
RAPPORT

30.8690.01

MILJØKONSEKVENSRAPPORT FOR NY CONTAINER- OG KRYDSTOGTSTERMINAL PÅ YDRE NORDHAVN

BAGGRUNDSNOTAT, LUFTKVALITET



1. MAJ 2019

CHRISTINA HALCK
KNUD ERIK POULSEN

SWECO DANMARK A/S

Ændringsliste

VER.	DATO	ÆNDRING	REVIDERET	GODKENDT
1.0	22.03.2019	Første udkast	-	-
2.0	01.05.2019	Beregninger opdateret med tidsserier for emissioner fra skibe	CHRH	KNPU

Resumé

Der er ønsket udført OML-beregninger for sammenligning af forureningsbidraget med NO₂ fra 4 forskellige scenarier omfattende:

1. Virksomhedsbidrag fra projektet, dvs. containerterminalen minus bidraget fra skibe ved kaj.
2. Krydstogtterminal 4 minus bidrag fra skibe.
3. Projektets samlede bidrag, dvs. virksomhedsbidraget (nr. 1) + bidraget fra skibe ved kaj ved containerterminalen + krydstogtterminal 4 (nr. 2) + bidraget fra krydstogtskib ved kaj ved terminal 4.
4. Projektet (nr. 3) i kumulation med eksisterende 3 krydstogtterminaler med krydstogtskibe ved kaj.

Der er dog ikke regnet på scenarie 2, da der ikke er nogen væsentlige emissioner herfra.

Dette notat indeholder en beskrivelse af de forudsætninger, der er anvendt ved beregningerne, herunder fremskrivning af data for aktiviteterne.

De luftforurenende emissioner fra containerterminalen, fra containerskibe og fra krydstogtsskibe omfatter en lang række komponenter. De primære forureningskomponenter er NO_x (nitrogenoxider), partikler, CO (kulilte) og SO₂ (svovldioxid). Nitrogenoxider består primært af NO og NO₂. NO₂ er den primære forureningskomponent, for hvilken der er fastsat grænseværdier for forureningsbidrag og luftkvalitet.

Der er kun udført beregninger for NO₂, da indledende beregninger har vist, at dette stof er den dimensionerende forureningskomponent.

Beregningerne er udført i tre forskellige receptorhøjder:

- 1,5 m over terræn (standardhøjde).
- 38 m over terræn, højden, hvori der forekommer de største forureningsbidrag fra containerskibe.
- 72 m over terræn, højden, hvori der forekommer de største forureningsbidrag fra krydstogtsskibe.

Beregningerne i højderne 38 m og 72 m har relevans i tilfælde af, at der er eller bygges højhuse i området.

Beregningerne er udført ved anvendelse af OML-Multikildemodell. Beregningerne er udført som tidsserieberegninger, hvor der er taget højde for hyppigheden af skibe ved kaj. Der er anvendt fremskrevne data, hvor der er taget højde for en fremtidig øget skibsaktivitet. Det er antaget, at maks. 33 % af den tilstedeværende NO_x foreligger som NO₂ i receptorpunkterne (beregningspunkterne). Der er i beregningerne ikke anvendt baggrundsdata for NO_x og ozon (OML-kemimode). Beregningerne er gennemført konservativt ved valg af passende parametre.

Beregningerne er sammenlignet med EU's luftkvalitetskrav for NO₂ på 200 µg/m³, en timemiddelværdi, som ikke må overskrides mere end 18 gange pr. kalenderår.

De grafiske illustrationer af beregningsresultaterne er inklusive en skønnet baggrunds-koncentration på 40 µg NO₂/m³.

For alle beregninger i højden 1,5 m over terræn er luftkvalitetsgrænseværdien på 200 µg/m³ overholdt med god margin.

For beregningshøjderne 38 m og 72 m ses det, at luftkvalitetsgrænseværdien på 200 µg/m³ er beregningsmæssigt overskredet inden for de første ca. 250 - 500 m fra skibene. Hvorvidt og i hvilket omfang grænseværdien på 200 µg/m³ faktisk er overskredet i disse områder, vil kræve yderligere detaljerede undersøgelser og vurderinger. Dette vil blandt andet omfatte anvendelse af et tættere receptornet kombineret med detaljeret viden om aktuelle byggehøjder for de relevante områder. For ikke at overestimere beregningsresultaterne vil der også være behov for en nærmere analyse af andelen af NO₂ af den samlede NO_x-koncentration.

Resultatet for scenarie 4 for receptorhøjden 72 m er vist i Figur 1.1.

Der forekommer ikke overskridelse af luftkvalitetsgrænseværdien på 200 µg/m³ ved eksisterende og muligt fremtidigt højhusbyggeri (grønne punkter på figur). Luftkvalitetsgrænseværdien på 200 µg/m³ er her overholdt med betydelig margin.



Figur 1.1: Scenarie 4. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 72 meter.

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	1
2	Beregningsscenarier	1
3	Beregningsforudsætninger	1
3.1	Emissioner fra skibe	2
3.2	Emissioner fra terminalmaskiner	2
3.3	NO _x /NO ₂ -forhold	2
3.4	Receptorhøjder	3
3.5	Ruhedslængde	3
3.6	Afkasthøjde og beregningsmæssig bygningshøjde	3
3.7	Antal krydstogtsskibe	4
3.8	Antal containerskibe	5
3.9	Baggrundskoncentration	6
4	Resultater	6
4.1	Scenarie 1	7
4.2	Scenarie 2	10
4.3	Scenarie 3	10
4.4	Scenarie 4	14
5	Samlet vurdering af resultaterne	19
6	Vurdering af effekt af brug af landstrøm til krydstogtsskibe	20

Bilag: Iso-kurver for NO₂

1 Indledning

Nærværende notat er et bilag til miljøkonsekvensrapporten for ny container- og krydstogtsterminal på Ydre Nordhavn.

Der er udført OML-beregninger for en række ønskede scenarier iht. referat fra Miljøstyrelsen af 20. marts 2019. Resultatet af beregningerne er vist ved anvendelse iso-kurvekort.

Resultaterne er kommenteret med fokus på forskellen mellem de enkelte scenarier.

2 Beregningsscenarier

Der er set på følgende 4 scenarier

1. Virksomhedsbidrag fra projektet, dvs. containerterminalen minus bidraget fra skibe ved kaj.
2. Krydstogtsterminal 4 minus bidrag fra skibe.
3. Projektets samlede bidrag, dvs. virksomhedsbidraget (nr. 1) + bidraget fra skibe ved kaj ved containerterminalen + krydstogtsterminal 4 (nr. 2) + bidraget fra krydstogtskib ved kaj ved terminal 4.
4. Projektet (nr. 3) i kumulation med eksisterende 3 krydstogtsterminaler med krydstogtskibe ved kaj.

En oversigt over, hvilke kilder der er med i de forskellige scenarier, er vist i Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Oversigt over antallet og typen af kilder i de fire scenarier.

Kilder	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3	Scenarie 4
Krydstogtsskibe	0	0	0-1*	0-4*
Containerskibe	0	0	0-3*	0-3*
Shuttle Carrier	6	0	6	6
Empty Stacker	2	0	2	2
Tugmaster	2	0	2	2

* For disse kilder er der anvendt tidsseriedata.

Det ses af Tabel 2.1, at der ikke er angivet nogen emissionskilder for scenarie 2. De eneste kilder til luftforurening i dette scenarie er trafikken til og fra krydstogtsterminalen. Denne trafik udgør mindre end 0,2 % af den samlede emission og er derfor ikke medtaget. Der er derfor ikke udført beregninger for scenarie 2.

3 Beregningsforudsætninger

I det følgende er forudsætningerne for beregning af emissionen fra de forskellige kilder beskrevet. Øvrige anvendte parametre er ligeledes beskrevet.

3.1 Emissioner fra skibe

Emissionerne fra skibene udregnes ud fra anvendt motoreffekt og emissionsfaktorer pr. kWh. Motoreffekten er baseret på erfaringstal. Emissionsfaktorerne er taget fra rapporten "Emissioner fra skibe i Havn, Miljøstyrelsen nr. 49/2003". Emissionsfaktoren for NO_x er 11 g/kWh. IMO har fastlagt emissionsgrænseværdier for NO_x benævnt Tier I-III. Disse grænseværdier ligger i intervallet 2-17 g/kWh. Nyere skibe/motorer har muligvis mindre emissioner end de beregnede, og de beregnende værdier vurderes derfor at være konservative.

I Tabel 3.1 er vist, hvor mange skibe der indgår i beregningerne, og anvendt gennemsnitlig motoreffekt.

Tabel 3.1: Motoreffekt for skibe.

Materiel/udstyr	Antal i beregningerne	Gennemsnitlig motoreffekt kW
Krydstogtskibe, alle terminaler	0-4	6.000
Container- og ro-ro skibe	0-3	2.000

Beregningerne er udført som tidsserieberegninger baseret på oplysninger om nuværende aktiviteter med tillæg af en forventet fremtidig aktivitetsstigning.

3.2 Emissioner fra terminalmaskiner

Emissionerne fra terminalmaskinerne er beregnet ud fra maskinernes motoreffekt og emissionsfaktorer. Emissionsfaktorerne er bestemt ud fra EU's grænseværdier for emissioner fra ikke-vejgående dieselmaskiner ud fra maskinernes forventede alder. Den anvendte emissionsfaktor for NO_x er 0,4 g/kWh, svarende til EU Stage IV-emissioner. Maskinernes motoreffekt er baseret på erfaringstal. De anvendte data er vist i Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Data for terminalmaskiner

Materiel/udstyr	Antal	Gennemsnitlig motoreffekt kW
Shuttle carrier	4	285
Empty Stacker	2	285
Tugmasters	2	148

3.3 NO_x/NO₂-forhold

Udledningen af NO_x fra maskinel og skibe består overvejende af NO (ca. 80-90 %) og NO₂ (ca. 10-20 %). I atmosfæren omdannes (oxideres) NO til NO₂. Hvor hurtig denne omdannelse sker, afhænger af mængden af ozon (O₃) i luften. I bymiljø med træt trafik (hvor ozonen reagerer med bilernes NO) vil ozon normalt være den begrænsende faktor

for dannelsen af NO₂. Koncentrationen af ozon vil især være begrænsende ved store emissioner af NO_x fra container- og krydstogtskibe. Normalt antages det ved OML-beregninger, at 50 % af NO_x er omdannet til NO₂ i receptorpunkterne. For nærværende beregninger vurderes dette at være en for høj værdi. Det er derfor valgt at regne med, at kun 33 % af den emitterede NO_x fra skibe foreligger som NO₂ i receptorpunkterne. For terminalmaskinerne er der regnet med, at 50 % af den emitterede NO_x foreligger som NO₂. Dette er baseret på, at emissionerne herfra er mindre, generelt ikke vil være sammenfaldende med røgfanerne fra containerskibene, og at kilderne samtidig ligger længere væk fra byen.

Den anvendte værdi på 33 % vurderes generelt at være konservativ, især for beregninger tæt på skibene, dvs. typisk inden for de første par hundrede meter (kilde: DCE: "Anbefaling af metoder til estimering af tør- og våddeposition af gasser og partikler i relation til VVM"). Mere korrekte beregninger vil kunne udføres ved konkret kendskab til koncentrationen af ozon og nitrogenoxider i luften. Det vil dog kræve inddatering af tidsserier for sådanne data (anvendelse af OML-kemi-mode) og ligger uden for mulighederne i nærværende undersøgelse.

3.4 Receptorhøjder

Da der findes - og er planlagt - højhuse i nærområdet, er der udført beregninger for tre forskellige receptorhøjder. Der er udført beregning i standardhøjden 1,5 m over terræn og beregning for receptorhøjderne 38 m og 72 m. Højderne 38 m og 72 m er bestemt som de højder, hvori der forekommer de højeste beregnede forureningsbidrag (immissionskoncentrationsbidrag) fra henholdsvis containerskibe og krydstogtskibe. Ved at medtage alle tre beregningshøjder er det muligt at vurdere forureningsniveauet i relevante byggehøjder, såvel for nuværende som for fremtidigt planlagt byggeri.

3.5 Ruhedslængde

Der er i beregningerne anvendt en ruhedslængde på 0,3. Området omkring container- og krydstogsterminalerne forventes at blive bebygget i varierende højde, men med åbne arealer imellem, svarende til området omkring Nordhavn Station. På grund af de åbne arealer mellem de højere bygninger (vand, pladser og grønne områder) er det vurderet, at en ruhedslængde på 0,3 er passende.

3.6 Afkasthøjde og beregningsmæssig bygningshøjde

Der er for krydstogtskibe regnet med en afkasthøjde på 60 m og en generel beregningsmæssig bygningshøjde på 45 m. Disse værdier er valgt ud fra kendskab til skorstenshøjden og den generelle bygningshøjde for nogle af de krydstogtskibe, som forventes at anløbe krydstogsterminalerne i Nordhavn. Da krydstogtskibene er meget smalle i forhold til højden, er den generelle bygningshøjde korrigeret for dette ved brug af formlen $HB = (HF + 2L)/3$, hvor HB er den beregningsmæssige højde, HF er den fysiske højde, og L er bygningen/skibets bredde. Formlen er taget fra Hjælpefunktionen i OML.

Der er for containerskibe regnet med en afkasthøjde på 25 m og en generel beregningsmæssig bygningshøjde på 20 m.

3.7 Antal krydstogtsskibe

Det anvendte antal krydstogtsskibe i de fire scenarier fremgår af Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Anvendte antal af krydstogtsskibe for de forskellige scenarier.

Scenarie	Antal krydstogtsskibe
Scenarie 1	0
Scenarie 2	0
Scenarie 3	0-1
Scenarie 4	0-4

Beregningerne er i OML-programmet foretaget som tidsserieberegninger. Der er indledende indhentet data for den nuværende drift. Data er herefter fremskrevet til en mulig fremtidig situation.

Krydstogtssæsonen omfatter perioden april-oktober, begge måneder inklusive. For året 2019 er der planlagt følgende aktivitet for denne periode for de nuværende tre kajpladser:

Antal dage med 1 krydstogtsskib ved kaj: 59
 Antal dage med 2 krydstogtsskibe ved kaj: 26
 Antal dage med 3 krydstogtsskibe ved kaj: 13
 Totalt antal dage krydstogtsskibe ved kaj: 98

Det er antaget, at der kommer en passagerstigning på 1-2 % om året, men at denne ikke afspejles i antallet af skibe, men derimod i skibsstørrelse. Der er her ikke korrigeret for en øget emission pr. skib, idet det antages, at den fremtidige teknologi/krav medfører et tilsvarende fald i emissionen pr. skib.

For den fremtidige situation med 4 kajpladser er der anvendt følgende tal for april-oktober, idet antallet af dage med hhv. 1, 2 og 3 krydstogtsskibe ved kaj i 2019 er multipliceret med en faktor $4/3 = \text{ca. } 1,33$.

Det er ved beregningerne antaget, at der sker en proportional forøgelse som følge af en ekstra kajplads i den fremtidige situation. Når der er 4 kajpladser, kan det heller ikke afvises, at der nogle gange om året kan være 4 skibe samtidig ved kaj. Der er her lagt 10 dage ind, hvor der er 4 skibe ved kaj. Det kan heller ikke udelukkes, at der i fremtiden på enkelte dage vil være et skib ved kaj uden for perioden april-oktober. Der er her lagt 1 skib ind pr. uge, dvs. ca. 22 skibe i perioden november-marts.

Inddatering af tidsseriedata i OML-programmet for hver kilde er begrænset til anvendelse af faktorerne måned (værdi 1 eller 0), ugedag (1 eller 0) og time (1 eller 0). For at opnå den bedst mulige tilpasning til de fremskrevne værdier er der for hver kajplads anvendt mellem 3 og 4 kilder på samme position, som hver især kan "tændes" og "slukkes" ved

anvendelse af værdierne 1/0. Hvor det fortsat ikke har været muligt at opnå de fremskrevne aktiviteter, er der lagt værdier ind, som giver de nærmeste højere værdier.

For den fremtidige situation er der anvendt følgende værdier for aktiviteten:

Antal dage med 1 krydstogtsskib ved kaj: 80
 Antal dage med 2 krydstogtsskibe ved kaj: 40
 Antal dage med 3 krydstogtsskibe ved kaj: 20
 Antal dage med 4 krydstogtsskib ved kaj: 10
 Totalt antal dage med krydstogtsskib ved kaj: 150

Der er for alle skibsanløb regnet med, at krydstogtsskibe ligger ved kaj i 10 timer i tidsrummet kl. 08–18.

Der er for alle de valgte parametre anvendt konservative værdier, dvs. at der vil blive beregnet højere forureningsniveauer, end der faktisk vil forekomme.

3.8 Antal containerskibe

Det anvendte antal af containerskibe fremgår af Tabel 3.4.

Tabel 3.4: Antal containerskibe.

Scenarie	Antal containerskibe
Scenarie 1	0
Scenarie 2	0
Scenarie 3	0-3
Scenarie 4	0-3

Beregningerne er i OML-programmet foretaget som tidsserieberegninger. Der er indledende indhentet data for den nuværende drift. Data er herefter fremskrevet til en mulig fremtidig situation.

For den nuværende drift er der i 2019 foretaget en registrering af antal containerskibe ved kaj over en periode af ca. 15 uger (103 dage). Der er her registreret følgende aktivitet:

Antal dage med 1 containerskib ved kaj: 56
 Antal dage med 2 containerskibe ved kaj: 14
 Antal dage med 3 containerskibe ved kaj: 1
 Totalt antal dage med containerskibe ved kaj: 71

Aktiviteten er vurderes at være jævnt fordelt over året, også i fremtiden. Det har ikke været muligt på sikker vis at foretage en fremskrivning af aktiviteten med containerskibe. Det er dog vurderet, at det ikke vil være realistisk, grundet de fysiske begrænsninger på terminalen, at modtage mere end ca. det dobbelte antal skibe af i dag.

Baseret på antagelsen om en fremtidig ca. dobbelt så stor aktivitet er der regnet med, at der 4 dage om ugen er anløb af 2 skibe samtidigt. For at tage højde for muligheden for

anløb af 3 skibe samtidigt er der regnet med 10 dage med anløb af 3 containerskibe. For de øvrige dage er der regnet med anløb af 1 containerskib.

Da inddatering i OML-programmet for hver kilde er begrænset til anvendelse af faktorerne måned (værdi 1 eller 0), ugedag (1 eller 0) og time (1 eller 0) er det ikke muligt at opnå de eksakt fremskrevne værdier. For at opnå den bedst mulige tilpasning hertil er der for hver kajplads anvendt 1-2 kilder på samme position, som hver især kan "tændes" og "slukkes" ved anvendelse af værdierne 1/0.

For den fremtidige situation er der anvendt følgende værdier for aktiviteten over et år:

Antal dage med 1 containerskib ved kaj: 147
 Antal dage med 2 containerskibe ved kaj: 208
 Antal dage med 3 containerskibe ved kaj: 10
 Total antal dage med containerskibe ved kaj: 365

Der er for alle skibsanløb regnet med, at containerskibene ligger ved kaj i 16 timer i perioden kl. 06–22.

Der er samlet for alle de valgte parametre anvendt konservative værdier, dvs. at der vil blive beregnet højere forureningsniveauer, end der faktisk vil forekomme.

3.9 Baggrundskoncentration

Der er til brug for beregning af den samlede resulterende koncentration i omgivelserne anvendt følgende metode:

Samlet koncentration = Baggrundskoncentration + Beregnet bidragsværdi.

Der er beregnet bidragsværdier som 19. største årlige timemiddelværdi i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der er regnet med en baggrundskoncentration på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 . Denne værdi er baseret på måling af baggrundskoncentrationen i København i perioden 2009-2015 (DCE, Nationalt Center for Miljø og Energi, Landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram). Der er her i gennemsnit målt en årsmiddelværdi på ca. $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og en 19. højeste koncentration på $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er vurderet, at det er usandsynligt, at den 19. højeste værdi for baggrundskoncentrationen og de beregnede scenarier tidsmæssigt er sammenfaldende. Det vil derfor være unødigt konservativt at regne med en baggrundskoncentration på $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I modsætning hertil vil det være forkert at anvende årsmiddelkoncentrationen, da der ofte vil være perioder med højere koncentrationer. Det er derfor valgt at regne med en værdi, som ligger mellem årsmiddelkoncentrationen og den 19. højeste værdi. En værdi på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vurderes her at være realistisk.

4 Resultater

Der er foretaget beregninger for de tre receptorhøjder 1,5 m, 38 m og 72 m over terræn. Alle beregningsresultaterne er vist som iso-kurver. Alle beregningerne er vedlagt som

bilag i helsidesformat, med målestok og signaturforklaring. Relevante udsnit af resultaterne er vist i det følgende under afsnit 4.1, afsnit 4.3, og afsnit 4.4.

Det skal til alle de afbildede beregninger oplyses.

- Der er anvendt fremskrevne tidsserier for alle skibsaktiviteter.
- Der er for emissioner fra skibe regnet med, at 33 % af den samlede mængde af NO_x i receptorpunkterne foreligger som NO₂. Der er herudover ikke korrigeret for omdannelsen fra NO til NO₂.
- En baggrundskoncentration på 40 µg/m³ er indeholdt i de viste iso-kurver. Det er således den samlede forurening fra de nævnte aktiviteter plus baggrundsforureningen, der er afbildet. De viste kurver kan for scenarie 4 sammenlignes med luftkvalitetsgrænseværdien på 200 µg/m³ (18. højeste årlige timemiddelværdi). For de øvrige scenarier 1 og 3 kan/bør denne sammenligning ikke direkte foretages, da bidraget fra containerskibe og krydstogtskibe ikke er inkluderet – hvorfor det ikke giver mening at sammenligne med luftkvalitetsgrænseværdien. Når det dog er valgt at inkludere baggrundsforureningen i disse scenarier, er det for at kunne sammenligne beregningerne for alle 3 scenarier.
- Der angivet iso-kurver for NO₂-koncentrationer på 200 µg/m³ og mindre i spring af 20 µg/m³ (for scenarie 1 dog i spring af 5 µg/m³). Inden for kurverne for 200 µg/m³, dvs. tættere på kilderne, er der beregnet højere værdier, men flere af beregningspunkterne er her sammenfaldende med kildernes placering. Der vil for sådanne receptorpunkter (alt afhængig af kombinationen af afkasthøjde og receptorhøjde) blive beregnet meget højere værdier. Kurverne for koncentrationer større end 200 µg/m³ er derfor ikke medtaget, da de er forbundet med betydelig usikkerhed.

Den anvendte metodik vurderes at give et rimeligt retvisende billede af forureningsbelastningen med NO₂, dog med de forbehold, som er beskrevet foranstående. I det følgende gennemgås beregningsresultaterne for hver af de 3 scenarier.

4.1 Scenarie 1

Scenarie 1 omfatter virksomhedsbidrag fra projektet, dvs. containerterminalen minus bidraget fra skibe ved kaj.

Beregningsresultaterne for de tre receptorhøjder 1,5 m, 38 m og 72 m er afbildet på henholdsvis Figur 4.1, Figur 4.2 og Figur 4.3. De viste resultater er beskrevet kort i det følgende.

Beregningshøjde 1,5 m over terræn:

Forureningsbidraget inkl. et baggrundsbidrag på 40 µg/m³ overstiger ikke 65 µg/m³. Der er vist iso-kurver for værdier på 60 µg/m³ og mindre.

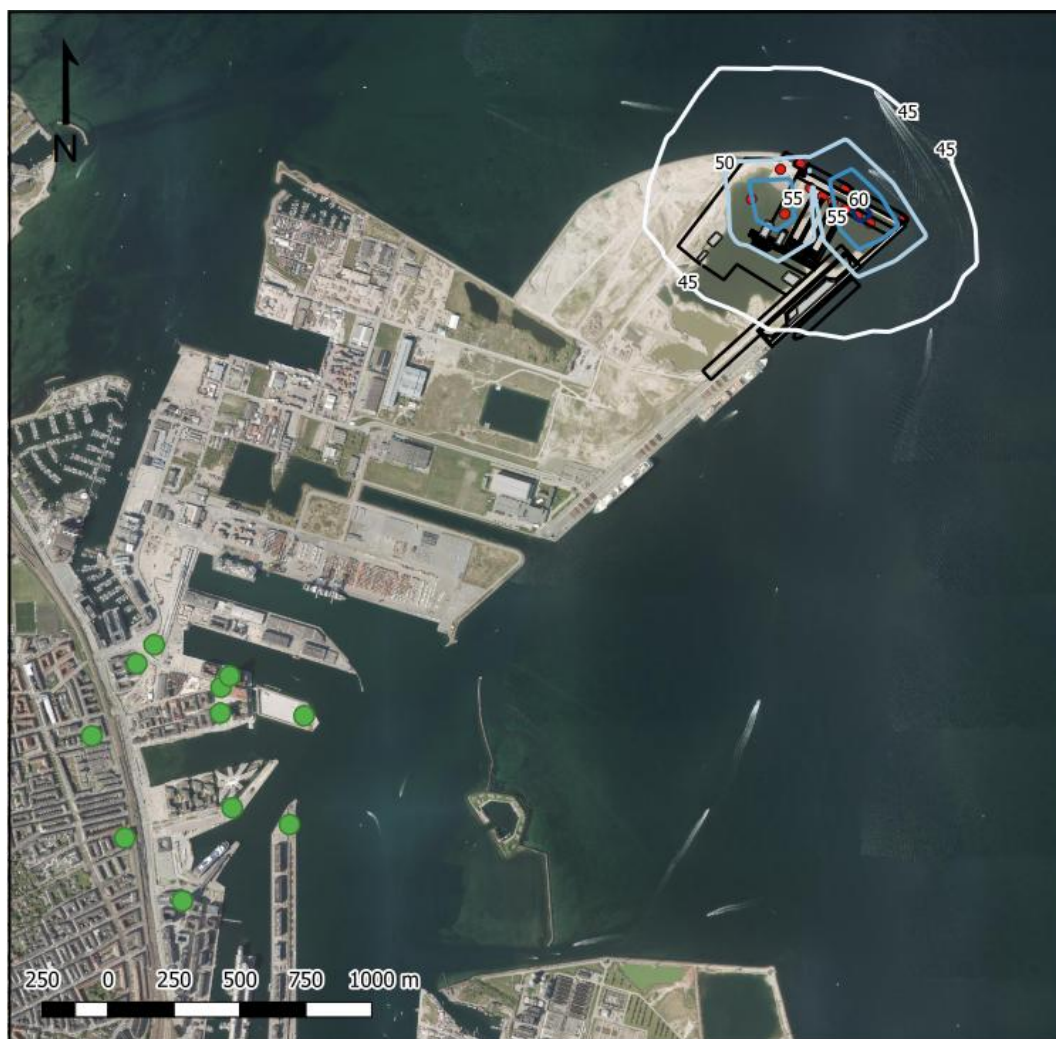
Beregningshøjde 38 m over terræn:

Forureningsbidraget inkl. et baggrundsbidrag på 40 µg/m³ overstiger ikke 55 µg/m³. Der er vist iso-kurver for værdier på 55 µg/m³ og mindre.

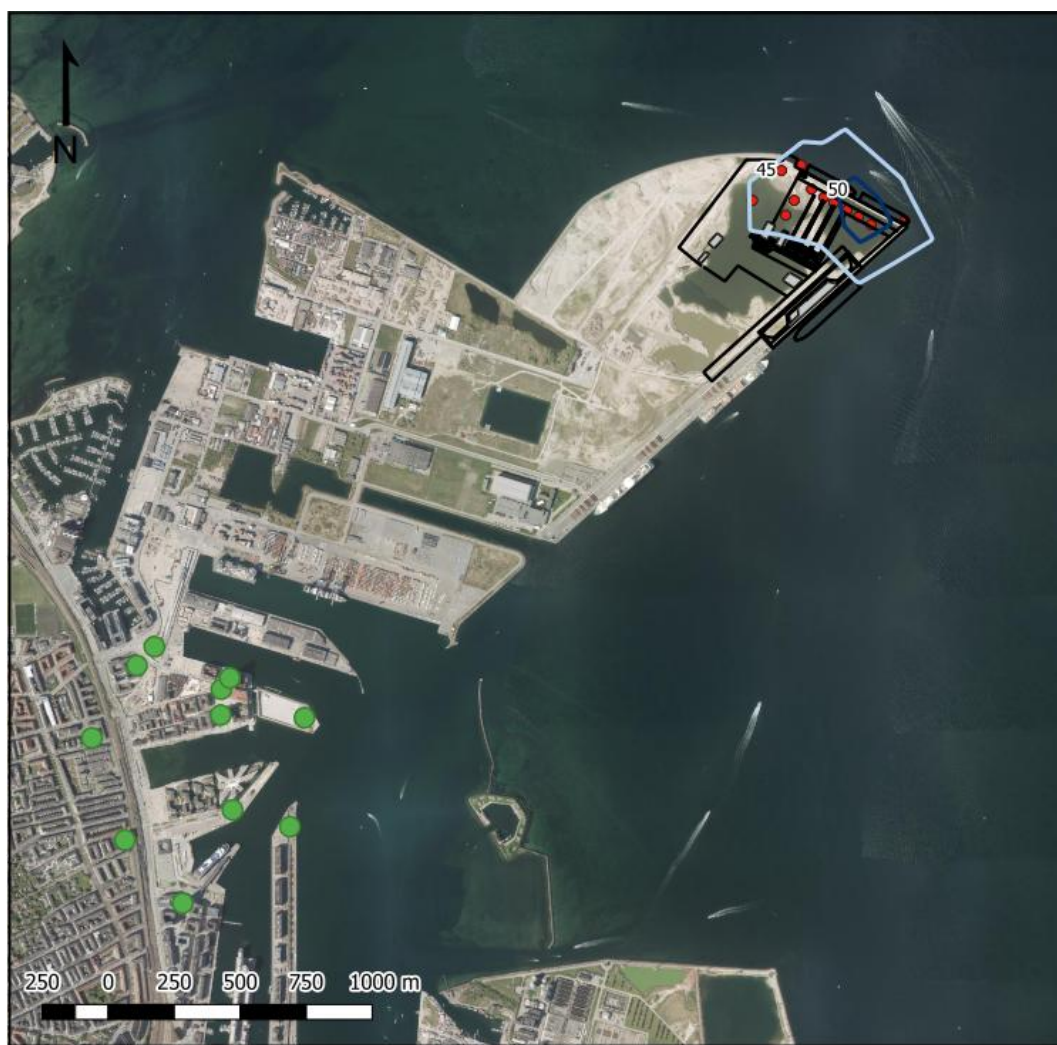
Beregningshøjde 72 m over terræn:

Forureningsbidraget inkl. et baggrundsbidrag på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overstiger ikke $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der er vist iso-kurver for værdier på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og mindre.

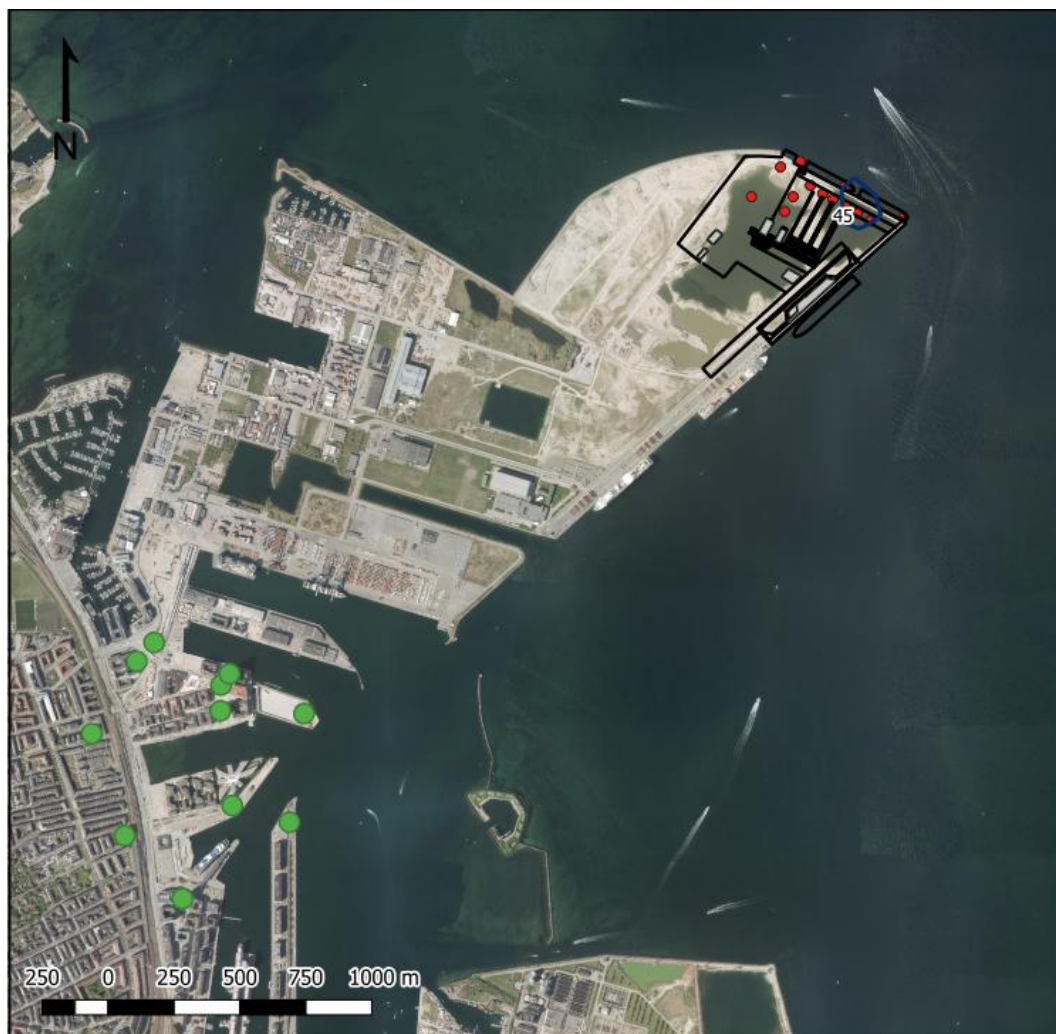
Det kan samlet konkluderes, at forureningsbidraget er ubetydeligt, uanset beregningshøjden.



Figur 4.1: Scenarie 1. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Receptorhøjde 1,5 meter.



Figur 4.2: Scenarie 1. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 38 meter.



Figur 4.3: Scenarie 1. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 72 meter.

4.2 Scenarie 2

Der er ingen beregninger for scenarie 2, da der for dette scenarie ikke er nogen væsentlige kilder til luftforurening.

4.3 Scenarie 3

Scenarie 3 omfatter: Projektets samlede bidrag, dvs. virksomhedsbidraget (nr. 1) + bidraget fra skibe ved kaj ved containerterminalen + krydstogtterminal 4 (nr. 2) + bidraget fra krydstogtskib ved kaj ved terminal 4.

Beregningsresultaterne for de tre receptorhøjder 1,5 m, 38 m og 72 m er afbildet på henholdsvis Figur 4.4, Figur 4.5 og Figur 4.6. De viste resultater er beskrevet kort i det følgende.

Beregningshøjde 1,5 m over terræn:

De højeste koncentrationer inkl. baggrundsforurening er beregnet til ca. $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og forekommer lige omkring containerskibene og krydstogtskib ved terminal 4. I en afstand af ca. 250 m fra containerskibene er værdien faldet til $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beregningshøjde 38 m over terræn:

Koncentrationer på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mere beregnes ud til en afstand af 250–500 m fra skibene, alt afhæng af retningen. I en afstand af ca. 300 m fra container- og krydstogtskibene er værdien faldet til $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beregningshøjde 72 m over terræn:

Koncentrationer på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mere beregnes ud til en afstand af ca. 100 m fra skibene, alt afhængig af retningen. Herefter falder værdien til omkring $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i en afstand af 200 m fra container- og krydstogtskibene.

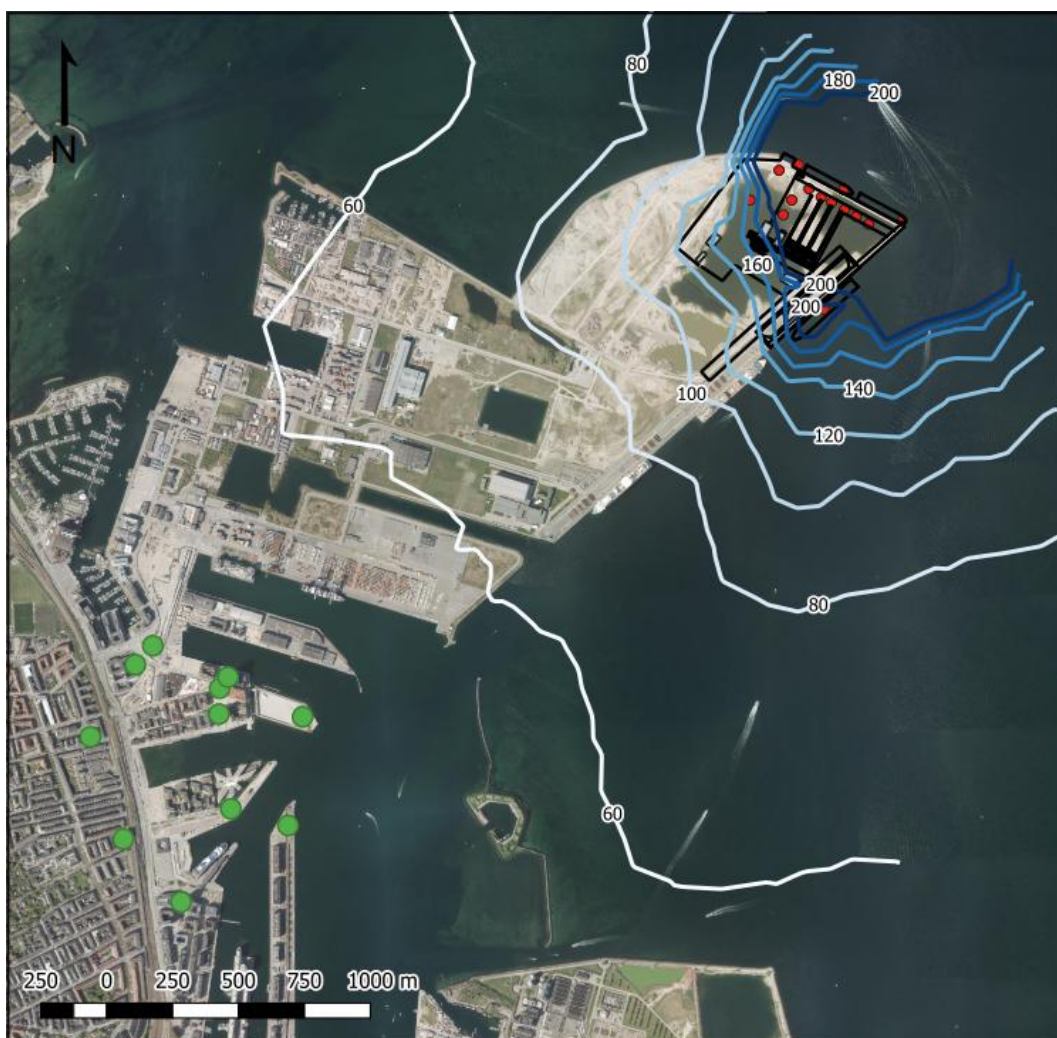
Det ses, at der generelt er beregnet højere koncentrationer i højden 38 m end i højden 72 m. Årsagen hertil er, at der for scenarie 3 er flere containerskibe end krydstogtskibe, samt at containerskibene har et større bidrag til luftforureningen i højden 38 m end 72 m på grund af deres afkasthøjde på 25 m.

Det kan samlet konkluderes, at forureningsbidraget er betydeligt i større højder inden for de første par hundrede meter fra skibene og herefter falder hurtigt.

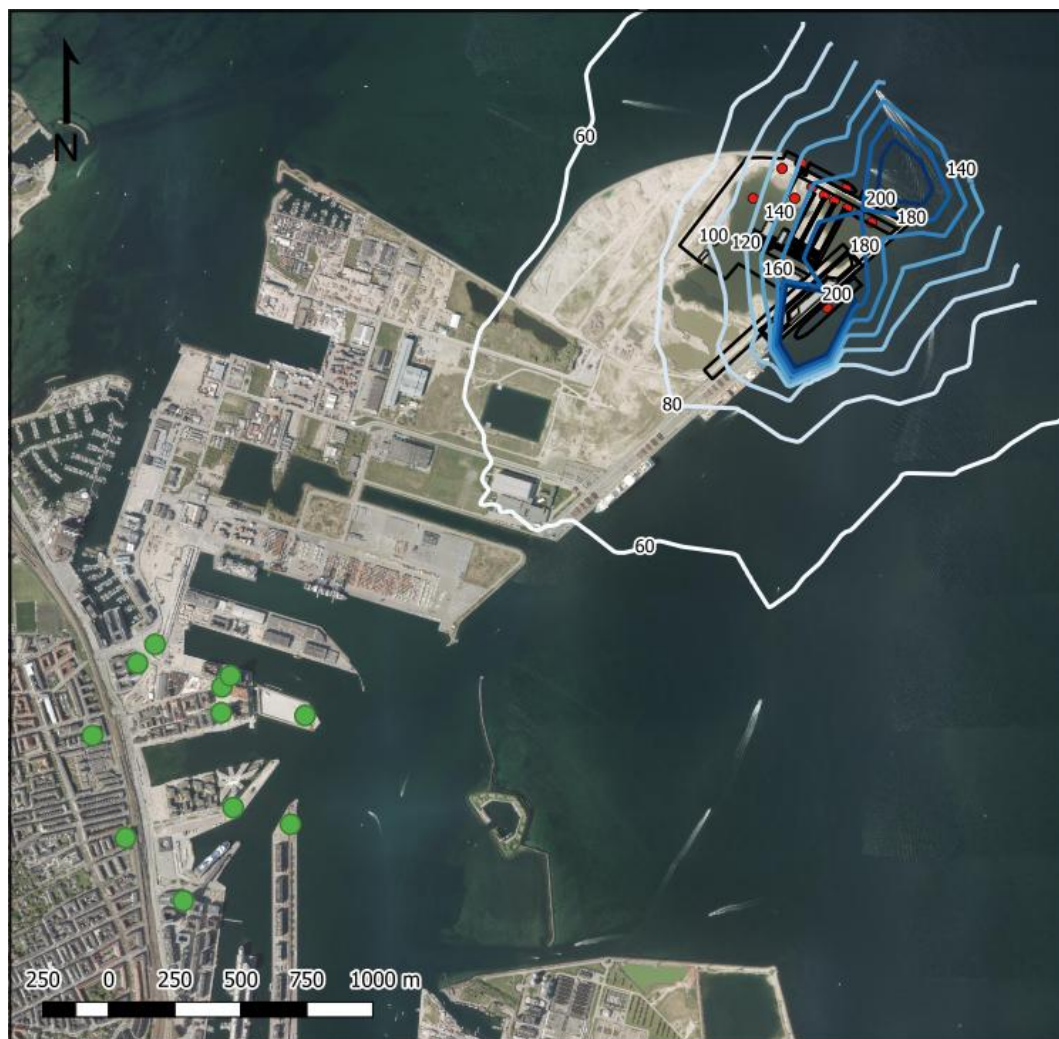
Der forekommer ikke overskridelse af luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved eksisterende og planlagt højhusbyggeri (markeret med grønne punkter på figurerne).



Figur 4.4: Scenarie 3. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 1,5 meter



Figur 4.5: Scenarie 3. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 38 meter.



Figur 4.6: Scenarie 3. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 72 meter.

4.4 Scenarie 4

Scenarie 4 omfatter: Projektet (Scenarie 3) i kumulation med de eksisterende tre krydstogtterminaler med krydstogtskibe ved kaj.

Beregningsresultaterne for de tre receptorhøjder 1,5 m, 38 m og 72 m er afbildet på henholdsvis Figur 4.7, Figur 4.8 og Figur 4.9. De viste resultater er beskrevet kort i det følgende.

Beregningshøjde 1,5 m over terræn:

De højeste koncentrationer inkl. baggrundsforurening er beregnet til ca. 180 µg/m³ og forekommer lige omkring containerskibene. Umiddelbart omkring krydstogtsskibene ved

terminal 4 og eksisterende terminal 3 beregnes ikke koncentrationer over ca. 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Omkring krydstogsterminal 1 er der beregnet koncentrationer op til ca. 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beregningshøjde 38 m over terræn:

Koncentrationer på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mere beregnes ud til en afstand af ca. 200 m fra de enkelte skibe over land og lidt længere over vandet. I en afstand af ca. 500 m er værdien faldet til omkring 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Beregningshøjde 72 m over terræn:

Koncentrationer på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mere beregnes ud til en afstand af 250 m fra de enkelte skibe, alt afhængig af retningen. I en afstand af ca. 500 m er værdien faldet til omkring 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kurven for 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rækker i sydvestlig retning ud til en afstand af ca. 2.000 m fra krydstogtterminal 1 og til ca. 3.000 m fra krydstogtterminal 4.

Det kan samlet konkluderes, at forureningsbidraget er betydeligt i stor højde inden for de første par hundrede meter fra skibene og herefter falder hurtigt. Der forekommer ikke overskridelse af luftkvalitetsgrænseværdien på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved eksisterende og planlagt højhusbyggeri markeret med grønne punkter på figurene.



Figur 4.7: Scenarie 4. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 1,5 meter.



Figur 4.8: Scenarie 4. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 38 meter.



Figur 4.9: Scenarie 4. 19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ i µg/m³. Receptorhøjde 72 meter.

5 Samlet vurdering af resultaterne

Resultaterne af de udførte beregninger er vist i oversigtsform i . Hvorvidt og i hvilket omfang grænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ faktisk er overskredet i disse områder, vil kræve yderligere detaljerede undersøgelser og vurderinger. Dette vil blandt andet omfatte anvendelse af et tættere receptornet kombineret med detaljeret viden om aktuelle byggehøjder for de relevante områder. For ikke at overestimere beregningsresultaterne vil der også være behov for en nærmere analyse af andelen af NO_2 af den samlede NO_x -koncentration.

Der forekommer ikke overskridelse af luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved eksisterende og planlagt højhusbyggeri markeret med grønne punkter på figurerne. Luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er her overholdt med betydelig margen.

Tabel 5.1. Der henvises herudover til iso-kurverne i kapitel 4 og til bilag med iso-kurver.

Det skal bemærkes, at alle iso-kurver og de i Hvorvidt og i hvilket omfang grænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ faktisk er overskredet i disse områder, vil kræve yderligere detaljerede undersøgelser og vurderinger. Dette vil blandt andet omfatte anvendelse af et tættere receptornet kombineret med detaljeret viden om aktuelle byggehøjder for de relevante områder. For ikke at overestimere beregningsresultaterne vil der også være behov for en nærmere analyse af andelen af NO_2 af den samlede NO_x -koncentration.

Der forekommer ikke overskridelse af luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved eksisterende og planlagt højhusbyggeri markeret med grønne punkter på figurerne. Luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er her overholdt med betydelig margen.

Tabel 5.1 anførte værdier er inklusive en estimeret baggrundskoncentration på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

For alle beregninger i højden 1,5 m over terræn er luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overholdt med god margen.

For beregningshøjderne 38 m og 72 m ses det, at luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er beregningsmæssigt overskredet inden for de første ca. 250 m fra skibene. Beregningerne vurderes generelt at være udført konservativt. Hvorvidt og i hvilket omfang grænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ faktisk er overskredet i disse områder, vil kræve yderligere detaljerede undersøgelser og vurderinger. Dette vil blandt andet omfatte anvendelse af et tættere receptornet kombineret med detaljeret viden om aktuelle byggehøjder for de relevante områder. For ikke at overestimere beregningsresultaterne vil der også være behov for en nærmere analyse af andelen af NO_2 af den samlede NO_x -koncentration.

Der forekommer ikke overskridelse af luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved eksisterende og planlagt højhusbyggeri markeret med grønne punkter på figurerne. Luftkvalitetsgrænseværdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er her overholdt med betydelig margen.

Tabel 5.1: Oversigt over beregningsresultater inkl. baggrundsforurening på 40 µg/m³.

Nr.	Scenarie	Receptorhøje 1,5 m over terræn	Receptorhøje 38 m over terræn	Receptorhøjde 72 m over terræn
1	Virksomhedsbidrag fra projektet, dvs. containerterminalen minus bidraget fra skibe ved kaj.	Forureningsbidraget fra aktiviteterne inkl. baggrundsbidraget er mindre end 65 µg/m ³ .	Forureningsbidraget fra aktiviteterne inkl. baggrundsbidraget er mindre end 55 µg/m ³ .	Forureningsbidraget fra aktiviteterne inkl. baggrundsbidraget er mindre end 50 µg/m ³ .
2	Krydstogtterminal 4 minus bidrag fra skibe.	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Ikke beregnet
3	Projektets samlede bidrag, dvs. virksomhedsbidraget (nr. 1) + bidraget fra skibe ved kaj ved containerterminalen + krydstogtterminal 4 (nr. 2) + bidraget fra krydstogtskib ved kaj ved terminal 4.	De højeste koncentrationer forekommer omkring containerskibene og krydstogtsterminal 4. Værdierne er mindre end 180 µg/m ³ .	De højeste koncentrationer forekommer omkring containerskibene og krydstogtsterminal 4. Omkring skibene er der værdier højere end 200 µg/m ³ i ud til en afstand af ca. 250 m - 500 m. De længste afstande beregnes over vand.	De højeste koncentrationer forekommer omkring containerskibene og krydstogtsterminal 4. Omkring skibene er der værdier højere end 200 µg/m ³ i ud til en afstand af ca. 100 m.
4	Projektet (nr. 3) i kumulation med eksisterende 3 krydstogtterminaler med krydstogtskibe ved kaj.	De højeste koncentrationer forekommer omkring containerskibene og krydstogtsterminal 1. Værdierne er mindre end 180 µg/m ³ .	De højeste koncentrationer forekommer omkring containerskibene og krydstogtsterminal 1. Omkring skibene er der værdier højere end 200 µg/m ³ i ud til en afstand af ca. 250 m.	De højeste koncentrationer forekommer omkring krydstogtsterminalerne. Omkring skibene er der værdier højere end 200 µg/m ³ i ud til en afstand af ca. 250 m.

6 Vurdering af effekt af brug af landstrøm til krydstogtsskibe

Dersom der blev anvendt landstrøm til energiforsyning for krydstogtskibe ved kaj, ville det betyde, at emissionerne fra skibene blev reduceret og dermed også betyde en reduktion i forureningsbidraget fra denne kilde.

Vurderingen af effekterne af landstrøm er foretaget ud fra informationer modtaget fra CMP om mulighederne for landstrøm (se tekstboks). Det fremgår heraf, at der i praksis i nuværende situation kun vil være en begrænset reduktion i emissionerne, ca. 14 %. Det vil også betyde, at de årlige gennemsnitsforureningsbidrag kun vil blive reduceret i

begrænset omfang. Det samme vurderes også at være tilfældet for den 19. højeste værdi, selvom variationen og effekten her vil kunne variere relativt i forhold til årsmiddelværdien. Overordnet vurderes det, at reduktionen i emissioner på 14 % ikke i praksis vil kunne registreres (måles). Dersom det vil være muligt at anvende landstrøm på de fleste af de skibe, der ligger til kaj, vil der være en mærkbar effekt.

Information fra CMP om landstrøm

- Et krydstogtskib ligger typisk ved kaj i 11 timer pr. anløb, og fratrullet til- og afkoblingstiden er det realistisk, at der i 9 timer potentielt kan tilsluttes landstrøm.
- Der er i gennemsnit 40 anløb om året per krydstogtkajplads (2019).
- Af den totale flåde af krydstogtskibe kan ca. 20 % modtage landstrøm (2019)

I gennemsnit vil der således være skibe ved kaj 440 timer om året per krydstogtkajplads. Ved antagelse af at 34 % af de krydstogtskibe, der anløber Océankaj (krydstogtterminal 1-4) kan anvende landstrøm, vil den maksimale tilkoblingstid være 122 timer om året. Udnyttelsen af ét anlæg på Océankaj kunne optimeres ved at inddrage de tre andre krydstogtterminaler i planlægningen, således at krydstogtskibe, der kan modtage landstrøm, i det omfang det kan lade sig gøre, anvendes terminalen med landstrøm. Terminal 4 er projekteret til anløb af de store skibe med T/A (Turn around, udskiftning af alle passagerer), og disse skal have fortrinsret frem for øvrige skibsanløb.

Det anslås, at man med denne model vil kunne levere landstrøm til 70 % af anløbene til den pågældende terminal og hermed komme op på en tilslutningstid per år på 252 timer svarende til, at emissionerne fra krydstogtterminal 1-4 på Océankaj kan reduceres med 14 %.

Bilag, Iso-kurver for NO₂



Beskrivelse

Scenarie 1

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 1,5 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

45

50

55

60

● Høje bygninger

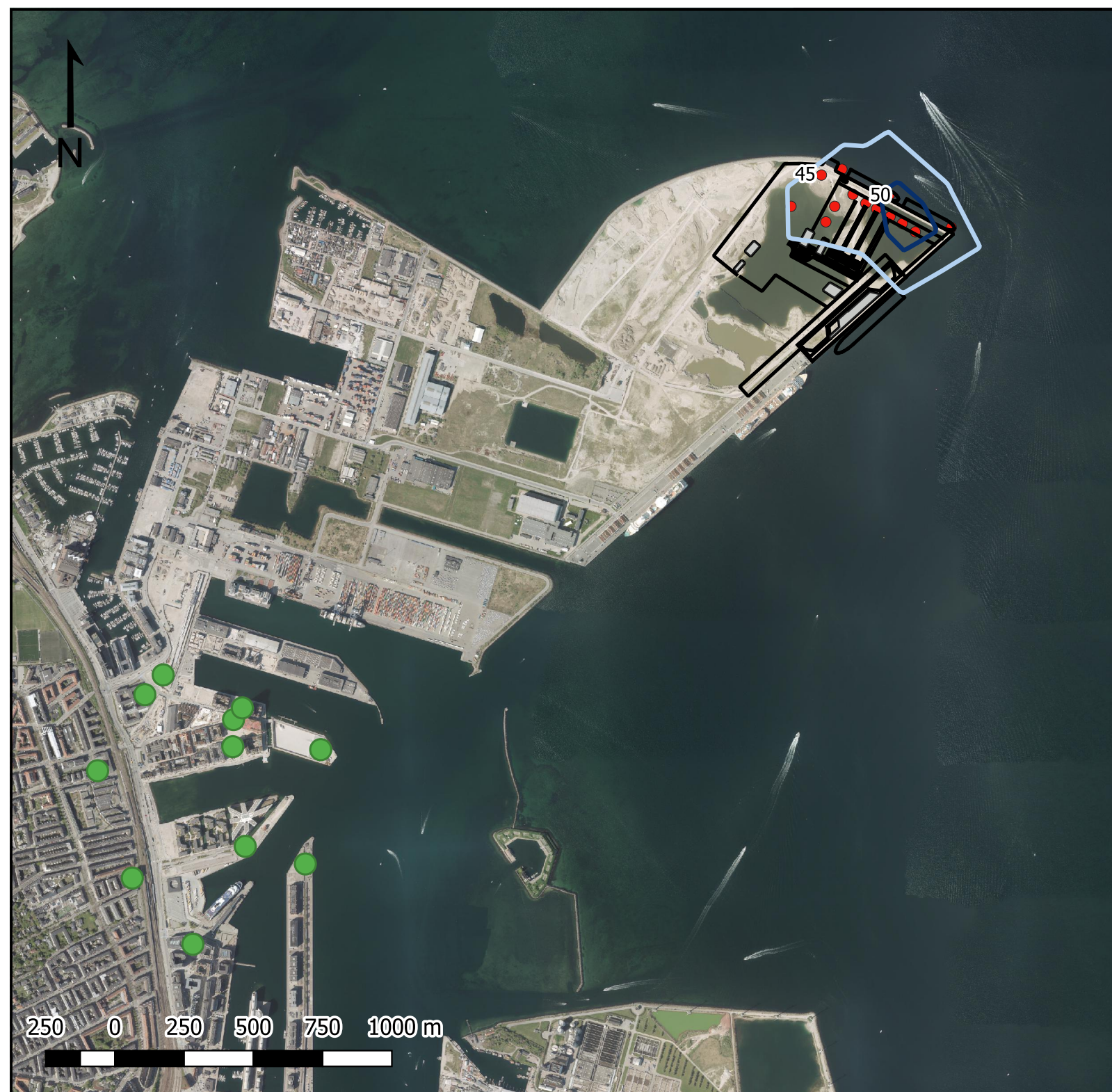
● Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn

Projekt: 30.8690.01

Udført af: Christrina Halck

Dato: 26. April 2019



Beskrivelse

Scenarie 1

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 38 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

— 45

— 50

● Høje bygninger

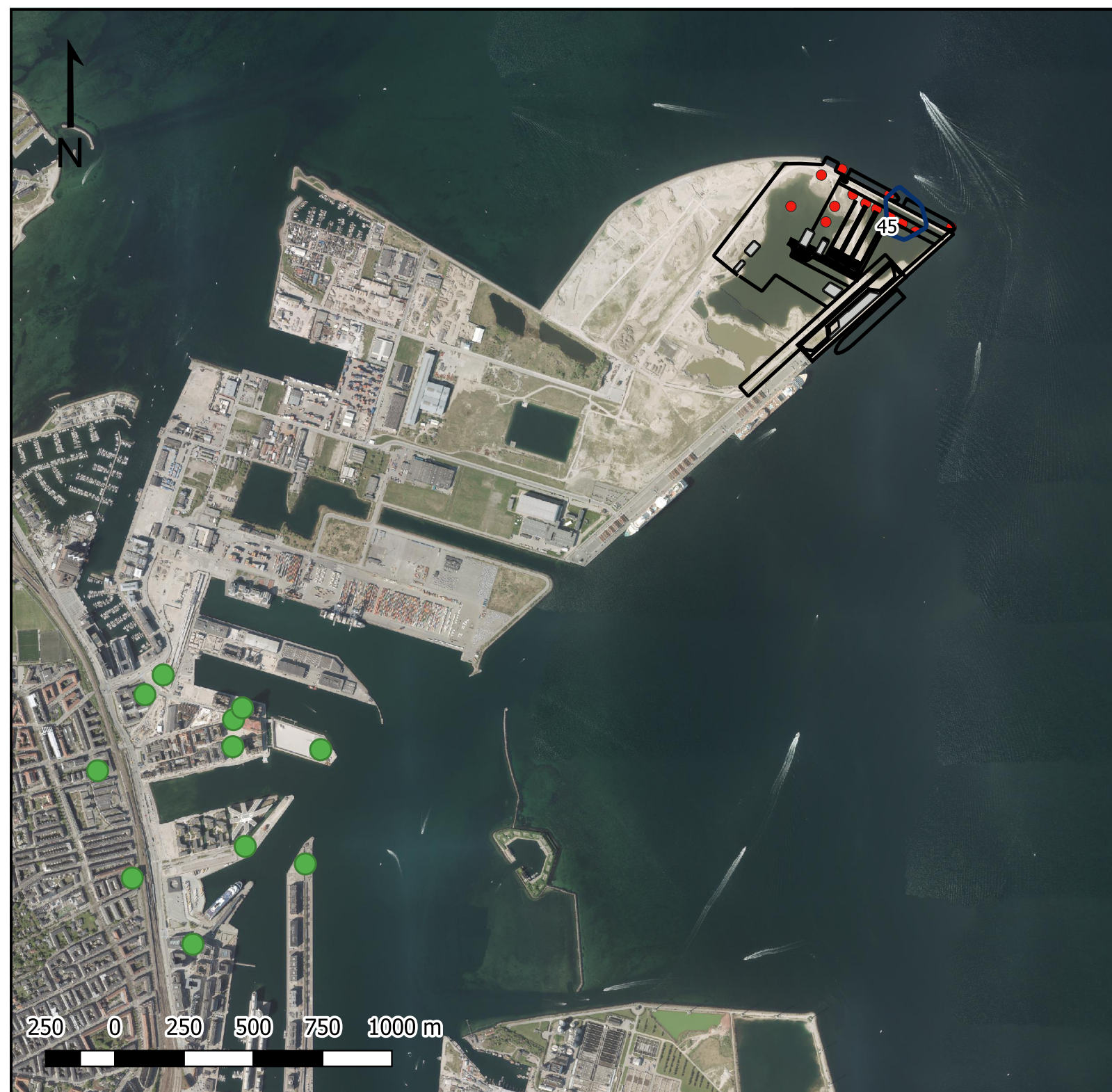
● Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn

Projekt: 30.8690.01

Udført af: Christrina Halck

Dato: 28. April 2019



Beskrivelse

Scenarie 1

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 72 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

— 45

● Høje bygninger

● Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn

Projekt: 30.8690.01

Udført af: Christrina Halck

Dato: 28. April 2019



Beskrivelse

Scenarie 3

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 1,5 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

- 60
- 80
- 100
- 120
- 140
- 160
- 180

- Høje bygninger
- Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn

Projekt: 30.8690.01

Udført af: Christrina Halck

Dato: 26. April 2019



Beskrivelse

Scenarie 3

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 38 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

- 60
- 80
- 100
- 120
- 140
- 160
- 180
- 200

- Høje bygninger
- Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn

Projekt: 30.8690.01

Udført af: Christrina Halck

Dato: 26. April 2019



Beskrivelse

Scenarie 3

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 72 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

- 60
- 80
- 100
- 120
- 140
- 160
- 180
- 200

- Høje bygninger
- Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn

Projekt: 30.8690.01

Udført af: Christrina Halck

Dato: 26. April 2019



Beskrivelse

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 1,5 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

- 60
- 80
- 100
- 120
- 140
- 160
- 180

- Høje bygninger
- Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn
Projekt: 30.8690.01
Udført af: Christrina Halck
Dato: 24. April 2019



Beskrivelse

19. højeste immissionskoncentration af NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 38 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

- 60
- 80
- 100
- 120
- 140
- 160
- 180
- 200

- Høje bygninger
- Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn
Projekt: 30.8690.01
Udført af: Christrina Halck
Dato: 24. April 2019



Beskrivelse

19. højeste årlige timemiddelværdi for NO₂ angivet i µg/m³. De viste værdier er inklusiv en baggrundskoncentration på 40 µg/m³.

Receptorhøjde: 72 meter over terræn.

Signaturforklaring

Isokurver, µg/m³

- 60
- 80
- 100
- 120
- 140
- 160
- 180
- 200

- Høje bygninger
- Kilder

Titel: VVM Ydre Nordhavn
Projekt: 30.8690.01
Udført af: Christrina Halck
Dato: 24. April 2019