

# Luftkoncentrationer i myldretiden i trafikerede gader i København

Bidrag til Folketingsspørgsmål

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 22-03-2018

Thomas Ellermann

Institut for Miljøvidenskab

Rekvirent:  
Christian Lange, Miljøstyrelsen  
Antal sider: 6

Faglig kommentering:  
Ole Hertel  
Kvalitetssikring, centret:  
Vibeke Vestergaard Nielsen



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000  
E-mail: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk)  
<http://dce.au.dk>

## Sammenfatning

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet har i nærværende notat givet et bidrag til besvarelse af Folketingsspørgsmål B53 vedrørende koncentrationerne af nitrogenoxiderne og den luftbårne partikelforurening på trafikerede gader i København i myldretiderne. På basis af måleresultater fra Delprogram for luft under Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur har DCE beregnet de gennemsnitlige luftkoncentrationer i morgen- og eftermiddagsmyldretiden til følgende:

	Morgen	Eftermiddag
Nitrogenoxider, NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	150-240	100-170
Nitrogendioxid, NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	55-75	40-65
Partikler under 2,5 µm, PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	13	13
Partikler under 10 µm, PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	38	38

Skønsmæssigt kommer mere end 90% af nitrogenoxiderne fra trafikken og under 10% fra den internationale baggrund når der er tale om myldretiderne. De tilsvarende tal for nitrogendioxid er omkring 80 % og 20% fra henholdsvis trafikken og den internationale baggrund. En langt større andel af partikelforureningen stammer fra udenlandske kilder. Her stammer skønsmæssigt omkring 60 % og 35 % af henholdsvis PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> fra den internationale baggrund, mens resten stammer fra trafik, når der er tale om myldretiderne

## Indledning

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet er den 19. marts 2018 blevet anmodet af Christian Lange, Miljøstyrelsen om bidrag til svar på Folketingsspørgsmål B53, spørgsmål 9 om opdatering af miljøzone-reglerne:

”Hvor høj er ”toppen” af forurening i de mest trafikerede gader i København på de tidspunkter med mest trafik (morgen og eftermiddag), hvor meget af den forurening skyldes trafik, og hvor meget er internationalt baggrundsforurening (oplyst for både NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>)?”

I det følgende præsenteres resultater fra måling af luftkoncentrationerne af nitrogenoxider (NO<sub>x</sub>), nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>), PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> (massen af partikler med diameter mindre end henholdsvis 2,5 og 10 µm) målt på tidspunkter med mest trafik (morgen- og eftermiddagsmyldretiderne) i København. Målingerne er foretaget i forbindelse med Delprogram for luft under NO-VANA (Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur).

## Metode

Luftkoncentrationer i bygader varierer fra time til time, som følge af variationer i de meteorologiske forhold. For at vurdere ”toppen” af forureningen i myldretiderne er det derfor nødvendigt at beregne middelværdier for de enkelte timer i løbet af dagen over en længere periode. Dette er her foretaget på basis af tre års målinger. Ved denne fremgangsmåde ”fjernes” tilfældige meteorologiske variationer og vi får resultater for den gennemsnitlige døgnvariation som følge af de daglige variationer i trafikbelastningen af luftforureningen.

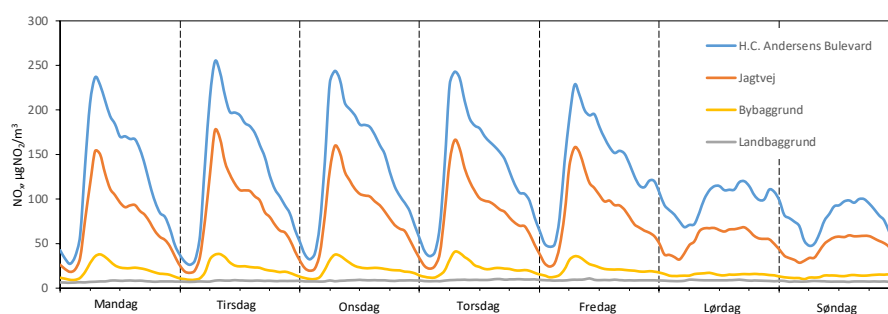
Gennemsnit af tre års målinger er beregnet på basis af timemiddelværdier for 2014 – 2016 for målestationer placeret henholdsvis på stærkt trafikerede gader, i bybaggrund og på landet. Koncentrationerne af luftforureningskomponenterne i landbaggrund stammer hovedsageligt fra langtransporteret luftforurening, og dermed giver niveauet i landbaggrund et godt estimat for den udenlandske baggrundsforurening. Forskellen mellem landbaggrund og bybaggrund angiver den generelle forurening fra hele byen, hvor af hovedparten stammer fra trafikken i byen når der er tale om myldretiderne. Forskellen mellem bybaggrund og gadekoncentrationer angiver bidraget fra selve gaden, hvor målingerne finder sted.

Bidraget fra trafikken i myldretiderne skønnes ud fra forskellen mellem koncentrationerne målt ved gademålestationerne og landbaggrund, idet den internationale baggrund skønsmæssigt sættes lig koncentrationerne i landbaggrund. Dette vil give en mindre overvurdering af bidraget fra de to kilder, da der ikke er taget hensyn til bidraget fra andre forureningskilder, men netop i myldretiden vurderes denne metode at give et rimeligt skøn på fordelingen mellem de to hovedkilder.

## Nitrogenoxider

Figur 1 viser den gennemsnitlige døgnvariation for nitrogenoxiderne for de enkelte dage i løbet af ugen. Figuren viser resultaterne for de to gademålestationer i København (H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej), bybaggrundsmålestationen på taget af H.C. Ørsted Institutet og en gennemsnitlig landbaggrund baseret på målingerne ved målestationerne på Anholt og Sydlangeland (Keldsnor).

Figur 1. Gennemsnitlig døgnvariation i koncentrationerne af nitrogenoxider for de enkelte ugedage ved gademålestationerne (H.C. Andersens Boulevard, Jagtvej, bybaggrund (H.C. Ørsted Institutet) og landbaggrund (gennemsnit for Anholt og Sydlangeland). Gennemsnit for perioden 2014-2016 angives ved dansk normaltid.  $\text{NO}_x$  er opgjort i ækvivalenter af  $\text{NO}_2$ .



For de to gadestationer og bybaggrunden ses de højeste koncentrationer mellem kl. 7 og 8 svarende til den mest intense periode i morgenmyldretiden. Herfra falder koncentrationerne, og for nogle af dagene ses et plateau om eftermiddagen svarende til eftermiddagsmyldretiden (kl. 15-16). Når toppen i koncentrationerne er mindre om eftermiddagen end om morgenen skyldes det primært, at vindhastigheden og turbulensen er højere om eftermiddagen end om morgenen, men der er også andre faktorer, som spiller en rolle (køretøjs sammensætningen, trafikintensiteten m.m.). Derfor bliver udledningerne fra trafikken hurtigere fortyndet op med den omgivende luft om eftermiddagen end om morgenen. Lidt efter midnat ses de laveste koncentrationer. Koncentrationerne er væsentligt lavere lørdag og søndag end på hverdage som

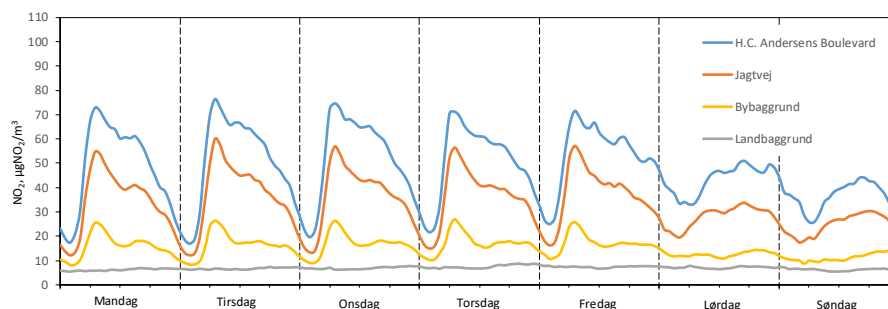
følge af den lavere trafikmængde på disse dage. Koncentrationerne i landbaggrunden er stort set konstant, hvilket skyldes, at kilderne ligger langt fra målestationerne. Dermed udviskes døgnvariationerne i udledningerne, som følge af den lange transporttid i atmosfæren fra kilder af forskellig afstand til målepunktet. Tabel 1 viser gennemsnitskoncentrationer i morgen- og eftermiddagsmyldretiden samt skøn over bidragene fra den internationale baggrundsforurening og trafikken i forbindelse med myldretiderne.

Tabel 1. Gennemsnitlige koncentrationer af nitrogenoxider (NO<sub>x</sub>) og nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) i myldretiderne i trafikerede gader. Intervallet angiver koncentrationerne ved henholdsvis Jagtvej og H.C. Andersens Boulevard. Endvidere skøn over bidrag fra trafik og international baggrund. Gennemsnit for 2014-2016 og angives ved dansk normaltid.

	NO <sub>x</sub> (µgNO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )		NO <sub>2</sub> (µgNO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	
	Morgenmyldretid kl. 7-8	Eftermiddagsmyldretid kl. 15-16	Morgenmyldretid kl. 7-8	Eftermiddagsmyldretid kl. 15-16
Trafikerede gader	150-240	100-170	55-75	40-65
Trafik bidrag	142-232	82-162	48-68	33-58
International baggrund	8	8	7	7

Figur 2 viser tilsvarende figur for luftkoncentrationerne af nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>). Nitrogenoxiderne består af nitrogenmonooxid (NO) og nitrogen dioxide, hvoraf det er nitrogen dioxide, som udgør den helbredsskadelige komponent. Døgnvariationen i koncentrationerne af nitrogen dioxide følger mønstret for nitrogenoxiderne, hvor der for nitrogen dioxide dog er lidt mindre forskel mellem koncentrationerne i morgen- og eftermiddagsmyldretiden. Tabel 1 viser gennemsnitskoncentrationer i morgen- og eftermiddagsmyldretiden samt skøn over bidragene fra den internationale baggrundsforurening og trafikken i forbindelse med myldretiderne.

Figur 2. Gennemsnitlig døgnvariation i koncentrationerne af nitrogen dioxide for de enkelte ugedage ved gademålestationerne (H.C. Andersens Boulevard, Jagtvej, bybaggrund (H.C. Ørsted Institutet) og landbaggrund (gennemsnit for Anholt og Sydlangeland). Gennemsnit for perioden 2014-2016 angives ved dansk normaltid.



## Partikelforureningen

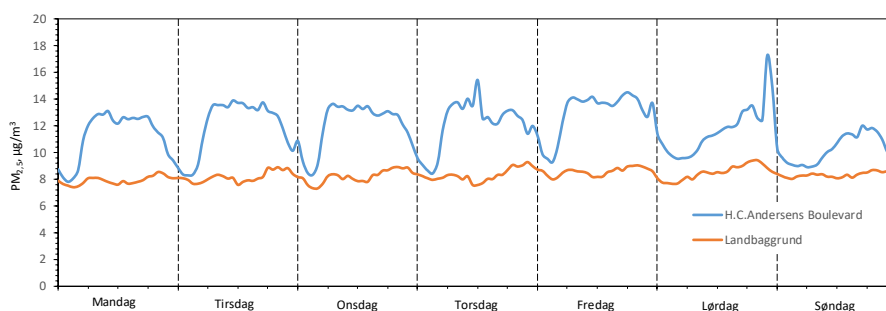
Figur 3 og 4 viser de gennemsnitlige døgnvariationer for partikelforureningen angivet ved PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>. Figurene viser kun koncentrationerne ved gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard og landbaggrundsmålestationen ved Risø. Målingerne gennemføres med specielle partikelmåleinstrumenter

(TEOM), som gør det muligt at måle partikelforureningen med høj tidsopløsning (timemiddel). En mindre del af partikelforureningen fordamper inde i selve måleinstrumenterne, som følge af den måde instrumenterne fungerer på. Dette giver 10-20% for lave koncentrationer. Disse målinger foretages kun på H.C. Andersens Boulevard og ved Risø.

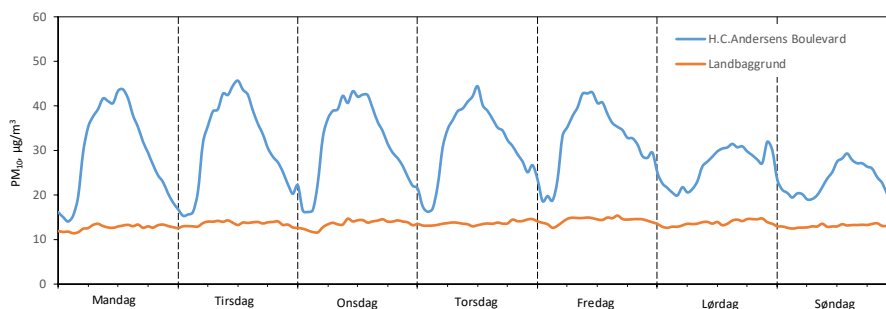
Døgnvariationen er anderledes end for nitrogenoxiderne, og forskellen mellem koncentrationerne ved gademålestationen og i landbaggrund er væsentligt mindre. For  $PM_{2,5}$  ses en mere flad kurve, hvor der ikke er nævneværdig forskel mellem koncentrationerne i morgen- og eftermiddagsmyldretiden. For  $PM_{10}$  ses et forløb, hvor de højeste koncentrationer ses ved middagstid, mens koncentrationerne i forbindelse med morgen- og eftermiddagsmyldretid er lidt mindre (omkring 15%) end koncentrationerne ved middagstid. De relativt højere koncentrationer ved landbaggrundsmålestationerne viser, at bidraget fra den internationale baggrund er væsentligt større end for nitrogenoxiderne. Bidraget fra den lokale trafik udgør derfor en relativt set mindre andel af partikelforureningen, hvilket er årsag til, at døgnvariationerne i partikelforureningen fra trafikken ikke slår så tydeligt igennem, som for nitrogenoxiderne. Bidraget fra trafikken kommer dels fra de direkte udledninger fra udstødningen og dels fra slid af bremses, dæk og vejbane.

Tabel 2 viser koncentrationerne i morgen- og eftermiddagsmyldretiden samt skøn over bidragene fra den internationale baggrundsforurening og trafikken i forbindelse med myldretiderne.

Figur 3. Gennemsnitlig døgnvariation i  $PM_{2,5}$  for de enkelte ugedage ved gademålestation (H.C. Andersens Boulevard) og landbaggrund (Risø). Gennemsnit for perioden 2014-2016 angives ved dansk normaltid.



Figur 4. Gennemsnitlig døgnvariation i  $PM_{10}$  for de enkelte ugedage ved gademålestation (H.C. Andersens Boulevard) og landbaggrund (Risø). Gennemsnit for perioden 2014-2016 angives ved dansk normaltid.



Tabel 2. Gennemsnitlige koncentrationer af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> i myldretiderne i trafikeret gade (H.C. Andersens Boulevard; HCAB). Endvidere skøn over bidrag fra trafik og international baggrund. Gennemsnit for 2014-2016 angives ved dansk normaltid.

	PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
	Morgenmyldretid kl. 7-8	Eftermiddagsmyldretid kl. 15-16	Morgenmyldretid kl. 7-8	Eftermiddagsmyldretid kl. 15-16
Trafikeret gade (HCAB)	13	13	38	38
Trafik bidrag	5	5	24	24
International baggrund	8	8	13	13

For både PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> ses to toppe, som afviger fra det forventede mønster (torsdag kl. 12-13 og lørdag kl. 22-23). I begge tilfælde måles toppene med to forskellige instrumenter og toppene anses derfor ikke for at være fejl. For toppen torsdag middag skyldes toppen en enkelt episode med koncentrationer omkring 30 gange højere værdier end gennemsnittet. Årsagen til den meget høje koncentration kendes ikke. Toppen lørdag aften skyldes tre episoder med væsentligt højere koncentrationer end gennemsnitligt. Årsagen er formentlig Tivolis fyrværkeri, som tidsmæssigt falder sammen med toppen og alle episoder finder sted i sommerhalvåret (kl. 22-23 dansk normaltid svarer til kl. 23-24 ved sommertid). De tre episoder i løbet af tre år skyldes tre dage med særlige meteorologiske forhold, som har givet en ekstraordinær høj belastning ved H.C. Andersens Boulevard fra fyrværkeriet sammenlignet med belastningen ved de mere typiske meteorologiske forhold.