

Virkemidler til overholdelse af NO₂ grænseværdier for luftkvalitet i København

Steen Solvang Jensen¹, Matthias Ketzl¹, Ruwim Berkowicz¹, Finn Palmgren¹,
Susanne Krawack og Jacob Høj²

Danmarks Miljøundersøgelser, Afdelingen for Atmosfærisk Miljø¹
TetraPlan²

Abstrakt

Projektet beskriver kilderne til NO₂ på H.C. Andersens Boulevard, Jagtvej og andre stærkt trafikerede gader i Københavns Kommune, og der er foretaget en systematisk kortlægning af omfanget af problemet med høje NO₂-niveauer i byen. Der opstilles fire forskellige teknologiske og trafikale scenarier, som er vurderet med hensyn til deres effekt på trafikken og NO₂-niveauerne. Det første scenarie sigter på, hvad kommunen kan gøre med virkemidler der ligger i kommunens regi. Det andet belyser, hvor langt man kommer ved at reducere bilkørsel ved at indføre forskellige former for afgifter (betalingsring/kørselsafgifter). Det tredje scenarie ser på, hvor langt man kommer ved at udnytte den reneste teknologi i køretøjsparken. Det fjerde scenarie sammenfatter alle typer af virkemidler og belyser den maksimale effekt. Det vurderes også, hvordan virkemidlerne kan implementeres mht. ansvarlige parter, offentlige omkostninger og tidshorizont. Endelig foretages en særskilt overordnet vurdering af scenariernes betydning for PM₁₀ (partikler under 10 mikrometer), idet der knytter sig større usikkerheder til det eksisterende vidgrundlag for partikler end for NO₂.

Emissionsberegninger viser, at der kan forventes en reduktion i trafikens NO_x emission på ca. 20% fra 2003 til 2010 i København ud fra allerede vedtagne emissionsnormer for køretøjer, men at den skal reduceres yderligere med 25-55% for, at NO₂ grænseværdien kan overholdes i 2010. Luftkvalitetsberegninger viser, at overskridelser af grænseværdien for NO₂ i 2010 vil forekomme langs en række stærkt trafikerede gader i København (80 ud af 138 undersøgte gadestrækninger). Dette kan kun imødegås med indførelse af nye skærpede EU emissionsnormer for især de tunge og lette dieselmotorer, som skal være så strenge at NO_x begrænsende udstyr anvendes på begge grupper af dieselmotorer. Da nye emissionsnormer kun vil gælde nye køretøjer vil det tage lang tid at opnå den fulde effekt for luftkvaliteten, da køretøjsparken udskiftes langsomt. Det er derfor nødvendigt at kombinere nye emissionsnormer med en miljøzone for København for at fremme en hurtigere implementeringen. Det vurderes dog, at en implementering af virkemidler, så grænseværdien kan overholdes i 2010, næppe tidsmæssigt kan nås. Andre trafikale virkemidler som infrastruktur, pendlerplaner, trafiksanering, betalingsring eller road-pricing vil kun have begrænset effekt på luftkvaliteten, da den trafikale effekt er begrænset. For PM₁₀ vil tiltagene kun have begrænset effekt, idet bidraget fra udstødningen til den samlede partikelforurening er lille i forhold til bidrag fra bybaggrunden og bidrag fra vejslid, jordstøv og bremses. PM₁₀ grænseværdien for 2005 forventes kun overskredet på få strækninger.

1. Introduktion

Der er målt høje niveauer af kvælstofdioxid (NO₂) på H.C. Andersens Boulevard i København. Vejtrafikken er hovedårsagen til NO₂ problemet i byens trafikerede gader, og niveauet har de senere år været næsten konstant. Målinger fra 2002 og 2003 viser, at NO₂ niveauerne for årsmiddelværdier

ligger over grænseværdien plus tolerancemargin for tilladt overskridelse. I 2004 blev grænseværdi plus tolerancemargin dog ikke overskredet. (Berkowicz et al. 2004). Når der sker en overskridelse af grænseværdi plus tolerancemargin skal Miljøstyrelsen, i tæt samarbejde med lokale myndigheder, udarbejde en plan som sikrer, at grænseværdien overholdes senest i 2010 (EU direktiv 1999). På denne baggrund har Miljøkontrollen i Københavns Kommune i samarbejde med Miljøstyrelsen ønsket at få en vurdering af, hvilke ekstraordinære virkemidler, der skal til for at sikre overholdelse af grænseværdien for NO₂ samt omkostninger forbundet hermed. Formålet med studiet er at beskrive kilderne til NO₂ på stærkt trafikerede gader i Københavns Kommune, herunder foretage en systematisk kortlægning af NO₂ niveauer i byen. Der skulle endvidere opstilles forskellige realistiske scenarier, som skulle effektvurderes mht. trafik og luftkvalitet. Endvidere skulle virkemidlernes implementering vurderes. Endelig skulle der foretages en særskilt overordnet vurdering af scenariernes betydning for PM₁₀. Resultaterne af studiet er detaljeret beskrevet i rapporten *Jensen et al.* (2005).

2. Anvendte metoder og empirisk grundlag

Først er der gennemført en problemanalyse af luftkvaliteten og de trafikale forhold samt en systematisk kortlægning af luftkvaliteten i København i 2003 samt 2010, som udgangspunkt for at opstille virkemidler med henblik på konsekvensvurdering. Relevant virkemidler er primært rettet mod påvirkning af den tunge trafik på mange af de overordnede veje i hele Københavns Kommune. Virkemidler der påvirker de store mængder af benzinpersonbiler vil have en mindre betydning for NO_x emissionen. På denne baggrund er det valgt at opstille fire scenarier, som samtidig tager hensyn til de trafikale virkemidler, der indgår i debatten om regulering af trafikken i København.

Det første scenarie sigter på, hvad kommunen kan gøre med virkemidler der ligger i kommunens regi. Det andet belyser, hvor langt man kommer ved at reducere bilkørsel gennem indførelse af afgifter (betalingsring/kørselsafgifter). Det tredje scenarie ser på, hvor langt man kommer ved at udnytte den reneste teknologi i køretøjsparken. Det fjerde scenarie sammenfatter alle typer af virkemidler og belyser den maksimale effekt. Virkemidlerne i de fire scenarier er opsummeret i Tabel 1. De beskrevne virkninger er erfaringer eller modelberegninger fra forskellige byer og er ikke nødvendigvis, hvad man kan forvente i København. Effekten af de trafikale scenarier er beregnet med Ørestadstrafikmodellen (Ørestadsselskabet, 2002).

Luftkvalitetsberegningerne er baseret på luftkvalitetsmodeller fra Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) – bybaggrundsmodellen Urban Background Model (UBM) (Berkowicz, 2000b) og gadeluftkvalitetsmodellen Operational Street Pollution Model (OSPM) samt OSPM's emissionsmodul (Berkowicz, 1997; 2000a; 2005). Generering af input data til OSPM modellen (trafikdata og gadekonfigurationsdata) er sket automatisk ved brug af DMU's AIRGIS system (Jensen et al., 2001).

Der er endvidere gennemført en overordnet analyse af, hvordan de forskellige scenarier kan implementeres ud fra kriterier om ansvarlige parter, offentlige omkostninger og tidshorisont.

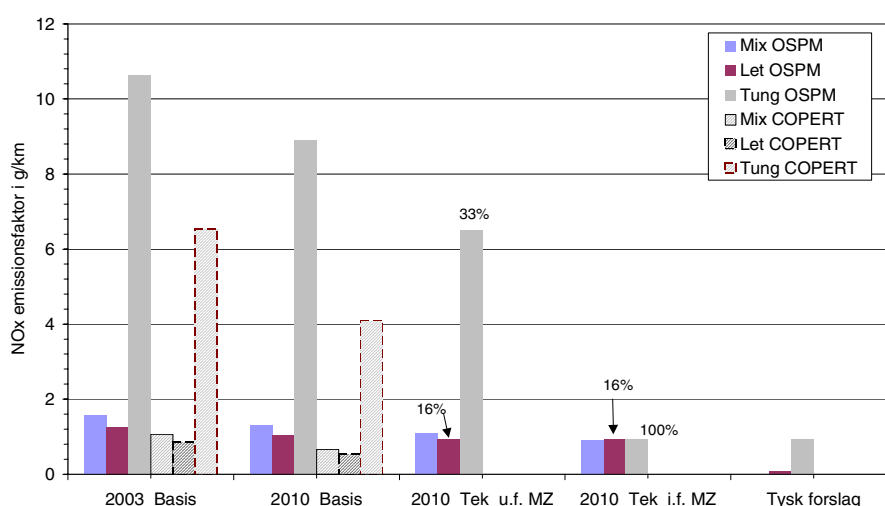
Der er i videst muligt omfang benyttet eksisterende data fremfor at etablere nye datasæt. I bybaggrundsregningerne (UBM) er der benyttet trafikdata på et 1x1 km² gitternet for hele Hovedstadsområdet og til gadeluftkvalitetsberegningerne (OSPM) er der anvendt trafikdata for disse enkeltstrækninger. Det trafikale grundlag er primært baseret på Ørestadstrafikmodellen (OTM), men der er også benyttet data fra København-Ringsted Trafikmodellen (KRT), samt trafikdata for enkeltstrækninger fra Københavns Kommune. GIS data vedrørende vejnet med trafik og

bygningssomrids med bygningshøjder er endvidere nødvendigt input for anvendelse af AIRGIS systemet.

I analysen og validering af luftkvalitetsmodellerne er der anvendt luftkvalitetsdata og meteorologisk data fra det Landsdækkende Måleprogram (LMP). Meteorologisk data stammer fra taget af H.C. Ørsted Institutet i København.

Emissionsdata er generet med OSPM's emissionsmodul. For fremtidige emissionsfaktorer for køretøjsteknologi, som endnu ikke er på markedet, er anvendt vedtagne eller foreslåede EURO emissionsnormer som er. OSPM's emissionsfaktorer er endvidere sammenlignet med COPERT emissionsmodellen, som er EU Kommissionens officielle emissionsmodel, som anvendes til beregning af nationale opgørelser (Ntziachristos & Samaras, 2000).

Forudsætningerne for NO_x emissionsfaktorerne er vist i Figur 1. Emissionsreduktionen med OSPM's emissionsmodul fra basis situationen i 2003 til basis i 2010 er ca. 20% mens reduktionen fra basis 2010 til teknologiscenariet er 15% og 30% henholdsvis udenfor og indenfor miljøzonen. Reduktionen opnås med en fremskyndet indførelse af skarpere emissionskrav for nye lette og tunge (diesel) køretøjer baseret på et tysk forslag. Reduktionen er større inden for miljøzonen, idet alle tunge køretøjer her skal overholde de skærpede emissionskrav i teknologiscenariet. I Figur 1 er også vist en sammenligning mellem emissionsfaktorer i COPERT III modellen og de emissionsfaktorer, som anvendes i OSPM. Emissionsfaktorerne i COPERT III er ca. 30% og 50% mindre i henholdsvis basis 2003 og 2010 end de anvendte emissionsfaktorer i OSPM, som ligger til grund for luftkvalitetsberegningerne. Tidligere undersøgelser har vist, at COPERT har en tendens til at undervurdere emissionerne (Sturm et al. 2001). Hvorvidt den hidtidige observerede underestimering af emissionerne i COPERT modellen også vil fortsætte i fremtiden for nye emissionsnormer er i sagens natur vanskeligt at forudsige, og udgør dermed en væsentlig usikkerhed. Det kan derfor være at OSPM's emissionsmodel giver for høje emissioner i basisscenariet i 2010.



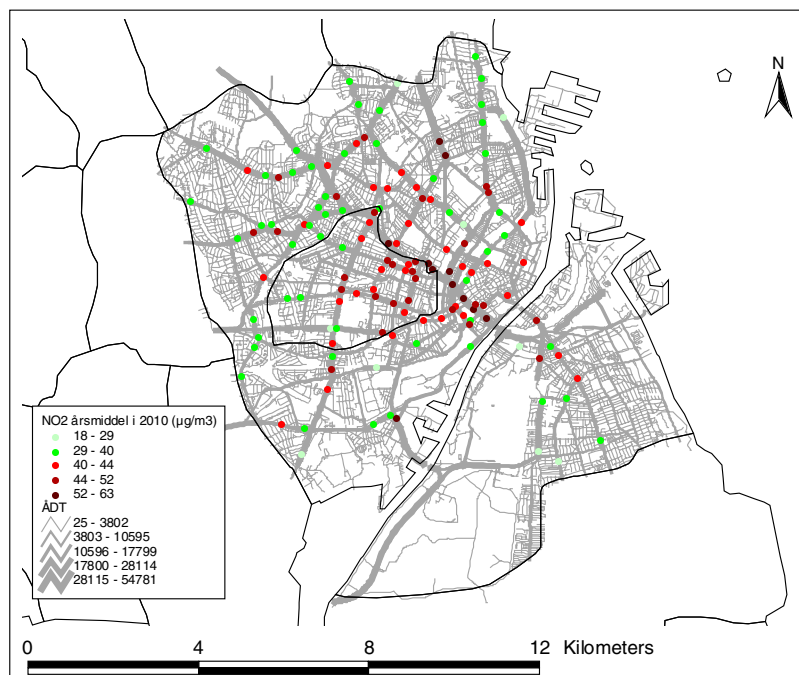
Figur 1 Sammenligning af NO_x emissionsfaktorer (g/km) i basisscenarierne 2003 og 2010 samt i teknologiscenariet opdelt udenfor og indenfor miljøzonen. Emissionsfaktorerne er angivet for Mix = gennemsnit for alle køretøjer, Let = gennemsnit for lette køretøjer (personerbiler, taxi og varebiler) og Tung = tunge køretøjer (lastbiler og busser). Søjler til højre viser emissionsfaktorer for den del af køretøjsparken med nyeste teknologier, som opfylder de skærpede emissionsnormer i teknologiscenariet for henholdsvis lette og tunge køretøjer (tysk forslag). Til sammenligning er der også angivet emissionsfaktorer ifølge COPERT modellen for de to basisscenarier. Procentangivelserne viser andelen af køretøjer, som opfylder de skærpede emissionsnormer i teknologiscenariet.

<i>Tabel 1</i> Oversigt over scenariernes trafikale effekter		
Scenario	Tiltag	Trafikal effekt – erfaring fra andre storbyer
1. Kommunale virkemidler	Havnetunnel	Omfordeler trafikken, så den kører udenom bymidten i København. Reduktion af biltrafikken på 10-30% i centrale gader.
	Metro City Ring	Reducerer bustrafikken med 30-50% i de indre dele af København. Begrænset effekt på personbiler og ingen effekt på vare- og lastbiler
	Pendlerplaner	Begrænser pendling med personbil med 5-10% - altså reduktion af personbiltrafik i myldretiden.
	Trafiksanering	Forhindrer gennemkørsel i de centrale dele af København og medvirker til at forskønne og fredeliggøre bymidten. Skal ses i sammenhæng med en havnetunnel.
2. Reduktion af biltrafik	2.1 Betalingsring	Begrænser særligt personbiltrafikken over ringen. Reduktioner her på 5-15 % ved betaling på 10-30 kr.. Ingen effekt på interne ture indenfor ringen. Mindre effekt på vare- og lastbiltrafik. Effekten er helt afhængig af taksten. I scenariet er der forudsat 30 kr. pr tur for personbiler, 60 kr. for varebiler og 120 kr. for lastbiler.
	2.2 Kørselsafgifter	Begrænser særligt personbiltrafikken i hele det område afgifterne dækker. Mindre effekt på vare – og lastbiltrafik. Effekten er helt afhængig af takststrukturen. I scenariet er der forudsat 1,5 kr. pr km for personbiler, 3,0 kr. pr km for varebiler, og 6 kr. pr km for lastbiler i den tætte del af København og halvdelen udenfor.
3. Reneste teknologier	Hurtigere indførelse af skærpede emissionskrav til diesel person- og varebiler	Ingen trafikal effekt 16% af alle diesel person- og varebiler opfylder tysk forslag til skærpede emissionsnormer for personbiler
	Renere busser i miljøzonen	Ingen trafikal effekt 100% af alle busser opfylder tysk forslag til skærpede emissionsnormer i miljøzonen og 33% udenfor miljøzonen.
	Skærpede emissionskrav i miljøzone for tunge køretøjer	Ingen trafikal effekt 100% af alle lastbiler opfylder tysk forslag til skærpede emissionsnormer i miljøzonen og 33% udenfor miljøzonen.
4. Maksimal effekt	Havnetunnel	Omfordeler trafikken, så den kører udenom bymidten i København. Reduktion af biltrafikken på 10-30% i centrale gader.
	Metro City Ring	Reducerer bustrafikken med 30-50% i de indre dele af Københavns Kommune. Begrænset effekt på personbiler og ingen effekt på vare- og lastbiler
	Pendlerplaner	Begrænser pendling med personbil med 5-10% - altså reduktion af personbiltrafik i myldretiden.
	Trafiksanering	Forhindrer gennemkørsel i de centrale dele af København og medvirker til at forskønne og fredeliggøre bymidten.
	Kørselsafgifter	Begrænser særligt personbiltrafikken i hele det område afgifterne dækker. Mindre effekt på vare – og lastbiltrafik. Effekten er helt afhængig af takststrukturen.
	Hurtigere indførelse af skærpede emissionskrav til diesel person- og varebiler	Ingen trafikal effekt 16% af alle diesel person- og varebiler opfylder tysk forslag til skærpede emissionsnormer
	Renere busser i miljøzonen	Ingen trafikal effekt 100% af alle busser opfylder tysk forslag til skærpede emissionsnormer i miljøzonen og 33% udenfor miljøzonen.
	Skærpede emissionskrav i miljøzone for tunge køretøjer	Ingen trafikal effekt 100% af alle lastbiler opfylder tysk forslag til skærpede emissionsnormer i miljøzonen og 33% udenfor miljøzonen.
	Citylogistik	Vare og lastbiltrafikken i det meste af kommunen reduceres med 5-10 %

3. Resultater

Problemanalysen

Der er gennemført en systematisk kortlægning af luftkvaliteten på 138 stærkt trafikerede strækninger i København og på Frederiksberg. Problemanalysen viser, at på omkring 80 gadestrækninger kan forventes overskridelser af grænseværdien for NO₂ i 2010, se Figur 2. Problemet er således ikke koncentreret til et sted med særligt uheldige forhold som fx H.C. Andersens Boulevard. Der er derimod tale om et generelt problem for de stærkest trafikerede veje i det meste af Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune.



Figur 2 Overskridelser af NO₂ grænseværdien på 40 µg/m³ for årsmiddel i 2010. Omkring 80 strækninger overskrider grænseværdien ud af 138 undersøgte vejstrækninger.

NO_x emissionen og dermed grundlaget for NO₂ niveauerne i gadeluften er undersøgt detaljeret for H.C. Andersens Boulevard (60.000 køretøjer/døgn) og Jagtvej (29.000 køretøjer/døgn) for hverdage i 2010. Den tunge trafik bidrager med knap 20-30% af NO_x emissionen men kun 3-4% af trafikken, varebiler omkring 25-30% af NO_x emission og 10-12% af trafikken, taxier omkring 20% af NO_x emissionen og 8-9% af trafikken, og personbiler med omkring 25-30% af NO_x emissionen men med 77% af trafikken. I forhold til trafikens andel er NO_x emissionen derfor særligt høj for de tunge køretøjer, men også taxier og varebiler bidrager med en forholdsvis stor del af NO_x emissionen i forhold til antallet af køretøjer. Dieseldrevne køretøjer som helhed bidrager med hovedparten af NO_x.

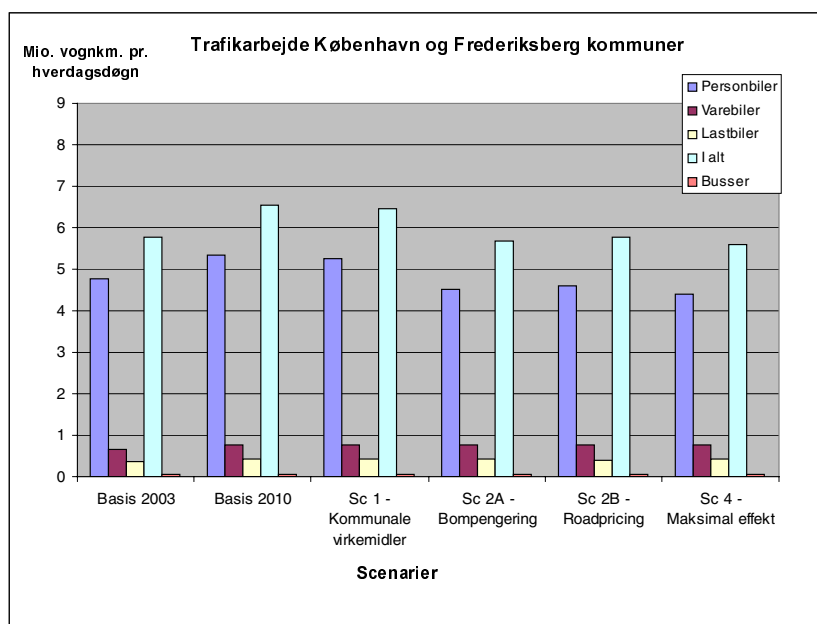
NO₂ koncentrationen består af et direkte emitteret bidrag fra trafikken i gaden samt et bidrag fra omdannelse af NO_x til NO₂. Denne omdannelse sker ved hjælp af ozon og i de fleste stærkt trafikerede gader vil ozonkoncentrationen være den begrænsende faktor for denne omsætning og dermed for NO₂ koncentrationen. Det betyder, at en reduktion i NO_x emissionen ikke nødvendigvis vil føre til en tilsvarende reduktion i NO₂ koncentrationen i gaden.

NO₂ koncentrationen i den enkelte gade er sammensat af et bidrag fra trafikken i gaden, et bidrag fra byen generelt samt et bidrag fra et generelt regionalt niveau. I den tætte del af København i 2010 vil det regionale bidrag ligge på omkring 10 µg/m³ og bybaggrundsbidraget på 5-15 µg/m³. Gadebidraget udgør fra nogle få mikrogram per kubikmeter til 35 µg/m³. Det samlede niveau ligger derfor på mellem 18 og 62 µg/m³. Denne fordeling af bidragene i en gade betyder, at der skal ske en endog meget kraftig reduktion af trafikken i en meget trafikeret gade før det får nogen væsentlig indflydelse på den samlede koncentration, hvis der ikke samtidig sker en generel reduktion af trafikken i hele byen.

Den trafik, der kører på H.C. Andersens Boulevard, er relativt lokal. Den gennemsnitlige tur er på 15 km og kommer således ikke ud over nabokommunerne. Det peger på, at problemer med den trafikale luftforurening skal løses relativt lokalt, hvilket vil sige med virkemidler, der primært påvirker trafikken i Københavns kommune. Der er på den anden side tale om trafik, der kører over så lange afstande, at der er et potentiale for at ændre rute eller at skifte transportmiddel. Den tunge trafik kører lidt længere i gennemsnit end personbilturene. 20 km er gennemsnittet for ture med tung trafik.

Trafikale effekter af scenarierne

De trafikale effekter for scenarierne er sammenstillet i Figur 3, som viser trafikarbejdet for København og Frederiksberg kommuner opdelt på køretøjstyper.



Figur 3 Trafikarbejde i Københavns og Frederiksberg kommuner for de forskellige scenarier.

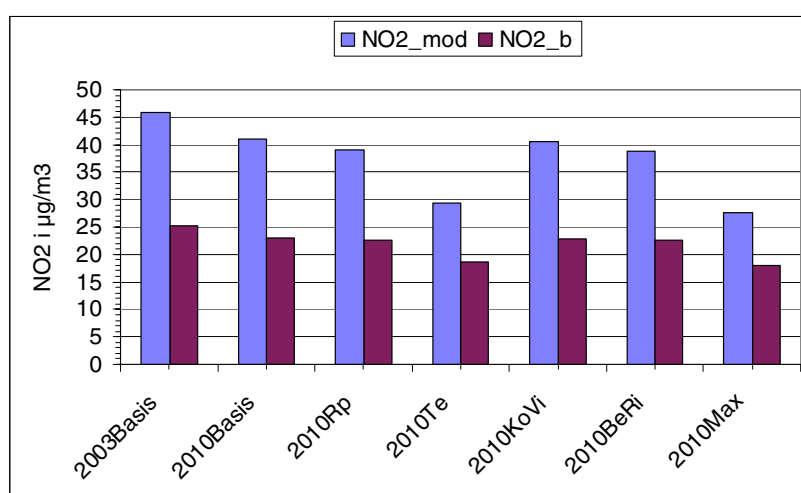
I forbindelse med vurdering af effekten for NO₂ er der udpeget 138 stærkt trafikerede gadestrækninger i København og Frederiksberg kommuner. De forskellige trafikale scenarier har en relativt lille trafikale effekt på den gennemsnitlige trafik på de 138 udvalgte gadestrækninger under et, men dette dækker over at nogle gader får mindre trafik og andre gader mere trafik.

I Sc 1 – Kommunale virkemidler, er de trafikale ændringer på de udpegede strækninger små. For knap halvdelen af strækningerne falder trafikken med op til 5%. For ¼ af strækningerne stiger trafikken med op til 5%. Det samlede trafikarbejde i København og Frederiksberg kommuner reduceres 0,3%. I Sc 2A – Betalingsring, er de trafikale ændringer på de udpegede strækninger betydeligt større. Her falder i trafikmængderne på stort set alle strækninger. For omkring halvdelen af strækningerne er faldet på 10-25% af trafikken og på ¼ af strækningerne er falder mellem 5 og 10%. Kun på 4 af de udpegede strækninger stiger trafikken. Det samlede trafikarbejde reduceres 3,3%. For scenarierne med kørselsafgifter som virkemiddel – Sc2B og Sc 4, er ændringerne i trafikmængderne mere varieret. På 30% af strækningerne stiger trafikken, mens den falder på de resterende 70%. Både stigninger og fald er ret store, på omkring halvdelen af strækningerne er ændringerne på 10-50%. Effekten skyldes primært at kørselsafgifter, udover at dæmpe biltrafikken generelt, giver anledning til en omfattende omfordeling af trafikken på vejnettet i byen. Denne effekt er en følge af at prissætningen er forskellig for forskellige geografiske områder og gadetyper. Generelt øges trafikken på det overordnede regionale vejnet og reduceres på bydelsgader og i lokalområderne. Det samlede trafikarbejde falder 8,2% i Sc 2B og 9,3% i Sc 4.

For de scenarier, som indeholder enten kørselsafgifter eller bompengering, vil der ske en reduktion i antal ture med formål som fritidsaktiviteter og indkøb, hvorimod turene til arbejde, uddannelse og erhvervsture ikke falder bort i Ørestadstrafikmodellen, selv hvis omkostningerne stiger markant. For samtlige personture sker der en omfordeling af ture mellem bil, kollektiv trafik og cykeltrafik. For den tunge trafik påvirkes antal ture ikke i takt med at omkostningerne stiger. Antallet af ture ligger fast, men rutevalget vil ændre sig.

Effekt af scenarierne på luftkvaliteten af NO₂

I Figur 4 er vist den gennemsnitlige effekt for NO₂ for de 138 gadestrækninger af de forskellige scenarier. Det ses, at det kun er teknologiscenariet (og dermed maksimal scenariet), der giver en betydelig effekt i forhold til basissituationen i 2010. Dette gælder for såvel bybaggrunds niveauet som gadeniveauet. De kommunale virkemidler giver næsten ingen effekt, mens betalingsring og kørselsafgifter giver en beskedent effekt på den gennemsnitlige NO₂ koncentration.

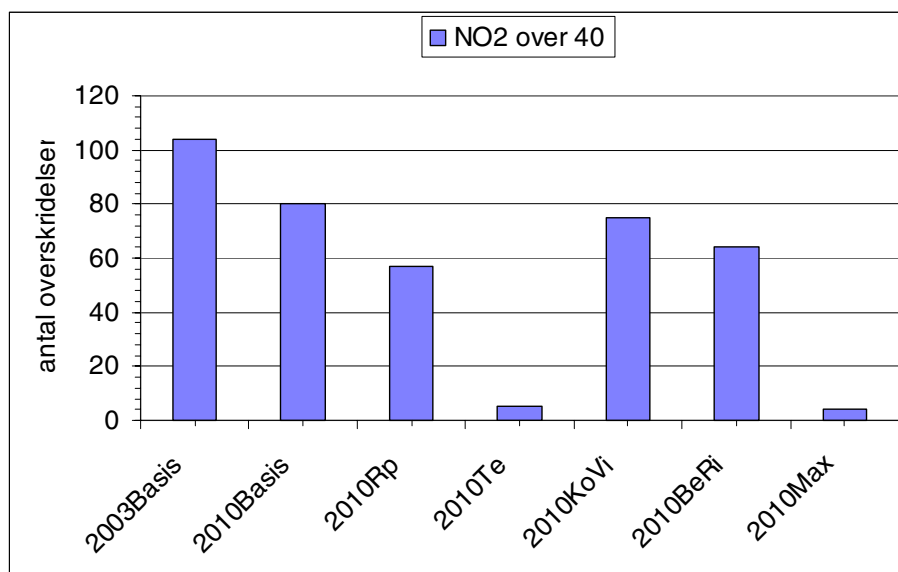


Figur 4 Den gennemsnitlige effekt for NO₂ for de 138 gadestrækninger af de forskellige scenarier. "Rp" står for kørselsafgifter, "Te" for teknologi, "KoVi" for kommunale virkemidler, "BeRi" for betalingsring, og "Max" for maksimal virkemidler. "NO₂_mod" er beregnet i gaderne og "NO₂_b" er bybaggrundsbidraget.

Teknologiscenariet er baseret på at der vedtages et tysk forslag om skærpede emissionsnormer til dieseldrevne person samt lastbiler og busser. Dette forslag går ud på at emissioner fra dieseldrevne personbiler skal være lige så skrappede som til benzinbiler med katalysator, og for de tunge køretøjers vedkommende omfatter det en yderligere skærpelse af de emissionskrav, som træder i kraft i 2006 for tunge køretøjer. Kravene forventes kun at kunne opfyldes med emissionsbegrænsende udstyr (NO_x katalysator og partikelfiltre). For dieseldrevne varebiler er det antaget, at disse opfylder de samme krav som til diesel personbiler.

Antallet af overskridelser af grænseværdien for NO₂ på 40 µg/m³ i 2010 er opsummeret i Figur 5 for de enkelte scenarier. I 2010 i basissituationen er der omkring 80 gadestrækninger, som forventes at overskride grænseværdien. Teknologiscenariet er det eneste scenarie, som markant reducerer NO₂ niveauerne, således at antallet af overskridelser af NO₂ grænseværdien reduceres til omkring 5 gadestrækninger i 2010. Det maksimale scenarie omfatter teknologi scenariet, og det er årsagen til de markante reduktioner i dette scenarie. Teknologiscenariet svarer til en gennemsnitlig reduktion af NO_x emissionen på omkring 30% på vejnettet inden for miljøzonen. På de 138 gader reduceres NO_x emissionen med omkring 25-55% afhængig af køretøjssammensætningen. Bybaggrundsbidraget reduceres med omkring 22-47%. Disse NO_x reduktioner ser således stort set ud til at løse NO₂ problemet. For at opnå samme effekt med et rent trafikalt scenarie skulle det pågældende scenarie være i stand til at reducere trafikken i gennemsnit for alle køretøjskategorier med samme procentsatser som ovenstående NO_x reduktioner i forhold til den trafikale situation i basis 2010.

I scenarierne med betalingsring og kørselsafgifter er der omkring 60 af de 80 gadestrækninger, hvor grænseværdierne overskrides. I disse scenarier vil nogle gader få højere koncentrationer end i basissituationen, fordi trafikken stiger, og omvendt vil nogle gader få lavere koncentrationer end i basissituationen pga. mindre trafik. De trafikale scenarier giver kun en moderat reduktion i antallet af gader, som overskrider NO₂ grænseværdien. I scenariet med kommunale virkemidler er effekten på NO₂ koncentrationen yderst begrænset. Det er i omkring 75 af de 80 gader at grænseværdien for NO₂ overskrides i 2010. De fleste af disse virkemidler begrænser trafikken i nogle gader, men fører typisk til omvejskørsel i andre gader.



Figur 5 Antallet af overskridelser af grænseværdien for NO₂ på 40 µg/m³ ud af de 138 udvalgte gadestrækninger. "Rp" står for kørselsafgifter, "Te" for teknologi, "KoVi" for kommunale virkemidler, "BeRi" for betalingsring, og "Max" for maksimal virkemidler.

4. Diskussion

Der knytter sig en række usikkerheder til implementering af teknologiscenariet. Teknologiscenariet forudsætter, at det tyske forslag vedtages, at Københavns Kommune beslutter skærpede emissionskrav i miljøzonen, og at Justitsministeriet godkender dette. Herefter skal transportoperatørerne have en rimelig tid til implementering. Med ovenstående beslutningsprocedure samt varsel til operatørerne er det ikke realistisk at dette scenarie kan være fuldt implementeret i 2010, hvor grænseværdierne for NO₂ skal være overholdt. Det gennemførte scenarie afspejler derfor en situation, som kunne indtræffe senere fx omkring 2012-2015.

En anden væsentlig usikkerhed er hvorvidt de faktiske emissioner under faktiske kørselsforhold modsvarer Euro emissionsnormerne, som skal overholdes i forbindelse med typegodkendelse. I beregningerne er det forudsat, at de tunge køretøjer overholder det tyske forslag til emissionsnormerne under faktisk kørsel. Tidligere erfaringer viser dog, at skærpede emissionsnormer for tunge køretøjer ikke har resulteret i de emissionsreduktioner, som man forventede, og dermed heller ikke i den forventede forbedring af luftkvaliteten. De emissionsfaktorer som anvendes for NO_x i gadeluftkvalitetsmodellen OSPM, og som har vist sig realistiske, er således omkring dobbelt så høje som de officielle emissionsfaktorer i EU Kommissionens emissionsmodel (COPERT III). Antagelsen om at de tunge køretøjer faktisk vil overholde det tyske forslag til emissionsnormer i praksis vil derfor betyde en drastisk emissionsreduktion på omkring en faktor 10 for de tunge køretøjer.

De fremtidige krav forventes at resultere i et teknologispring med NO_x reducerende udstyr og partikelfiltre på dieselmotorer, som forventes at kunne reducere emissionerne drastisk på samme måde, som det skete med katalysatoren på benzindrevne personbiler. Teknologiscenariet forudsætter derfor at de skærpede emissionsnormer vil føre til dette teknologispring for dieseldrevne person- og varebiler samt lastbiler og busser, således at man også i praksis kan forvente drastisk reduktion af emissionerne. I forbindelse med de fremtidige emissionskrav stilles der samtidig krav om forbedrede testcyklus, som i højere grad modsvarer faktisk kørsel, et varighedskrav, således at normerne også skal overholdes efter en årrække og ikke kun ved typegodkendelse, samt On-Board Diagnostic System (OBD), som er udstyr i køretøjet, som løbende kontrollerer at forureningsudstyret virker. Disse yderligere krav skulle gerne medvirke til at køretøjerne i højere grad overholder emissionsnormerne under faktisk kørsel.

5. Konklusion

Emissionsberegninger viser, at der kan forventes en reduktion i trafikens NO_x emission på ca. 20% fra 2003 til 2010 i København ud fra allerede vedtagne emissionsnormer for køretøjer, men at den skal reduceres yderligere med 25-55% for, at NO₂ grænseværdien kan overholdes i 2010. Luftkvalitetsberegninger viser, at overskridelser af grænseværdien for NO₂ i 2010 vil forekomme langs en række stærkt trafikerede gader i København (80 ud af 138 undersøgte gadestrekninger). Dette kan kun imødegås med indførelse af nye skærpede EU emissionsnormer for især de tunge og lette diesel køretøjer, som skal være så strenge at NO_x begrænsende udstyr anvendes på tunge og lette dieselmotorer. Da nye emissionsnormer kun vil gælde nye køretøjer vil det tage lang tid for at opnå den fulde effekt for luftkvaliteten, da køretøjsparken udskiftes langsomt. Det er derfor nødvendigt at kombinere nye emissionsnormer med en miljøzone for København for at fremme en hurtigere implementering. Det vurderes dog, at det tidsmæssigt næppe vil være muligt at implementere disse virkemidler, så grænseværdien kan overholdes i 2010, idet virkemidlerne vil kræve en længere

implementeringstid. Andre trafikale virkemidler som infrastruktur, pendlerplaner, trafiksanering, betalingsring eller road-pricing vil kun have begrænset effekt på luftkvaliteten, da den trafikale effekt er begrænset. Overskridelsen af grænseværdien for NO₂ er et problem, der er udbredt til langt de fleste større byer i Europa. For PM₁₀ vil tiltagene kun have begrænset effekt, idet bidraget fra udstødningen til den samlede partikelforurening er lille i forhold til bidrag fra bybaggrunden og bidrag fra vejslid, jordstøv og bremses. PM₁₀ grænseværdien for 2005 forventes kun overskredet på få strækninger.

Taksigelser

Studiet er udført for og finansieret af Miljøkontrollen, Københavns Kommune. Miljøstyrelsen har deltaget i en følgegruppe til projektet.

Referencer

- Berkowicz, R., Hertel, O., Larsen, S.E., Sørensen, N.N., Nielsen, M. (1997): Modelling Traffic Pollution in Streets. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Berkowicz, R. (2000a): OSPM – a Parameterised Street Pollution Model. *Environmental Monitoring and Assessment* 65: 323-331, 2000.
- Berkowicz, R. (2000b): A simple Model for Urban Background Pollution, *Environmental Monitoring and Assessment*, 65, 259-267
- Berkowicz, R., Palmgren, F., Jensen, S.S., Brandt, J. (2004): Analyse af forhøjet NO₂ niveau i København og prognose for 2010. Faglig rapport fra DMU nr. 498, s. 24.
- Berkowicz, R., Winther, M. and Ketzl, M. (2005): Traffic pollution modelling and emission data. *Environmental Modelling and Software*, 2005. (In Press. Available online 30 March 2005).
- Jensen, S.S., Berkowicz, R., Hansen, H. Sten., Hertel, O. (2001) A Danish decision-support GIS tool for management of urban air quality and human exposures. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 6, Issue 4, 2001, pp. 229-241.
- Jensen, S.S., Ketzl, M., Berkowicz, R., Palmgren, F., Høj, J. & Krawack, S. 2005: Virkemidler til overholdelse af NO₂ grænseværdier for luftkvalitet i København. Miljøkontrollen, Københavns Kommune. Udført af Danmarks Miljøundersøgelser og TetraPlan. 111 s. ISBN (elektronisk): 87-90947-27-4. Rapporten findes elektronisk på Miljøkontrollens hjemmeside: www.miljoe.kk.dk eller www.kk.dk/luftudsiget
- Ntziachristos, L. and Zissis Samaras, Z. (2000): COPERT III, Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (Version 2.1). Technical report No 49. European Environment Agency, Copenhagen.
- Palmgren, P., Glasius, M., Wåhlin, P., Ketzl, M., Berkowicz, R., Jensen, S.S., Winther, M., Illerup, J.B., Andersen, M.S., Hertel, O., Vinzents, P., Møller, P., Sørensen, M., Knudsen, L.E. Schibye, B., Andersen, Z.J., Hermansen, M. Scheike, T., Stage, M., Bisgaard, H., Loft, S., Jensen, K.A., Kofoed-Sørensen, V., Clausen, P.A. (2005): Luftforurening med partikler i Danmark. Miljøprojekt 1021, 2005. p. 84.
- Rådets direktiv 1999/30/EF af 22. april 1999 om luftkvalitetsgrænseværdier for svovldioxid, nitrogendioxid og nitrogenoxider, partikler og bly i luften. EF-Tidende NR. L 163 af 29. juni 1999 S. 0041 - 0061 .
- Sturm, P.J., Rodler, J., Lechner, B., Raimund, Almbauer, A. (2001): Validation of emission factors for road vehicles based on street tunnel measurements. *International Journal of Vehicle Design* 2001 - Vol. 27, No.1/2/3/4 pp. 65-75.
- Ørestadsselskabet (2002): Ørestadstrafikmodel (OTM). Folder med generel beskrivelse af Ørestadstrafikmodellen.