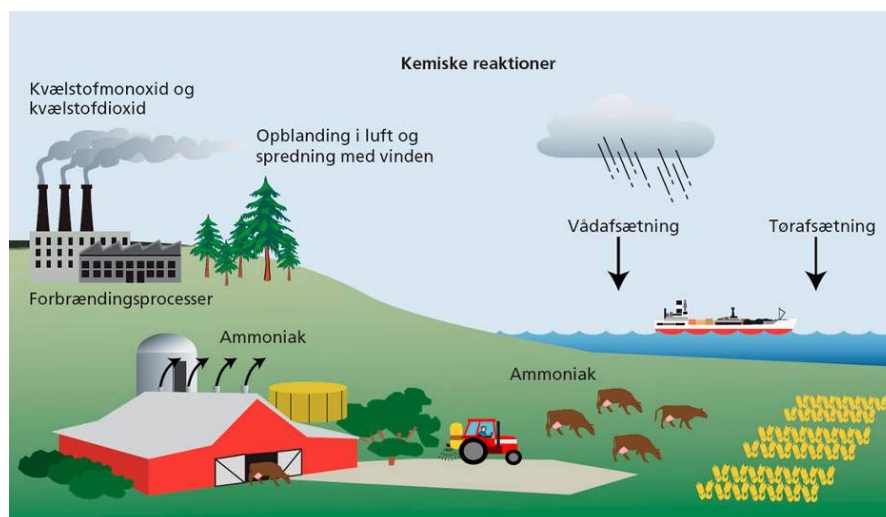
Denne fortolkning er valgt med baggrund i at UN-ECE's fastlæggelse af tålegrænseintervallet på 15 – 25 kg N/ha/år for 7230 rigkær efter DCE's mening sandsynligvis i mange tilfælde er sat for højt.

For den terrestriske natur (naturen på land) er den primære kilde til næringsstoffertilførsel afsætningen (også kaldet depositionen) af kvælstofforbindelser fra atmosfæren (Ellermann et al., 2007). En videnskabelig artikel i det ansete tidsskrift Science har således vist, at artsrigdommen aftager lineært med stigende atmosfærisk tilførsel af kvælstof til enge og overdrev i Storbritannien (Stevens et al., 2004). En egentlig fastlæggelse af tålegrænsen for et natursystem kræver en specifik undersøgelse for det konkrete naturområde. Det skyldes, at tålegrænsen afhænger af flere ting, blandt andet lokale jordbundforhold. Derfor arbejder man typisk med tålegrænseintervaller for de forskellige naturtyper. Intervallerne afspejler spredningen for den aktuelle naturtype på de eksperimentelt bestemte tålegrænser som er fundet i forskellige feltundersøgelser. Ovenstående Tabel 6.1 viser tålegrænseintervaller udvalgt for relevante naturtyper i Danmark.

Danske undersøgelser foretaget for det tidligere Miljøcenter Århus (nu Naturstyrelsen Århus) og det tidligere Miljøcenter Roskilde (nu Naturstyrelsen Roskilde) har vist, at en række af de danske naturtyper har overskridelser af tålegrænserne.

6.2 Kvælstofafsætning fra atmosfæren

Atmosfæren består af 78 % frit kvælstof (N_2), men det er alene de reaktive kvælstofforbindelser, som bidrager til afsætningen til naturen. Kvælstof (N) er atmosfærens hovedbestanddel (ca. 78 %), men det foreligger i form af inaktivt frit kvælstof (N_2), der kun i helt særlige tilfælde indgår som næringsstof for biologiske processer. Den atmosfæriske tilførsel af kvælstof kommer fra to reaktive grupper af forbindelser – kvælstofoxiderne (NO_y) og de reducerede kvælstofforbindelser (NH_x). En detaljeret beskrivelse af de to stofgruppers afsætning til naturen og effekterne heraf er givet i (Ellermann et al., 2007), se Figur 6.1.



Figur 6.1. Illustration af kilder og styrende processer for atmosfærens reaktive kvælstofforbindelser. Reaktivt kvælstof omfatter reducerede forbindelser: ammoniak og dets reaktionsprodukt partikelbundet ammonium, samt kvælstofoxider: kvælstofmonoxid og kvælstofdioxid og deres reaktionsprodukter som bl.a. omfatter salpetersyre og partikulært nitrat. Ammoniak udledes primært som resultat af husdyrproduktion i landbruget, mens kvælstofoxiderne dannes ved forbrændingsprocesser ved energiproduktion, industri og transport. Reaktive kvælstofforbindelser tøraftsættes ved direkte kontakt med overfladen eller vådafsættes i forbindelse med nedbør (Ellermann et al. 2007).

6.2.1 Kvælstofoxiderne

Kvælstofoxiderne udledes ved praktisk talt alle former for forbrændingsprocesser, hvor det primært er frit kvælstof (N_2) fra atmosfæren som oxideres ved høj forbrændingstemperatur. De vigtigste kilder er derfor industri, kraftværker samt transportsektoren. Kvælstofoxiderne (NO_x) udledes som kvælstofmonoxid (NO) og kvælstofdioxid (NO_2) (summen af NO og NO_2 betegnes NO_x). NO har en ubetydelig våd- og tøraftsætning, mens NO_2 tøraftsættes til beplantning, men denne afsætning sker relativt langsomt. Tøraftsætningen (ofte betegnet tørdeposition) er afsætningen ved luftbårne kemiske forbindelsers direkte kontakt med overfladen. I atmosfæren omdannes NO_2 til salpetersyre (HNO_3); processen foregår med en typisk omdannelsesrate på ca. 5 % per. time. Derfor transporteres hovedparten af den NO_x som udledes fra danske kilder ud af landet før det afsættes på overfladen. Beregninger foretaget inden for den atmosfæriske del af overvågningsprogram-

met NOVANA viser således, at kun få procent af den danske NO_x udledning afsættes inden for landets grænser (Ellermann et al., 2009b; 2011). HNO_3 har en hurtig tørafsætning, men ligeledes et hurtigt optag på overfladen af luftbårne partikler. Samtidig reagerer HNO_3 hurtigt med luftens ammoniak (NH_3). Såvel ved optaget i luftbårne partikler, som ved reaktionen med NH_3 , sker en dannelse af partikulært nitrat (NO_3^-). En meget stor del af de partikler som indeholder NO_3^- fjernes stort set alene fra luften ved nedbør (vådafsætning eller våddeposition). Fjernelsen kan ske ved opsamling i regndråber under deres fald mod overfladen, men mere effektivt er optag i skydråber, som efterfølgende vokser til regndråber og falder til overfladen. Tørafsætningen af disse partikler er så langsom, at hvis ikke luftmassen møder en nedbørsepisode, så kan partiklerne have en atmosfærisk levetid på op til 10 dage og transporteres over 1.000 km. Partikulært kvælstof afsat i Danmark kan derfor være udledt i Centraleuropa.

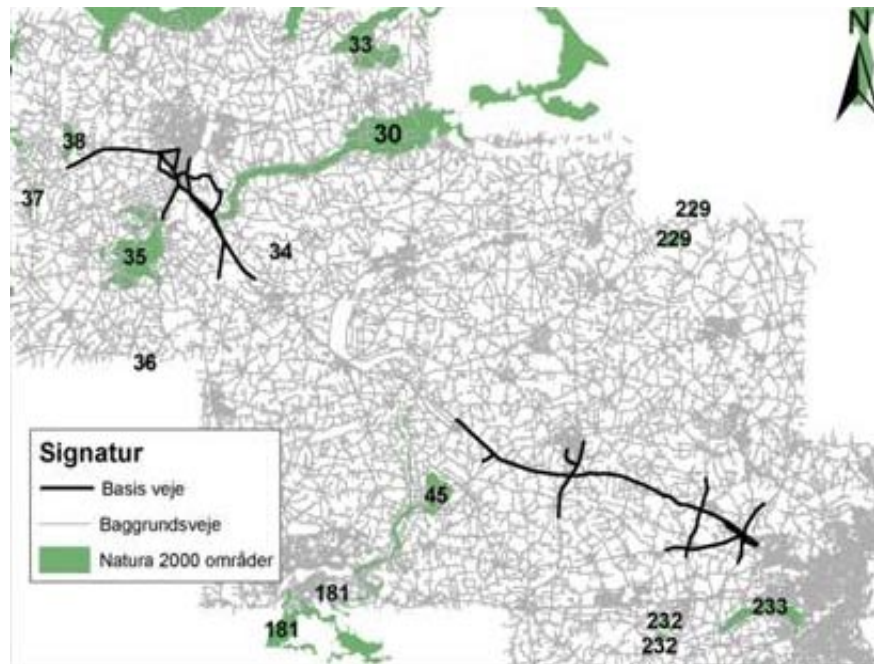
6.2.2 De reducerede kvælstofforbindelser

De reducerede kvælstofforbindelser omfatter ammoniak (NH_3) og dets atmosfæriske reaktionsprodukt, som er partikulært ammonium (NH_4^+). NH_3 har en hurtig tørafsætning, men reagerer ligeledes hurtigt med sure gasser og partikler i atmosfæren, hvorved der dannes partikulært NH_4^+ . Sker reaktionen med svovlsyre (H_2SO_4) dannes ammoniumbisulfat (NH_4HSO_4) og ammoniumsulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) som forbliver i partikelform. Ved den tilsvarende reaktion med salpetersyre (HNO_3) dannes ammoniumnitrat (NH_4NO_3), som imidlertid kan fordampe fra partikelform tilbage til NH_3 og HNO_3 i gasfase. Denne fordampning kan ske ved ændringer i atmosfærens luftfugtighed og temperatur. De partikler som indeholder NH_4^+ har ligesom partiklerne med NO_3^- (i mange tilfælde er det de samme partikler som indeholder begge forbindelser) en langsom tørafsætning og tilsvarende lang levetid og stor transportafstand - hhv. op til 10 dage og >1000km. De reducerede kvælstofforbindelser udledes primært i forbindelse med husdyrproduktion i landbruget, fx ved udbringning af gylle.

6.3 Beregningssystemet DAMOS

Beregninger af kvælstofafsætning foretages inden for NOVANA med Institut for Miljøvidenskabs DAMOS (Danish AmmoniaModelling System) system (Hertel et al., 2006a), som udgøres af en kombination af langtransportmodellen DEHM (Danish EulerianHemispheric Model) (Christensen, 1997; Frohn et al., 2001; Frohn et al., 2002a; Frohn et al., 2002b) og lokalskalamodelen OML-DEP (Hertel et al., 2006b; Sommer et al., 2009). Endvidere har systemet været anvendt for Miljøcenter Århus og Miljøcenter Roskilde til vurdering af kvælstofbelastningen af udvalgte natursystemer.

Figur 6.2 viser Natura2000 områder ved Viborg og Aarhus, som potentielt kan påvirkes af de kommende linjeføringer. Disse naturområder er endvidere listet i Tabel 6.2.



Figur 6.2. Natura2000 områder i området omkring linjeføringerne ved Viborg og Aarhus.

Tabel 6.2. Natura2000 områder tæt på linjeføring ved Viborg og Aarhus

Habitatnr.	Navn
30	Lovns Bredning, Hjarbæk Fjord og Skals, Simested og Nørre Ådal, samt Skravad Bæk
34	Brandstrup Mose
35	Hald Ege, Stanghede og Dollerup Bakker
37	Rosborg Sø
38	Bredsgård Sø
45	Gudenå og Gjærn Bakker
232	Lillering Skov, Stjær Skov, Tåstrup Sø og Tåstrup Mose
233	Brabrand Sø med omgivelser

6.3.1 Kvælstofafsætning til naturområderne mellem Viborg og Aarhus

Afsætningen af kvælstof i baggrundsområder i Midtjylland ligger i 2009 på 15 kg N/ha/år, hvoraf tørafsætningen udgør godt 7 kg N/ha/år (Ellermann et al., 2010a). Usikkerheden i disse beregninger er estimeret til +/- 30 % for de akvatiske områder og +/- 50 % for terrestriske områder. Ud af disse 15 kg N/ha/år stammer ca. 44 % fra kvælstofoxider udsendt fra forbrændingsprocesser, som blandt andet omfatter trafikens bidrag (Ellermann et al., 2010a). Imidlertid stammer den helt overvejende del af kvælstofoxidernes bidrag fra kilder i udlandet. Danske kvælstofoxider bidrager således kun med ca. 2 % af den samlede afsætning af kvælstof.

Det fremgår af Tabel 6.2, at de potentielt berørte naturområder omfatter flere søer. Det er allerede tidligere beskrevet, at kvælstofoxiderne stort set ikke afsættes til våde overflader. For søerne er det lokale kvælstofbidrag fra kvælstofoxider således helt ubetydeligt.

Vi fokuserer på følsomme naturområder, som omfatter moser og heder, og ser på den ekstra afsætning af atmosfæriske kvælstof, som kan relateres til linjeføringerne ved Viborg og Aarhus.

De to scenarier for linjeføringen ved Viborg vil føre til en kvælstofdioxid koncentration på 10,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Viborg Syd) og 10,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Viborg Nord), som et gennemsnit over alle receptorpunkter ved Viborg, hvilket kan sammenlignes med basisscenariet med en koncentration på 10,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Den ekstra koncentration som kan relateres til de to linjeføringer er således henholdsvis 0,02 og 0,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Til et konservativt overslag kan vi sætte afsætningshastigheden til 0,4 cm/s, hvilket svarer til afsætningshastigheden for en eng i sommersituation i dagtimerne. Det er en høj afsætning, da afsætningen til beplantningen blandt andet sker gennem planternes spalteåbninger (stomata), og disse vil være lukkede store dele af vinteren. Den ekstra afsætning svarer til en årlig afsætning på henholdsvis 8 og 38 g N/ha/år. Dette kan sammenholdes med den tidligere nævnte baggrundsafsætning på 15 kg N/ha/år. Frem mod 2020 antages det at baggrundsafsætningen vil reduceres med ca. 25 %, men selv da vil en ekstra afsætning på 38 g N/ha/år udgøre et meget lille bidrag.

De tre scenarier for linjeføringen ved Aarhus vil føre til en kvælstofdioxid koncentration på 11,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aarhus Nord), 11,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aarhus Midt) og 11,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aarhus Syd), som et gennemsnit over alle receptorpunkter, hvilket kan sammenlignes med basisscenariet med en koncentration på 10,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Den ekstra koncentration som kan relateres til de tre linjeføringer er således henholdsvis 0,05, 0,06 og 0,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, og den ekstra afsætning er på 19, 23 og 31 g N/ha/år. Disse bidrag er igen meget små sammenlignet med baggrundsbelastningen i området.

7 Referencer

Berger, J., Walker, S.E., Denby, B., Berkowicz, R., Løfstrøm, P., Ketzel, M., Härkönen, J., Nikmo, J., Karppinen, A. (2010): Evaluation and inter-comparison of open road line source models currently in use in the Nordic countries, *Boreal Environment Research* 15:319-334. Available as print at www.borenav.net/BER/pdfs/preprints/Berger.pdf. ISSN 1797-2469 (Online). ISSN 1239-6095 (print).

Christensen, J. H., 1997, The Danish Eulerian hemispheric model - A three-dimensional air pollution model used for the Arctic: *Atmospheric Environment*, 31, 4169-4191.

DMU (2010): Status for miljøeffekten af husdyrregulering og anden arealregulering. Notat 10. november 2010.

Ellermann, T., Fenger, J., Hertel, O., Markager, S., Tybirk, K., and Bak, J., 2007, Airborn nitrogen pollution (In Danish: Luftbåret kvælstofforurening) Ellermann, T., Ed., Forlaget Hovedland, Viborg, Denmark.

Ellermann, T., Jensen, S.S., Ketzel, M., Løfstrøm, P., & Massling, A. (2009a): Measurements of air pollution from a Danish highway. National Environmental Research Institute, Aarhus University. 45 pp.- Research Notes from NERI No. 254. <http://www.dmu.dk/Pub/AR254.pdf>

Ellermann, T., Bossi, R., Christensen, J., Geels, C., Kemp, K., Løfstrøm, P., Mogensen, B. B., and Monies, C., (2009b): Atmospheric deposition 2007 NOVANA (In Danish: Atmosfærisk deposition 2007 NOVANA) National Environmental Research Institute, Aarhus University.

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

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M. & Jensen, S.S. (2011): The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2010. National Environmental Research Institute, Aarhus University. 55 pp. -NERI Technical Report No. 836. <http://www.dmu.dk/Pub/-FR836.pdf>

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.

Frohn, L. M., Christensen, J. H., and Brandt, J., 2002a, Development and testing of numerical methods for two-way nested air pollution modelling: *Physics and Chemistry of the Earth*, 27, 1487-1494.

Frohn, L. M., Christensen, J. H., and Brandt, J., 2002b, Development of a high-resolution nested air pollution model - The numerical approach: *Journal of Computational Physics*, 179, 68-94.

Frohn, L. M., Christensen, J. H., Brandt, J., and Hertel, O., 2001, Development of a high resolution integrated nested model for studying air pollution in Denmark: *Physics and Chemistry of the Earth Part B-Hydrology Oceans and Atmosphere*, 26, 769-774.

Hertel, O., Skjøth, C. A., Løfstrøm, P., Geels, C., Frohn, L. M., Ellermann, T., and Madsen, P. V., 2006b, Modelling Nitrogen Deposition on a Local Scale - A Review of the Current State of the Art: *Environ. Chem.*, 3, 317-337.

Jensen, S.S., Løfstrøm, P., Berkowicz, R., Olesen, H.R., Frydendal, J., Fuglsang, K., Hummelshøj, P. (2004): Luftkvalitet langs motorveje - Målekampagne og modelberegninger. Danmarks Miljøundersøgelser, 67 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 522. <http://www.dmu.dk/FR522.pdf>.

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://www.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>.

Jensen, S.S., Ketznel, M., Becker, T., Løfstrøm, P., Olesen, H.R. (2011a): Luftkvalitetsvurdering af udvidelse af motorvej syd om Odense. VVM redegørelse. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus University, <http://www.dmu.dk/Pub/FR825.pdf>.

Jensen, S.S., Ketznel, M., Becker, T., Hertel, O., Løfstrøm, P., Olesen, H.R. (2011b): Luftkvalitetsvurdering for 3. Limfjordsforbindelse. VVM redegørelse. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, <http://www.dmu.dk/Pub/FR824.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.

Sommer, S. G., Østergård, H. S., Løfstrøm, P., Andersen, H. V., and Jensen, L. S., 2009, Validation of model calculation of ammonia deposition in the neighbourhood of a poultry farm using measured NH₃ concentrations and N deposition: Atmospheric Environment, 43, 915-920.

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

Stevens, C. J., Dise, N. B., Mountford, J. O., and Gowing, D. J., 2004, Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands: Science, 303, 1876-1879.

Vejdirektoratet (2010a): RUTE 26 ÅRHUS-VIBORG. Økonomiundersøgelse. Afrapportering af resultater. RAPPORT 364 – 2010. Juni 2010.

Vejdirektoratet (2010b): VVM-undersøgelse. RUTE 26 ÅRHUS-Søbyvad, Rødkærsbro-VIBORG V. Debatoplæg. Oktober 2010.

Wang, F., Ketzel, M., Ellermann, T., Wåhlin, P., Jensen, S. S., Fang, D., and Massling, A. (2010): Particle number, particle mass and NO_x emission factors at a highway and an urban street in Copenhagen, *Atmos. Chem. and Phys.*, 10, 2745–2764.

LUFTKVALITETSVURDERING FOR RUTE 26 VIBORG-AARHUS

VVM redegørelse

Denne tekniske baggrundsrapport beskriver luftkvalitetsberegninger med OML-Highway modellen langs med forskellige linjeføringsforslag for udbygning af rute 26 mellem Viborg og Aarhus på strækningerne Viborg V-Rødkærsbro og Søbyvad-Aarhus i forbindelse med VVM-undersøgelsen. Luftkvalitetsberegninger vises for eksisterende forhold for Viborg Basis og Aarhus Basis i 2020 og for de alternative forslag i 2020: Aarhus Nord, Aarhus Midt, Aarhus Syd, Viborg Nord og Viborg Syd. Luftkvaliteten vurderes for antallet af berørte boliger langs med de foreslåede linjeføringer. Luftkvaliteten i 2020 er vurderet i forhold til grænseværdierne for kvælstofdioxid (NO_2) og partikler under hhv. 2,5 og 10 mikrometer ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}). Emissionsforholdene er vurderet for sundhedsskadelige emissioner samt for drivhusgassen CO_2 . Den maksimale kvælstofdeposition som alternativerne giver anledning til er vurderet i forhold til nærliggende følsomme naturområder. Støjreducerende tiltags betydning for luftkvaliteten er også belyst.