

RAPPORT

**SKANDIAPORTEN – LUFTKVALITET I  
ANLÄGGNINGSSKEDET**



2020-11-03

**UPPDRAG**

295289, MKB kajförstärkningar, dispens Vinga, ramavtal 170-18005

Titel på rapport:

Skandiaporten – Luftkvalitet i anläggningsskedet

Datum:

2020-11-03

**MEDVERKANDE**

Beställare:

Skandiaporten

Kontaktperson:

Kristina Bernstén

Konsult:

Tyréns AB

Uppdragsansvarig:

Anna Waxegård, Tyréns AB

Handläggare:

Josefine Dahlstedt, Tyréns AB

Beräkningar:

Kjell Ericson, UK till Tyréns AB

## SAMMANFATTNING

Sjöfartsverket planerar att genom muddring och sprängning för att fördjupa och bredda den Norra farleden och utöka vändzonen söder om Skandiahamnen. Göteborgs Hamn AB planerar att genomföra kajförstärkningar i Skandiahamnen med tillhörande muddring och sprängning i hamnbassängen.

De åtgärder som planeras kommer framförallt under byggskedet ge upphov till emissioner till luft från arbetsfordon på land och arbetsfartyg till havs. Skattningar av mängden utsläpp från arbetsfordon vid fördjupning/breddning av farled, kajförstärkning och muddring vid kaj har genomförts. En luftsimulering som visar haltbidraget från dessa utsläpp har genomförts för det år med intensivast arbete. Det vill säga för det år som projektet förväntas ge störst mängd utsläpp till luft.

Beräkningar har genomförts för kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar (PM10) för byggskedet då det för dessa ämnen i urban miljö erfarenhetsmässigt finns risk för överskridande av lagstadgade gränsvärden.

Haltnivåerna från beräkningarna relateras till de halter som beräknats från projektet "Ren stadsluft", som är ett samarbete mellan miljöförvaltningen, stadsbyggnadskontoret och trafikkontoret i Göteborg. De senaste beräkningarna gäller för år 2015 och inkluderar utsläppsdata från vägtrafik, sjöfart, industrier och andra källor av betydelse.

Fyra scenarion beräknas på årsbasis:

1. Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker under 1 säsong. Kajförstärkning och muddring vid kaj ingår ej.
2. Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker på 2 säsonger. Kajförstärkning och muddring vid kajläge ingår ej.
3. Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker på 2 säsonger. Kajförstärkning och muddring vid Västra Kajen ingår.
4. Endast kajförstärkning och muddring vid Västra Kaj.

För beräkningar redovisas utöver haltbidrag på karta också haltbidrag i receptorpunkter som representerar punkter på norra och södra Älvstranden som idag påverkas till stor del av utsläpp från sjöfarten och vägtrafik.

För samtliga resultat är det framförallt kvävedioxid som är dimensionerande. Partikelhalterna är låga från alla beräkningsscenarion och redovisas därför endast fullt ut i scenario 1.

Ur ett luftmiljöperspektiv finns det viss risk för överskridande av MKN för 98-percentil dygn om muddringen genomförs under ett år. Därför bedöms det vara rimligast om muddringen av farleden, sker under två eller flera säsonger. Detta för att sprida ut utsläppen under flera år och undvika risken att MKN för kvävedioxid 98-percentil dygn kan överskridas för boende framförallt i Älvsborg och ut mot Långedrag.

Bedömningen av risk för överskridande av kvävedioxid 98-percentil dygn bygger på addering av percentilmått för beräknade bakgrundhalter med haltbidrag från projektets olika åtgärder. Ett sådant tillvägagångssätt ger alltid en överskattning av halterna och storleken på denna överskattning är svår att bedöma.

Arbetet med kajförstärkning, Kajläge Väster och Öster, med tillhörande muddring vid kaj påverkar luftmiljön men inte i tillnärmelsevis lika stor utsträckning som åtgärderna i farleden. Åtgärderna för Kajläge Väster kan komma att utföras under samma tidsperiod som muddringen av farlederna vilket ger kumulativa effekter medan åtgärderna för Kajläge Öster är fristående.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>LOKALISERING.....</b>	<b>5</b>
	2.1 SKANDIAHAMNEN.....	6
<b>3</b>	<b>NOLLALTERNATIV .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>AVGRÄNSNING .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>REGELVERK OCH UTVÄRDERINGSKRITERIER.....</b>	<b>8</b>
	5.1 MILJÖKVALITETSNORMER .....	8
	5.2 LOKALA MÅL I GÖTEBORG .....	8
<b>6</b>	<b>DAGENS SITUATION.....</b>	<b>9</b>
	6.1 UPPMÄTTA HALTER .....	9
	6.2 BERÄKNADE HALTER.....	13
	6.3 SJÖFARTENS INFLYTANDE.....	14
	6.4 BIDRAG FRÅN SJÖFART INKLUSIVE HAMNVERKSAMHET .....	15
	6.5 VÄGTRAFIKENS INFLYTANDE.....	16
	6.6 UTVÄRDERING AV SJÖFARTENS BIDRAG TILL HALTERNA AV KVÄVEOXIDER VID TÅNGUDDEN .....	16
<b>7</b>	<b>METODIK .....</b>	<b>17</b>
	7.1 MODELLSYSTEM .....	17
	7.1.1 METEOROLOGISK DATA.....	17
<b>8</b>	<b>RESURSER VID MUDDRING AV FARLED .....</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>UTSLÄPP OCH TIDPLAN.....</b>	<b>18</b>
	9.1 SCENARION .....	18
	9.2 MUDDRING BREDDNING OCH FÖRDJUPNING FARLED .....	18
	9.3 KAJFÖRSTÄKNING OCH MUDDRING INVID KAJ .....	20
	MUDDRING VID KAJ .....	<b>FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.</b>
<b>10</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>22</b>
	10.1 TOTALA UTSLÄPP .....	22
	10.2 BERÄKNINGSRESULTAT .....	22
	10.3 SCENARIO 1 .....	23
	10.4 SCENARIO 2.....	26
	10.5 SCENARIO 3.....	27
	10.6 SCENARIO 4.....	28
<b>11</b>	<b>DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....</b>	<b>29</b>
<b>12</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>31</b>

## 1 INLEDNING

Projekt Skandiaporten är ett samverkansprojekt mellan Sjöfartsverket och Göteborgs Hamn AB som avser att säkerställa den strategiska transportfunktion som Göteborgs hamn och farleden till hamnen utgör.

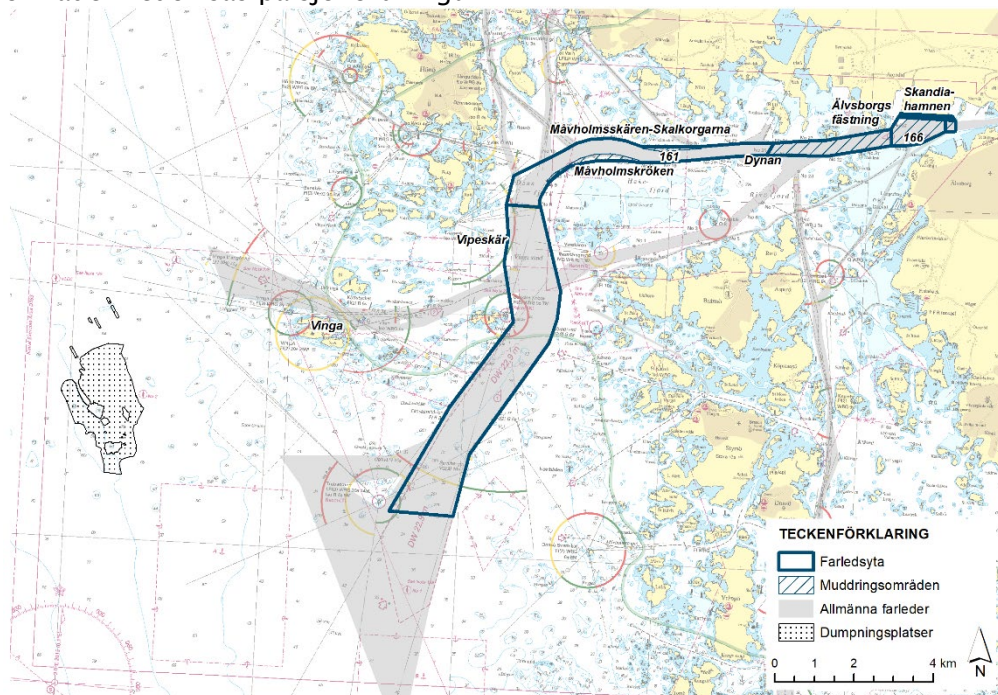
Sjöfartsverket ansvarar för att inrätta och hålla miljöanpassade och säkra sjövägar som tillgodoser sjöfartens behov. Sjöfartsverket planerar att genom muddring och sprängning fördjupa och till viss del bredda den Norra farleden och utöka vändzonen söder om Skandiahamnen samt genomföra i övrigt tillhörande åtgärder.

Göteborgs Hamn AB har i uppdrag att skapa förutsättningar för ett starkt, effektivt och hållbart skandinaviskt godsnav. Göteborgs Hamn AB planerar att genomföra kajförstärkningar i Skandiahamnen med tillhörande muddring och sprängning i hamnbassängen.

De åtgärder som planeras kommer framförallt under byggskedet ge upphov till emissioner till luft från arbetsfordon på land och arbetsfartyg till havs. Skattningar av mängden utsläpp från arbetsfordon vid fördjupning/breddning av farled, kajförstärkning och muddring vid kaj görs och en luftsimulering som visar haltbidraget från dessa utsläpp genomförs för det år med intensivast arbete. Det vill säga för det år som projektet förväntas ge störst mängd utsläpp till luft.

## 2 LOKALISERING

Planerade åtgärder kommer att genomföras i Norra Farleden, farledsnummer 161 och 166, i hamnbassängen vid Skandiahamnen samt södra kajen i Skandiahamnen. Dumpning av muddermassor planeras i ett område väst Vinga. Översikt av berörda områden redovisas på sjökort i Figur 1.



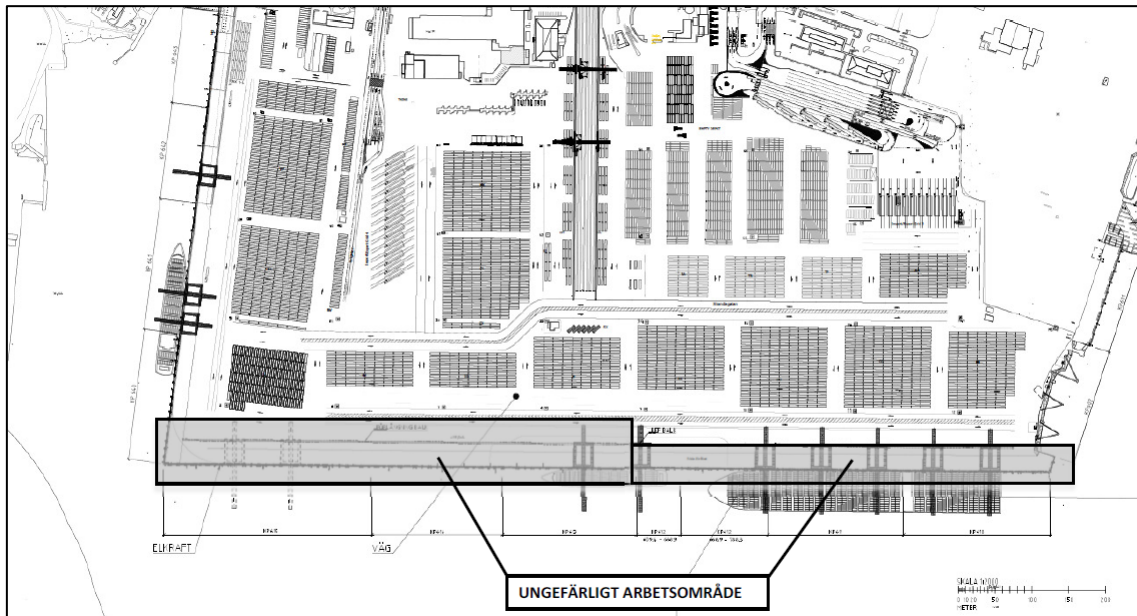
Figur 1 Göteborgs skärgård med inritade muddringsområden för de olika åtgärderna och dumpningsplats väst om Vinga.

## 2.1 Skandiahamnen

Skandiahamnen är belägen centralt i Göteborgs hamn vid Göta Älvs utlopp i Kattegatt. Containerhantering sker vid terminalens västra och södra kajer. Kajförstärkning och fördjupning av hamnområdet berör den södra kajen som består av kajplatserna 610 – 615. För placering av södra kajen och ungefärligt arbetsområde för åtgärderna av kajförstärkning på land se Figur 2 och Figur 3.



Figur 2. Skandiahamnen inom Göteborgs hamn, södra kajen är inringad. Figur hämtad från teknisk beskrivning av kajförstärkning och fördjupning av hamnbassäng (Harrysson, 2020).



Figur 3. Layout för containerhantering samt ungefärligt arbetsområde på land för Kajläge Väster respektive Öster. Figur hämtad från teknisk beskrivning av kajförstärkning och fördjupning av hamnbassäng (Harrysson, 2020).

### 3 NOLLALTERNATIV

Nollalternativet innebär att farleden och hamnbassängen inte muddras och att befintlig kaj inte förstärks. Därmed uteblir även de konsekvenser på luftmiljön som uppkommer från planerade åtgärder i byggskedet. På sikt kan nollalternativet innebära att hamnen förlorar sin konkurrenskraft och att fartygstrafiken styrs om till andra hamnar.

### 4 AVGRÄNSNING

Beräkningar genomförs för kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar (PM<sub>10</sub>) för byggskedet då det för dessa ämnen i urban miljö erfarenhetsmässigt finns risk för överskridande av lagstadgade gränsvärden. Göteborgs miljöförvaltning har genom luftkvalitetsmätningar kartlagt att det är dessa ämnen som det lokalt, framförallt i vältrafikerade centrala områden, finns risk att överskrida. Övriga ämnen som ingår i miljökvalitetsnormerna för luftkvalitet i utomhusluft utesluts.

Det är endast utsläpp från arbetsfordon/fartyg för åtgärderna som berör muddring och kajförstärkning under det mest intensiva året som skattas och simuleras. Utsläpp i samband med komplettering och flyttning av farledsmärken i samband med att farleden förändras beräknas ej, då dessa utsläpp bedöms vara marginella i jämförelse med utsläppen från muddringen.

I driftskedet för hamnen och farleden genomförs inga emissionsberäkningar utan påverkan hanteras i hamntillstånd.

## 5 REGELVERK OCH UTVÄRDERINGSKRITERIER

### 5.1 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer (MKN) för luftkvalitet är den svenska implementeringen av EU:s ramdirektiv för luft och är ett juridiskt bindande styrmedel för att förebygga och åtgärda miljöproblem, uppnå miljö kvalitetsmålen och genomföra EG-direktiv. I förordningen om miljö kvalitetsnormer från 2010 (SFS, 2010:477) finns MKN stadfästa.

Utifrån denna förordning har Naturvårdsverket utfärdat föreskrifter om kontroll av luftkvaliteten (NFS 2016:9) och sedan tidigare finns det en handbok med allmänna råd om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft – Luftguiden, uppdaterad utgåva i januari 2019 – Handbok 2019:1 (Naturvårdsverket, 2019)

Utöver de tvingande reglerna runt MKN har Riksdagen år 2012 beslutat om miljömål, preciseringar och etappmål. I Tabell 1 finns en sammanställning över MKN och miljömålen.

Tabell 1 Miljökvalitetsnormer och miljömål för NO<sub>2</sub> och PM10

Ämne	Medelvärdes-tid	MKN [µg/m <sup>3</sup> ]	Miljömål [µg/m <sup>3</sup> ]	Kommentar
NO <sub>2</sub>	1 år	40	20	Aritmetiskt medelvärde
	1 dygn	60	-	Får överskridas 7 dygn <sup>1</sup> på kalenderår
	1 timme	90	60	Får överskridas 175 timmar <sup>2</sup> per kalenderår, förutsatt att halten inte överstiger 200 µg/m <sup>3</sup> under en timme <sup>3</sup> mer än 18 gånger per kalenderår
PM10	1 år	40	15	Aritmetiskt medelvärde
	1 dygn	50	30	Får överskridas 35 dygn <sup>4</sup> per kalenderår

### 5.2 Lokala mål i Göteborg

Göteborgs Stad har ett miljöprogram som innehåller stadens lokala miljömål med tillhörande delmål och åtgärdsstrategier. Miljöprogrammet beslutades ursprungligen 2013 och en reviderad version aktualiserades 2018 i Göteborgs Stads handlingsplan för miljön 2018–2020. I handlingsplanen finns flera utpekade åtgärder för att miljömålet Frisk luft ska kunna nås. I mars 2020 godkände miljö- och klimatnämnden en remissversion av nytt miljöprogram.

<sup>1</sup> 7 gånger per kalenderår motsvarar för dygnsvärden 98-percentil

<sup>2</sup> 175 gånger per kalenderår motsvarar för timvärden 98-percentil

<sup>3</sup> 18 gånger per kalenderår motsvarar för timvärden 99,8-percentil

<sup>4</sup> 35 gånger per kalenderår motsvarar för dygnsvärden 90-percentil



Ett av miljömålen är att göteborgarna får en hälsosam livsmiljö, vilket innebär att göteborgarnas hälsa och välbefinnande ska främjas genom bättre luftkvalitet och ljudmiljö samt minskad användning av skadliga ämnen.

Avseende luft så följs miljömålet upp med indikatorer som visar utsläpp av kväveoxider och partiklar från vägtrafiken i Göteborg. Det finns också ett specifikt delmål om att Göteborgs Stad säkrar en god luftkvalitet för göteborgarna. Indikatorerna för delmålet är riktade mot förskolegårdar och bostäder, och anger en högsta tillåtna halt av kvävedioxid. (Göteborg stad Miljöförvaltningen, 2019)

De lokala miljömålen hämtade från Göteborg stads hemsida:

*"Årsmedelvärdet för kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) ska underskrida 20 µg/m<sup>3</sup> vid 95 procent av alla förskolor och skolor i Göteborg samt vid bostaden hos 95 procent av göteborgarna senast år 2020."*

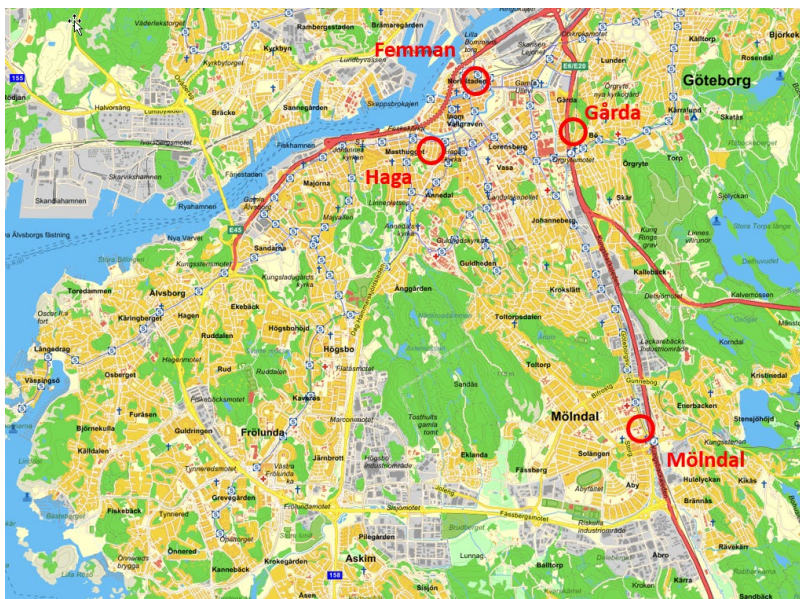
*"Dygnmedelvärdet för partiklar (PM10) ska underskrida 30 µg/m<sup>3</sup> år 2020. Värdet får överskridas högst 37 dygn per år i marknivå."*

## 6 DAGENS SITUATION

I Göteborg är vägtrafiken den huvudsakliga källan till höga halter av luftföroreningar på platser där människor bor och vistas. Luften påverkas också av utsläpp från bland annat industri, sjöfart, hamnverksamhet, uppvärmning, jordbruk och arbetsmaskiner. Hushåll bidrar till utsläpp genom exempelvis småskalig vedeldning, användning av bensindrivna maskiner som gräsklippare och båtmotorer. Luftföroreningar kan också föras in med vinden från kontinenten och från andra delar av Sverige. (Göteborg stad Miljöförvaltningen, 2019)

### 6.1 Uppmätta halter

Bakgrundshalterna i Göteborg mäts för nuvarande vid två stationer placerade i taknivå, Femman och Mölndal. Mätstationen vid Femman mäter NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10, PM2,5 och O<sub>3</sub>. I Mölndal mäts endas NO<sub>2</sub> och O<sub>3</sub>. Det finns även mätstationer i gaturumsmiljö, på Gårda gata och Haga gata. Mätstationernas placering ses i Figur 4.



Figur 4. Kartbild som visar placering av mätstationerna Femman och Mölndal som mäter i taknivå samt Gårda och Haga som mäter i gaturummet. Källa: Eniro.se.

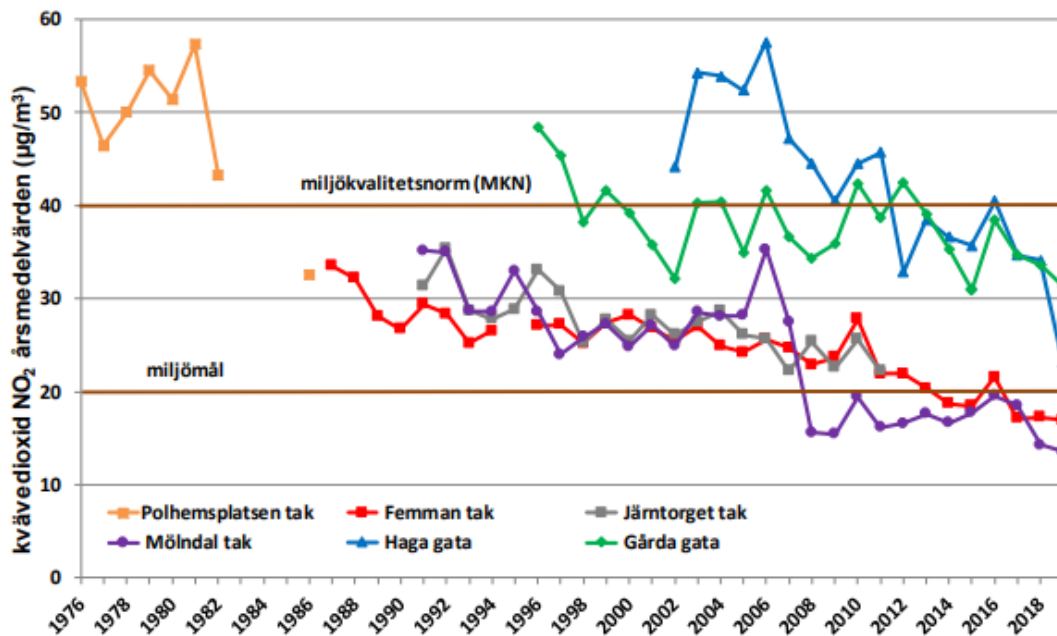
Resultatet från mätningarna för kvävedioxid i taknivå (femman tak och Mölndal tak) och i gaturum (Haga gatan och Gårda gata) redovisas i Tabell 2 och Tabell 3.

Tabell 2. Uppmätta halter av NO<sub>2</sub> i Göteborgsområdet år 2019 i relation till miljö kvalitetsnormer (MKN) och miljö kvalitetsmål (miljömål). Fetstilta siffror visar att nivån för MKN överskreds. Data från Gårda och Mölndal kommer från IVL Svenska miljöinstitutet. (Göteborgs stad, 2020)

Kvävedioxid (NO <sub>2</sub> )	MKN (miljömål)	Femman tak	Mölndal tak	Haga gata	Gårda gata
Medelvärde (µg/m <sup>3</sup> )	<b>40 (20)</b>	17,0	13,5	23,1	31,3
Antal timmar >90 µg/m <sup>3</sup>	<b>175</b>	42	49	137	<b>227</b>
Antal timmar >200 µg/m <sup>3</sup>	<b>18</b>	0	0	0	0
Antal dygn >60 µg/m <sup>3</sup>	<b>7</b>	1	3	<b>11</b>	<b>16</b>
Antal timmar >60 µg/m <sup>3</sup>	<b>(175)</b>	222	175	503	880
Datafångst (%)		94,9	84,3	99,2	98,8

Tabell 3. Mätresultat från Göteborgsområdet. Fetstilta siffror visar om MKN överskrids, gröna om miljömål överskrids.

2019	Femman (tak) [µg/m <sup>3</sup> ]	Mölndal (tak) [µg/m <sup>3</sup> ]	Gårda (gata) [µg/m <sup>3</sup> ]	Haga (gata) [µg/m <sup>3</sup> ]
NO <sub>2</sub> medelvärde	17,0	13,5	<b>31,3</b>	<b>23,1</b>
NO <sub>2</sub> 98-percentil dygn	50,1	-	<b>70,9</b>	<b>70,9</b>
NO <sub>2</sub> 98-percentil timma	64,8	-	<b>95,8</b>	<b>84,7</b>
PM10 medelvärde	12,8	-	<b>23,9</b>	<b>17,9</b>
PM10 90-percentil dygn	21,9	-	<b>42,0</b>	<b>35,3</b>



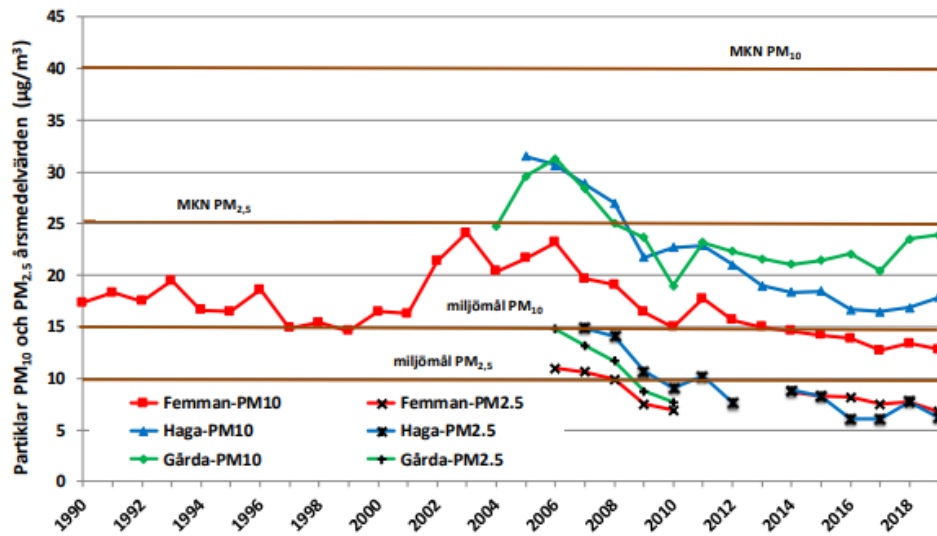
Figur 5. Årsmedelvärde av kvävedioxidhalter ( $\text{NO}_2$ ) i Göteborgsområdet 1976-2019 i relation till miljö kvalitetsnormer (MKN) och miljö kvalitetsmål (miljömål). (Göteborgs stad, 2020)

I Figur 5 ses mätningar av årsmedelvärde i Göteborgsområdet relaterat till miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål. Den övergripande trenden är att halterna i urban bakgrunds nivå, vilket motsvarar taknivå, minskar från 90-talet och fram till nutid. 2019 uppmättes bakgrundshalterna på Femman och i Mölndal i taknivå till 17 respektive 13,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Partiklar,  $\text{PM}_{10}$ , mäts på Femmans tak, Gårda gata och Haga gata. Uppmätta värden ses i Tabell 4 och Figur 6. MKN överskrids inte på någon av mätstationerna i dagsläget men miljö kvalitetsmålet överskrids i gatunivå på Haga gata och Gårda gata. För årsmedelvärdet ses en trend mot minskade  $\text{PM}_{10}$ -halter i taknivå sedan 2005 och framåt. Bakgrundshalterna år 2019 uppmättes till ca 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

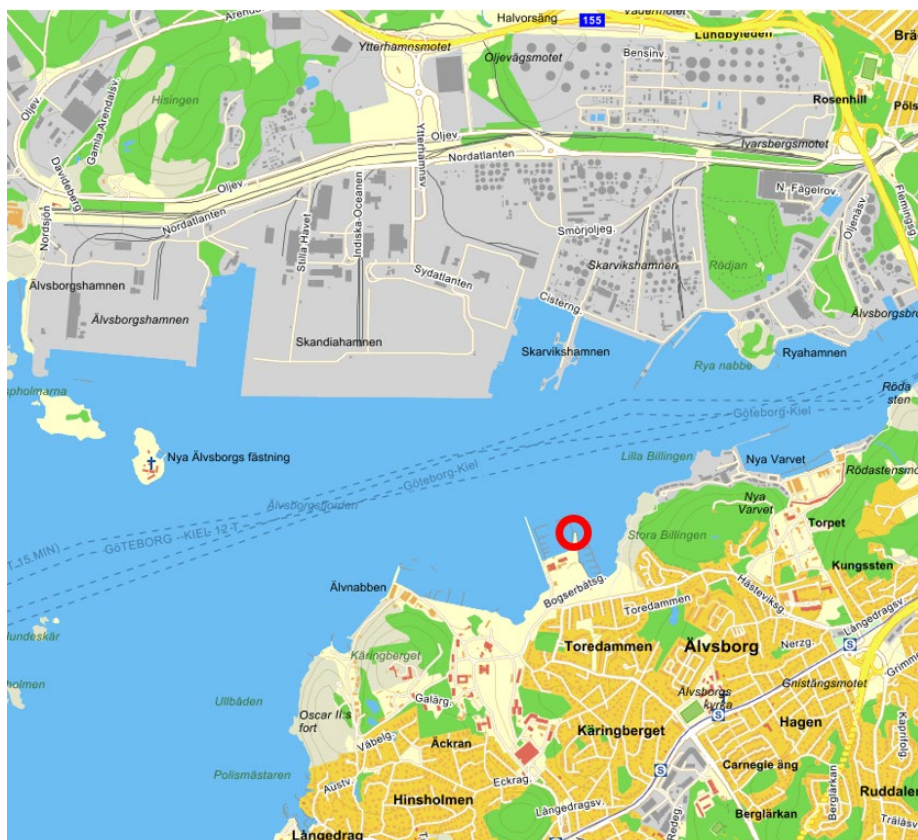
Tabell 4. Partiklar ( $\text{PM}_{10}$  och  $\text{PM}_{2,5}$ ) i Göteborg år 2019 i relation till miljö kvalitetsnormer (MKN) och miljö kvalitetsmål (miljömål). Data från Gårda kommer från IVL Svenska miljö institutet. (Göteborg stad Miljö förvaltningen, 2019)

Partiklar ( $\text{PM}_{10}$ och $\text{PM}_{2,5}$ )		MKN (miljömål)	Femman tak	Haga gata	Gårda gata
Partiklar $\text{PM}_{10}$	Medelvärde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	40 (15)	12,8	17,9	23,9
	Antal dygn >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35	0	2	22
	Antal dygn >30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(35)	13	43	75
	Datafångst (%)		98,2	87,5	92,5
Partiklar $\text{PM}_{2,5}$	Medelvärde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25 (10)	6,8	6,2	
	Antal dygn >25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(3)	2	1	
	Datafångst (%)		97,8	81,2	



Figur 6. Årsmedelvärden av partikelhalter (PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>) i Göteborg 1990-2019 i relation till miljö kvalitetsnormer (MKN) och miljö kvalitetsmål (miljömål). (Göteborg stad Miljöförvaltningen, 2019)

Mellan 1 januari och 19 mars 2019 var en mobil mätstation placerad på Tångudden. Tångudden ligger cirka 1 km söder om Skandiahamnen, se Figur 7.



Figur 7. Kartbild som visar mätstationens placering i förhållande till Skandiahamnen. Mätstationen på Tångudden är markerad med röd cirkel i figuren. Källa: Eniro.

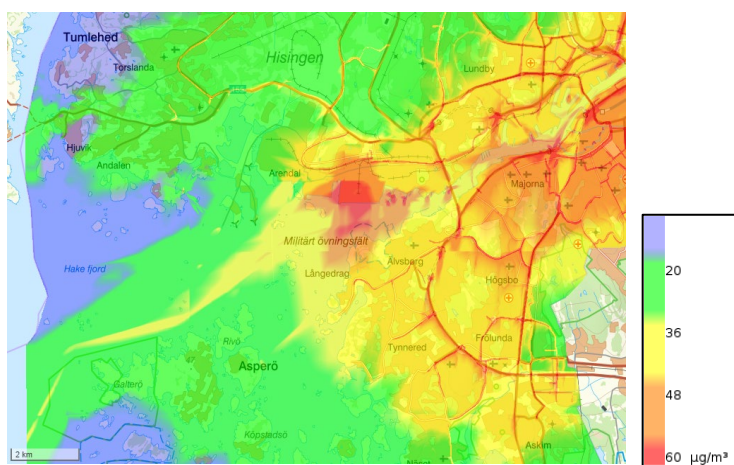
I den årliga sammanställningen av Göteborgs luftkvalitet från 2019 (Göteborgs stad, 2020) finns halterna från mätstationen redovisade och sammanställs nedan i Tabell 5. Enligt tabellen så överstiger NO<sub>2</sub> inte MKN, men timmedelvärdet tangerar. Halterna av PM10 underskrider också MKN men överskrider dock miljömålet.

Tabell 5. Uppmätta halter av NO<sub>2</sub> och PM10 på Tångudden 1 januari – 19 mars 2019.

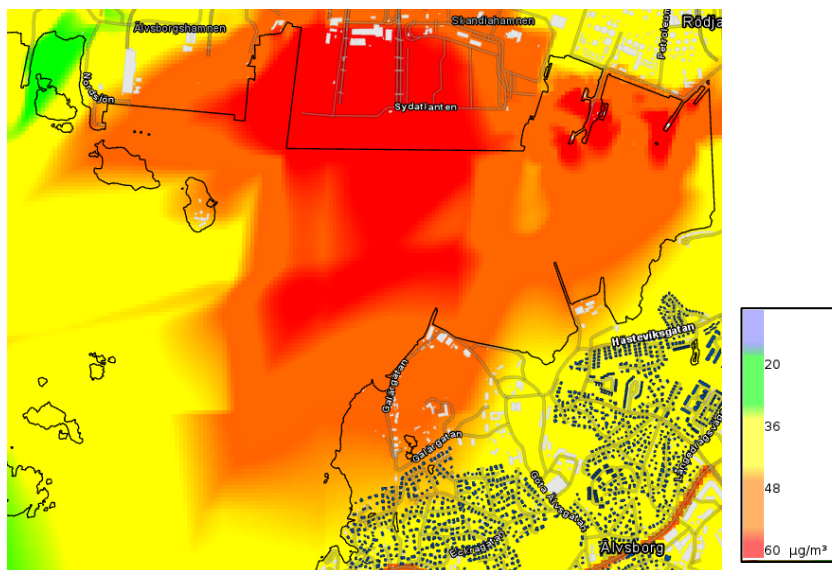
	Tångudden [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub> medelvärde	16,1
NO <sub>2</sub> högsta dygnsmedelvärde	46,3
NO <sub>2</sub> högsta timmedelvärde	89,7
PM10 medelvärde	15,3
PM10 högsta dygnsmedelvärde	38,4

## 6.2 Beräknade halter

För att få en övergripande bild av luftkvaliteten i hela kommunen görs sedan år 2006 beräkningar av kvävedioxidhalter inom "Ren stadsluft", som är ett samarbete mellan miljöförvaltningen, stadsbyggnadskontoret och trafikkontoret. De senaste beräkningarna gäller för år 2015 och inkluderar utsläppsdata från vägtrafik, sjöfart, industrier och andra källor av betydelse. Resultaten från beräkningarna presenteras i form av haltkartor och återfinns på stadens hemsida. (Årsrapport 2019 Göteborgs Stad, Miljöförvaltningen Rapport 2020:12) MKN-värdet för dygn tillåter att halten 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  överskrids högst 7 gånger per år. Figur 8 visar resultatet av beräkningar av kvävedioxidhalter inom Ren stadsluft 2015. Haltkartan avser 98-percentilen för dygnsvärde. På kartan visar röda områden platser där miljö kvalitetsnormerna överskrids. I de orangea och gula områdena är luften renare, men halterna ligger fortfarande över den övre respektive nedre utvärderingströskeln. I gröna områden klaras utvärderingströsklarna, och i blå områden klaras även preciseringen för NO<sub>2</sub> i miljömålet Frisk luft. (Årsrapport 2019 Göteborgs Stad, Miljöförvaltningen Rapport 2020:12). I Figur 9 återges samma material men med fokus på området vid Skandiahallen och södra Älvstranden där det i nuläget är relativt höga halter kvävedioxider. De bostäder närmast planerade åtgärder (muddring och kajförstärkning), vid Älvsborg, har enligt beräkningarna dygnsvärdeshalter mellan 36-48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Figur 8. Modellberäkningar av kvävedioxidhalter för Göteborgs Stad enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9). Dygnsvärde för Kvävedioxid (NO<sub>2</sub>). Källa: Webbkarta Göteborgs Stad - <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>



Figur 9. Modellberäkningar av kvävedioxidhalter för Göteborgs Stad enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9) överlagrat bostadshus som representeras med svart och byggnader med andra ändamål som ljusgrått. Figuren visar dygnsvärde för kvävedioxid (NO<sub>2</sub>). Källa: Webbkartan Göteborgs Stad - <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>

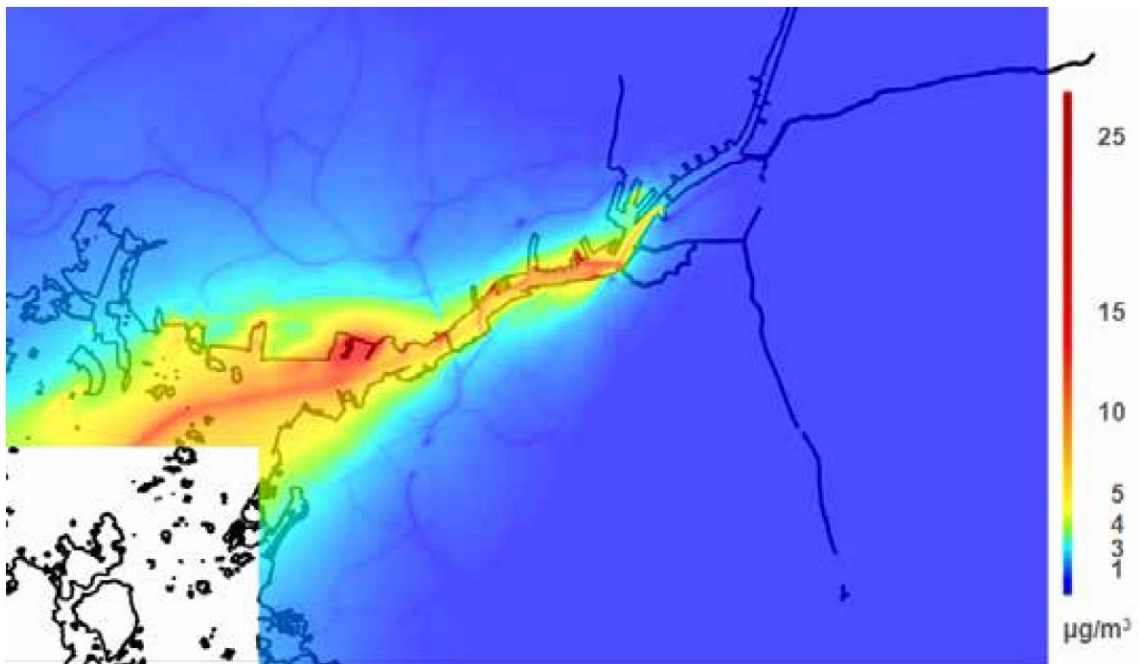
### 6.3 Sjöfartens inflytande

För 2017 beräknades sjötrafiken stå för 40% av totala utsläppen av kvävedioxider i Göteborg, det vill säga 2240 ton, medan vägtrafiken stod för ca 35% vilket motsvarar 1960 ton. De totala mängderna beräknades då till runt 5600 ton (Göteborg stad miljöförvaltningen, 2018).

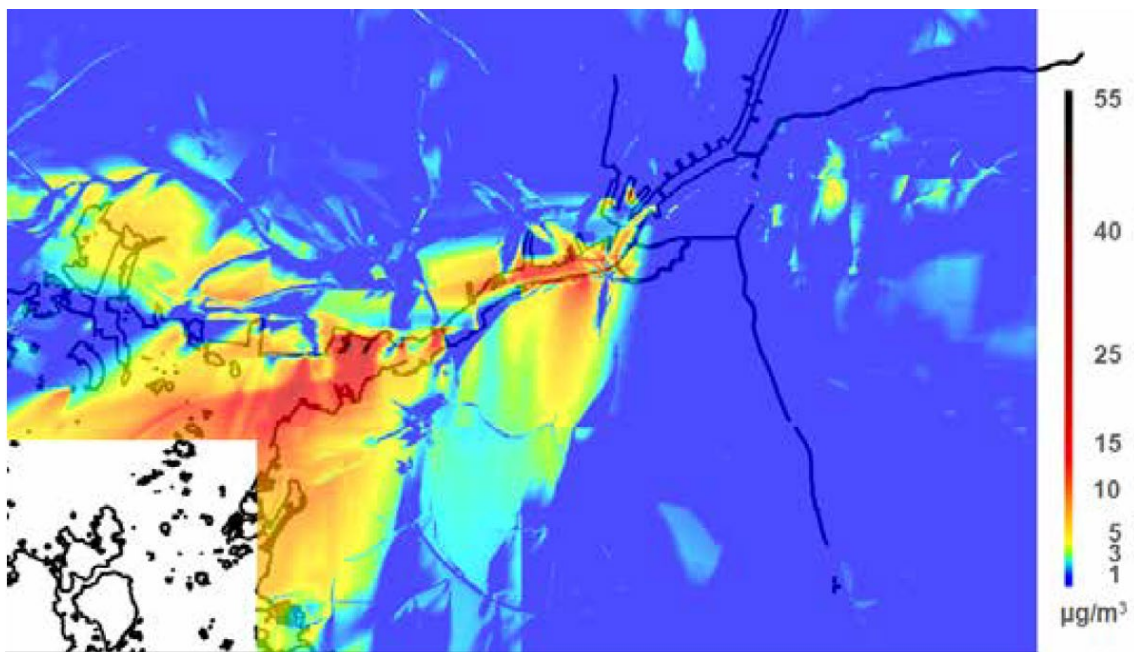
Miljöförvaltningen i Göteborgs stad har gjort spridningsberäkningar för olika källor som släpper ut kväveoxider i regionen. Vägtrafiken, sjöfarten och arbetsmaskiner är tre källor som bedömts ha påverkan på halterna. Utsläppen är störst från sjöfarten, men vägtrafiken beräknas stå för det enskilt största bidraget till halterna på platser där människor vistas regelbundet. På platser där människor vistas är sjöfartens beräknade bidrag till halterna generellt lägre än vägtrafikens. Men utsläppen från sjöfarten har en tydlig påverkan på halterna närmast älven där bostäder finns och planeras. Arbetsmaskiner släpper ut relativt stora mängder kväveoxider, och har viss påverkan på halterna i centrala Göteborg (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2017).

I bilaga fem i åtgärdsprogram för kvävedioxider (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2017) har källbidragen från olika verksamheter beräknats. Och resultaten visar att Sjöfartens bidrag är högst ute på älven och vid kollektivtrafikens hållplatser, där årsmedelvärdet beräknas ligga mellan 10 och 15 µg/m<sup>3</sup>, se Figur 10. Vid hamnplanerna på Hisingen närmar sig halterna 25 µg/m<sup>3</sup>. Effekten från sjöfarten avtar snabbt med avstånd från älven. I höjd med Lundbyleden på Hisingen, vid Lilla Bommen och vid Järnvågen är bidraget cirka 5 µg/m<sup>3</sup>, och vid Gårda har det minskat till under 1 µg/m<sup>3</sup>.

Beräkningsresultaten följer samma mönster för år, dygn och timme. Som dygnsmedelvärde är källbidraget på älven och vid älvstränderna 15–25 µg/m<sup>3</sup>, och vid terminalytor inom hamnen är det över 40 µg/m<sup>3</sup>, se Figur 11. Motsvarande halter för timmedelvärde är cirka 10–20 µg/m<sup>3</sup> på älven och vid älvstränderna, och närmare 50 µg/m<sup>3</sup> vid hamnplanerna.



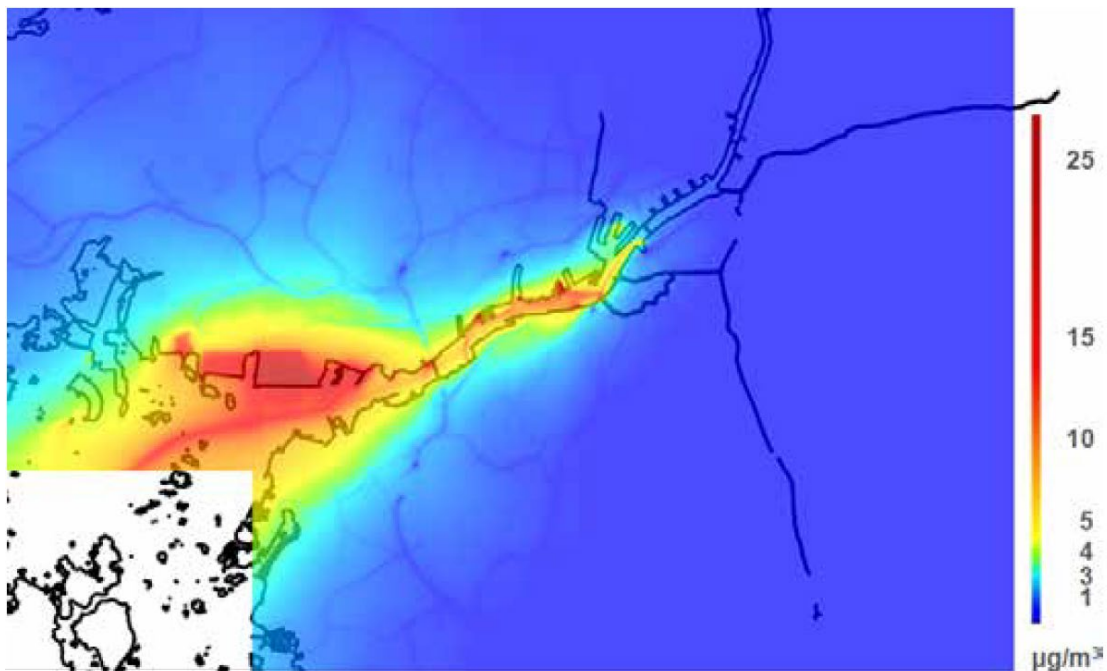
Figur 10. Årsmedelvärde kvävedioxidhalter, bidrag från sjöfart.



Figur 11. Dygnsmedelvärde (98-percentil) kvävedioxidhalter, bidrag från sjöfart.

#### 6.4 Bidrag från sjöfart inklusive hamnverksamhet

Hamnverksamheten i land omfattar bland annat trucktrafik och lastning och lossning av containrar. Jämfört med bidraget från endast sjöfart är bidraget från sjöfart inklusive hamnverksamhet något större, och täcker ett större område. Den största ökningen sker vid hamnplanerna på Hisingen. Halterna stiger även något i södra Biskopsgården. Vid hamnplanerna är källbidraget närmare 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  räknat som årsmedelvärde (se Figur 12), över 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som dygnsmedelvärde och upp mot 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som timmedelvärde (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2017).



Figur 12. Årsmedelvärde kvävedioxidhalter, bidrag från sjöfart inklusive hamnverksamhet.

### 6.5 Vägtrafikens inflytande

Enligt beräkningar i åtgärdsprogrammet för kvävedioxider i Göteborg stad (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2017) visar resultaten att vägtrafiken står för det enskilt största källbidraget där människor bor och vistas. Bidraget är tillräckligt stort för att på egen hand orsaka överskridanden av gränsvärden för MKN på E6:an mellan Kallebäck och Tingstad, samt i anslutning till tunnelmynningar. För att klara MKN i Göteborg och Mölndal måste vägtrafikens bidrag minska rejält.

Transporter är också en viktig källa till partiklar (PM10) som bildas vid slitage mellan däck, bromsar och vägbanan (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2018).

### 6.6 Utvärdering av Sjöfartens bidrag till halterna av kväveoxider vid Tångudden

År 2019 genomförde Frida Gustafsson ett kandidatexamenprojekt som utvärderade sjöfartens bidrag till halterna av kväveoxider vid Tångudden. Resultatet visade att NO<sub>x</sub>-halterna under år 2018 var betydligt lägre vid Tångudden än i de centrala delarna av Göteborg. Detta tyder på att fordonstrafiken orsakar större utsläpp än de som uppstår vid hamninloppet och för att nå lägre NO<sub>x</sub>-halter i staden bör därför i första hand utsläppsminskning från fordonstrafik prioriteras. (Gustafsson, 2019)

Sjöfartens bidrag beräknades fram till 7,4 % av de totala NO<sub>x</sub>-halterna uppmätta vid Tångudden. Tidigare studier har redovisat ett större bidrag från sjöfarten än det som räknats fram i denna rapport. Metoden som använts i studien har vissa begränsningar men resultaten visar på att det finns en risk att modellerade värden i tidigare rapporter som behandlat ämnet har beräknats för högt. För att säkert fastställa sjöfartens påverkan krävs därför vidare analys av uppmätta NO<sub>x</sub>-halter och emissioner i kombination med modellerade värden.



## 7 METODIK

### 7.1 Modellsystem

Spridningsberäkningar har utförts med beräkningssystemet Enviman som är baserat på den s.k. AERMOD-modellen (Cimorelli, o.a., 1998). Samma system används bl.a. av Malmö och Skånes Luftvårdsförbund. Systemet kan beräkna effekten av många olika typer av samverkande källor och det meteorologiska inflytandet beskrivs på ett realistiskt sätt.

Systemet beräknar effekter på spridning av föroreningar som uppkommer i det atmosfäriska gränsskiktet under olika väderbetingelser, liksom effekten av plymlyft och downwash beroende på närhet till byggnader och dimensioner på skorstenar etc. De ämnen som studeras behandlas som inerta gaser, dvs, ingen kemisk omvandling ingår.

#### 7.1.1 METEOROLOGISK DATA

Beräkningarna i denna studie har baserats på meteorologiska data för en period av ca 10 år. Dessa meteorologiska data har omräknats till en klimatologisk beskrivning av viktiga parametrar, bl.a. vindriktning och vindhastighet samt stabilitet och blandningshöjd. På så sätt har en för Göteborg representativ statistik bildats, som kan sägas beskriva normalförhållanden under ett år.

## 8 RESURSER VID MUDDRING AV FARLED

Inom projektet planeras för att två olika typer av används, sugmudderverk (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD) och enskopeverk (Backhoe dredger, BHD), se Figur 13.



Figur 13. Exempel på sugmudderverk t.v. och enskopeverk t.h.

Enskopeverket lastar muddermassor på botten tömmande självgående pråmar. Till varje enskopeverk antas tre pråmar, se Figur 14, gå i skytteltrafik till dumpningsområdet väster om Vinga. Sugmudderverkan går för egen maskin ut till dumpningsområdet och dumpar massorna.

Vid sprängning i vatten sker arbetet från en plattform, (se Figur 14), som vid borring står stadigt på stödben i plattformens hörn, en s.k. Jack-up rigg. Plattformen är utrustad med borrhigg och sprängmedel.



Figur 14. T.v. typisk jackup-rigg, t.h. schematisk bild över botten tömmande pråm.

## 9 UTSLÄPP OCH TIDPLAN

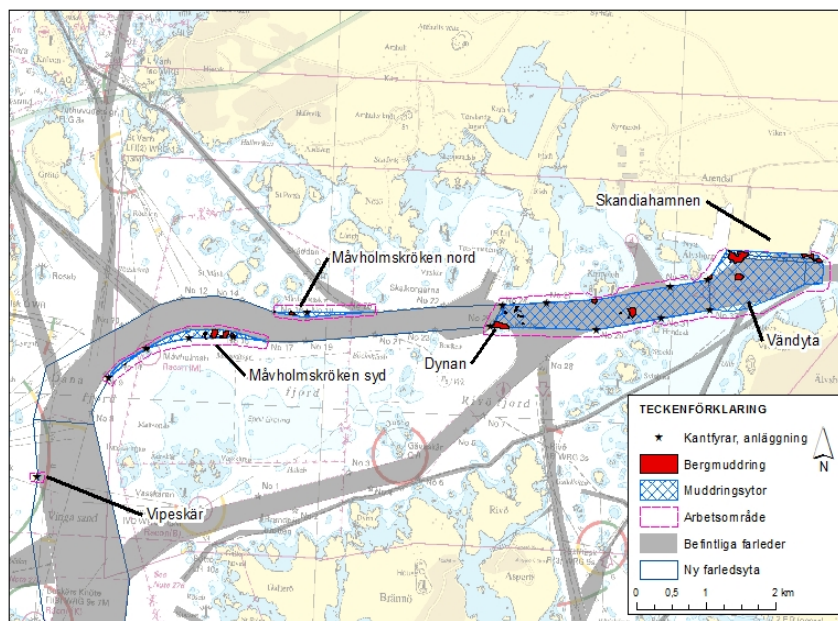
### 9.1 Scenarion

Fyra scenarion beräknas på årsbasis:

5. Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker under 1 säsong. Kajförstärkning och muddring vid kaj ingår ej.
6. Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker på 2 säsonger. Kajförstärkning och muddring vid kajläge ingår ej.
7. Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker på 2 säsonger. Kajförstärkning och muddring vid Västra Kajen ingår.
8. Endast kajförstärkning och muddring vid Västra Kaj.

### 9.2 Muddring breddning och fördjupning farled

Muddringområdena är definierade i Figur 15.



Figur 15. Muddringsområden för fördjupning och breddning av farleden.

Arbetet med muddring förutsätts pågå 7 dagar per vecka och 24 h per dygn, under förutsättning att säkra väderförhållanden råder, med begränsning av sprängningsarbeten 06:00 -22:00. Muddrings- och dumpningsarbetet beräknas pågå 8-10 månader beroende av faktorerna kapacitet på muddringsutrustningen samt väderförhållanden. Arbetet planeras året om, dock ej under juli-augusti.

Arbetet för "scenarion 1" sammanfattas i muddringsschema i Tabell 6 nedan. I beräkningarna tas inte hänsyn till eventuella begränsningar i drifttid som kan uppstå av buller från maskinerna. Muddringsschemat är utformat så att muddringen kan ske på så kort tid som möjligt och innebär därmed också det scenario med intensivast aktivitet och utsläpp under en muddringsäsong.

Om muddringen genomförs enligt "scenario 2" och "scenario 3" sker det enligt samma schema som i Tabell 6 men med halverade utsläpp för varje delområde. I "scenario 3" ingår även utsläpp från västra kajförstärkning och muddring vid västra kajen.

Tabell 6. Muddringsschema breddning och fördjupning av farled

Område	Månad							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Mävholmsskröken								
Mävholmsskären-Skalkorgarna								
Dynan-Älvsborgs fästning	TSHD							
Vändyta yttre fördjupning								
Vändyta yttre breddning								
Skandiahavnen Öst	BHD							

Uppsättningen av fartyg för varje delområde består av en borrhigg, ett sugmudderverk i medium storlek (TSHD, Trailing suction hopper dredger), ett enskopeverk och tre botten tömmande pråmar. Denna uppskattning av behov av resurser har gjorts av Tage Edvardsson på Port Engineering, via muntlig kontakt. Samtliga resurser har en uppskattad drifttid om ca 20 timmar per dygn. De timmar då resurserna inte används är ojämnt fördelat över dygnet. I Tabell 7 redovisas förbrukningen av drivmedel, som ansätts vara miljödiesel klass 1, för varje resurs. För pråmen när den ligger still och lastas antas denna förbruka hälften av det som förbrukas vid transport.

Tabell 7. Förbrukning av diesel under en timma för fartygen och arbetsmaskinerna som utför muddring i farled.

Resurs	Förbrukning muddring [liter/h]	Förbrukning transport [liter/h]
Medium sugmudderverk muddring	1050	
Medium sugmudderverk transport		650
Borrhigg	500	
Pråm		150
Enskopeverk	450	

Emissionsfaktorer som använts vid beräkningarna är hämtade från (TNO Milieuprofielen Scheepsbrandstoffen, 2016) och återfinns i Tabell 8. Bränslet ansätts vara miljödiesel klass 1 med densiteten 815 kg/m<sup>3</sup> diesel (SPBI, 2020).

Tabell 8. Emissionsfaktorer utifrån ton marint bränsle (MDO/MGO).

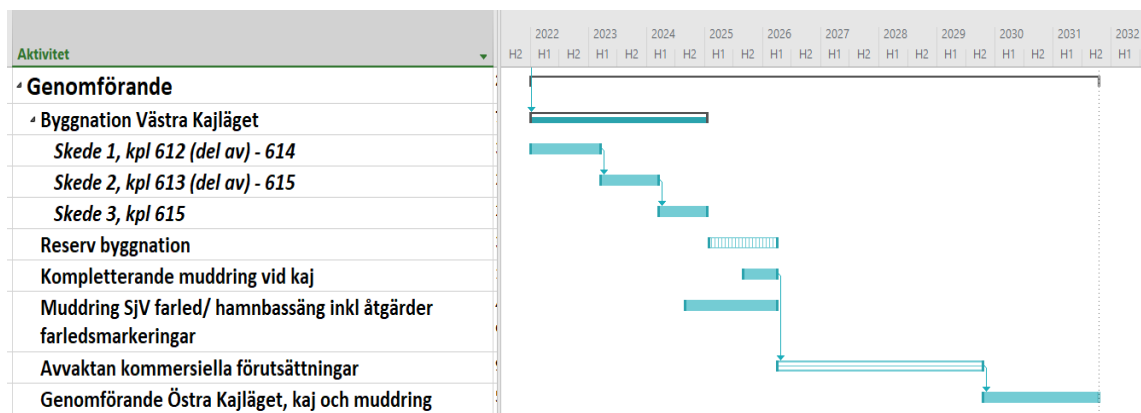
Ämne	[Kg/ton MDO/MGO]
NOx	56,8
PM10	1,7

### 9.3 Kajförstärkning och muddring invid kaj

Förstärkningen av kajen har delats upp i flera etapper varav etapp Kajläge Väster har identifierats som den mest intensiva när det gäller användning av arbetsmaskiner och därmed utsläpp av NO<sub>2</sub> och PM10 till luft. Tidsmässigt kan åtgärderna vid Kajläge Väster sammanfalla med muddring av farleden vilket kan ge kumulativa effekter på luftmiljön. För tidsplan för de olika skedena se Figur 16. Planerade åtgärder vid Kajläge Väster, se Figur 3, avses vara genomförda samtidigt som farleden fördjupats.

Utsläppsmängder skattas för ett antaget värsta år där utsläpp från kajförstärkning Kajläge Väster och utsläpp från samtlig muddring invid kaj ingår. De skattade utsläppsmängderna ingår i beräkningarna för "scenario 3" och "scenario 4". Övriga år under byggnation av Kajläge Väster antas ha lägre utsläppsmängder och halter till omgivningsluft.

Utsläppen och därmed halterna som påverkar omgivningen som genereras på årsbasis vid byggnation av Östra Kajläget bedöms ligga i samma storleksordning som för Västra Kajläget. Dessa åtgärder kommer inte sammanfalla med breddning och fördjupning av farlederna så kumulativa effekter för luftmiljön uteblir. Scenario 4 bedöms ungefärligt motsvara ett genomsnittligt utsläppsår under genomförandet av Kajläge Öster.



Figur 16. Tidplan för utförandet av åtgärder vid kajförstärkning och muddring invid kaj.

Arbetsfordon som används i samband med förstärkning av kajen följer Göteborgs stads miljökrav för entreprenader (Trafikverket, 2018) och antas ligga i effektklass 130–560 W. För samtliga arbetsfordon som kommer vara delaktiga i kajförstärkningen under etapp 1 har förbrukningen och antal uppskattats se Tabell 9, siffrorna är inhämtade från Magnus Harrysson på Port Engineering. Drivmedlet ansätts bestå av miljödiesel klass 1 (MK1).

Tabell 9. Dieselförbrukning under skede 1, maxbelastning.

Enhet	Antal (max)	Förbrukning per dygn och enhet (liter)	Förbrukning per dygn (liter)
Pålkrannar	3	150	450
Borrigg för pålar	2	300	600
Grävmaskiner (olika storlekar, genomsnittligt värde)	5	70	350
Lastbilar interna transporter	2	100	200
Lastbilar externa transporter	4	120	480
Varutransporter	3	100	300
Betongbil	3	100	300
Renhållningsfordon	1	100	100
Asfaltläggare	1	200	200
Vält	1	80	80
Annan (dykare, båt)		300	300
<b>Summa</b>			<b>3360</b>

Arbetet för kajförstärkningarna förutsätts pågå mellan kl. 06.00 – kl. 22.00 alla vardagar med sommaresemester om 25 dagar.

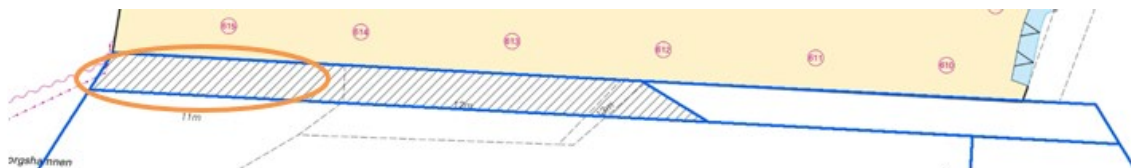
För att beräkna mängden emissioner som arbetsfordon ger upphov till under ett år används en metod som heter "Tier 2" som finns beskriven i följande rapport (European Environment Agency, 2019). En utsläppsfaktor inhämtas utifrån bränsletyp, miljöklassning och effekt och mängden utsläpp skattas sedan utifrån totala mängden drivmedel. Beräknade totala utsläppen som kajförstärkningen under etapp 1 under ett års tid ger upphov till finns i Tabell 10. Beräkningen är konservativ då samtliga maskiner förutsetts vara igång under alla arbetsdagar vilket med stor säkerhet ger en överskattning av totala utsläppen.

Tabell 10. Skattade mängder utsläpp från kajförstärkning och muddring vid kaj.

	NO <sub>x</sub> [ton]	PM10 [ton]
Kajförstärkning	9,6	0,6
Muddring invid kaj	44,2	1,3

Under etapp 1 kommer muddring av lera och sprängning/muddring av berg utföras 50 m närmast kaj inom delområde 512 enligt Figur 17 nedan. Endast utmed kajplats 615, inringat i Figur 17, förväntas berg förekomma under designdjup.

För muddringsarbetena förutsätts muddring kunna pågå hela dygnet alla dagar i veckan. Tiderna för sprängning begränsas till mellan klockan 06.00 - 22.00 vardagar. Borrning kommer dock att förekomma dygnet runt. Muddringen bedöms genomföras med ett enskopeverk, 2-3 pråmar och en borrhög. Enskopeverket lastar botten tömmande pråmar som transporterar muddermassorna till dumpningsområdet som förutsätts ligga väster om Vinga. För muddringen har arbetet ansatts pågå på deltid under hela året. Skattade utsläppsmängder för muddring finns angivet i Tabell 10.



Figur 17. Område 512 för muddring av lera samt muddring/sprängning av berg (markerad med ring)

## 10 RESULTAT

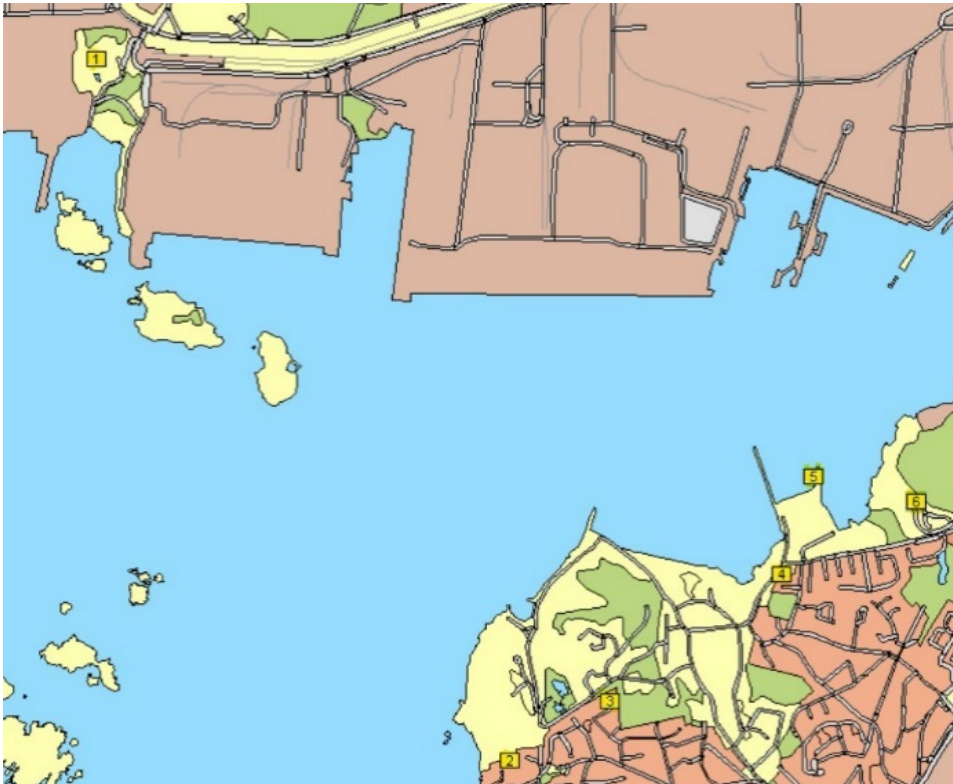
### 10.1 Totala utsläpp

	Motsvarar	NO <sub>x</sub> [ton] *	PM <sub>10</sub> [ton]
Totala utsläpp hela projektet (ej Kaläge Öster)		852 (37)	26
Totala utsläpp fördjupning och breddning av farled	Scenario 1	799 (36)	24
Årsbasis - Utsläpp fördjupning och breddning av farled (2 säsonger)	Scenario 2	399 (18)	12
Årsbasis - Utsläpp fördjupning och breddning av farled (2 säsonger) + kajförstärkning och muddring	Scenario 3	453 (20)	14
Utsläpp förstärkning kaj och muddring vid kaj (västra delen)	Scenario 4	54 (2)	2

\* Inom parentes visas hur stor del, i procent, av de totala utsläppen från sjöfarten år 2017 utsläppen för projektets olika ingående delar motsvarar. (Göteborg stad miljöförvaltningen, 2018)

### 10.2 Beräkningsresultat

För samtliga resultat är det framförallt kvävedioxid som är dimensionerande. Partikelhalterna är låga från alla beräkningsscenario och redovisas därför endast fullt ut i scenario 1. För beräkningar redovisas också resultaten i receptorpunkter som representerar punkter på norra och södra Älvstranden som idag påverkas till stor del av utsläpp från sjöfarten och vägtrafik. Receptorpunkterna kan studeras i Figur 18 och beskrivs i Tabell 11.



Figur 18. Figur över placering av receptorpunkter.

Tabell 11. Receptorpunkter för platser som för nuläget påverkas i stor grad av luftföroreningar från sjöfarten.

Receptorpunkt	Beskrivning	Uppskattad dygnsvärden nuläge NO <sub>2</sub> *
1	Arken Hotel & Art Garden Spa	36
2	Bostadsområde Älvsborg	48
3	Bostadsområde Älvsborg	48
4	Bostadsområde Älvsborg	43
5	Tångudden	48
6	Bostadsområde Älvsborg	43

\*Uppgifter från Webbkarta Göteborgs Stad - <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>

### 10.3 Scenario 1

*Scenario 1 – Utsläpp från muddring, breddning och fördjupning av farleden. Kajförstärkning och muddring vid kaj ingår inte.*

Utsläppen av kvävedioxid för de olika statistiska måtten, årsmedel, 98-percentil dygn och 98-percentil timme redovisas i Figur 19. För årsmedel ses ett haltbidrag på 1-5 µg/m<sup>3</sup> på norra och södra Älvstranden, med högst halter närmast muddringen i hamnbassängen. Haltbidraget avklingar relativt snabbt och för receptorpunkterna ligger halterna på mellan 1-1,8 µg/m<sup>3</sup>, se Tabell 12. För transportleden ut till dumpningsområdet väster om Vinga ses som mest ett haltbidrag om 2-5 µg/m<sup>3</sup> som är koncentrerat där fartygen går. För de öar med bebyggelse som ligger i närhet ett transportleden är bidraget litet, mellan 0-1 µg/m<sup>3</sup>.

För 98-percentil dygn fås ett haltbidrag över en större areal med störst påverkan runt hamnbassängen. De största bidragen på fastlandet ses vid Skandiahamnen med närmsta omgivningen och för bostadsområdena kring Älvsborg och vidare ut mot Långedrag. För bostadsområdet som representeras av receptorpunkt 2-6 ses ett haltbidrag om 11-17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se Tabell 12. För transportleden ut till dumpningsområdet väster om Vinga ses som mest ett haltbidrag om 15-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som är koncentrerat där fartygen går. För de öar med bebyggelse som ligger i närhet ett transportleden är bidraget mellan 2-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Statistiskt sett är det inte korrekt att addera percentilmått då det alltid leder till en överskattning av totala halterna. Då muddringen sker dygnet runt och för större delen av året kan addering av halterna ändå ge en grov uppskattning om storleksordningen på halterna som kan erhållas vid receptorpunkterna vid ett värsta läge. Adderade halter finns representerad i Tabell 13 och visar att för receptorpunkterna erhålls halter mellan 45-65 vilket för några av receptorpunkterna är nivåer som ligger strax över MKN 98-percentil dygn (60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Haltbidraget för 98-percentil timma är i samma storleksordning som 98-percentil dygn då utsläppen sker jämt fördelat över dygnet vilket gör att dessa halter inte är dimensionerade.







Figur 19 Haltbidraget från muddring i farleden, översta årsmedelvärde, mitten 98-percentil dygnsvärde och längst ner 98-percentil timmesvärde.

Tabell 12. Haltbidraget av kvävedioxid för receptorpunkterna 1-6 för år, dygn respektive timmesvärde redovisas.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
NO <sub>2</sub> medel	0,97	1,69	1,52	1,31	1,77	1,21
NO <sub>2</sub> 98-%til dygn	9,37	17,36	16,03	13,33	14,11	11,18
NO <sub>2</sub> 98-%til timma	12,15	20,6	18,55	16,18	17	14,33

Tabell 13. Bakgrundshalter adderat med haltbidraget av kvävedioxid från muddring redovisas för receptorpunkterna 1-6 för 98-percentil dygn.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
NO <sub>2</sub> 98-%til dygn Bagrundshalt+haltbidrag	45	65	64	56	62	54

För PM10 blir haltbidragen mycket små och redovisas endast i receptorpunkterna, se Tabell 12. För årsmedel erhålls ett haltbidrag på mindre än en tiondels mikrogram och för dygnmedel erhålls mindre än 0,5 mikrogram för fastlandet. Högst haltbidrag på fastlandet fås på Norra- och Södra Älvstranden i närhet till muddringsarbetet i hamnbassängen med haltbidraget utgör fortfarande mindre än 0,1% av halterna som uppmätts vid stationära mätstationer i centrala Göteborg.

Halterna avklingar med ökat avstånd från utsläppskällan och är mycket små i centrala Göteborg där det i nuläget finns en problematik med PM10 i utsatta gaturum med mycket trafik. Då halterna för PM10 för det scenario med störst utläppsmängder ger ett relativt sett mycket litet haltbidrag redovisas inte PM10 i övriga scenarion utan förutsätts vara lägre.

Tabell 14. Haltbidraget för PM10 för scenario 1 för receptorpunkt 1-6.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
PM10 medel	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
PM10 90-%til dygn	0,07	0,13	0,12	0,12	0,19	0,13

## 10.4 Scenario 2

*"Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker på 2 säsonger. Kajförstärkning och muddring vid kaj ingår ej"*

I "scenario 2" delas muddringsarbetet upp på 2 säsonger. Emissioner från kajförstärkning ingår inte i detta scenario.

Utsläppen av kvävedioxider för de olika statistiska måtten, årsmedel, 98-percentil dygn och 98-percentil timme redovisas i Figur 20. För årsmedel ses ett haltbidrag på upp mot ca 1-2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på norra och södra Älvstranden närmast muddringen. Haltbidraget avklingar relativt snabbt och för receptorpunkterna ligger halterna på mellan 0,5-0,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se Tabell 15. För transportleden ut till dumpningsområdet väster om Vinga ses som mest ett haltbidrag om 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som är koncentrerat där fartygen går. För de öar med bebyggelse som ligger i närhet ett transportleden är bidraget litet, mellan 0-1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

För 98-percentil dygn fås ett haltbidrag över en större areal med störst påverkan runt hamnbassängen. De största bidragen på fastlandet ses vid Skandiahamnen med närmsta omgivningen och för bostadsområdena kring Älvsborg och vidare ut mot Långedrag. För bostadsområdet som representeras av receptorpunkt 2-6 ses ett haltbidrag om 5-9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se Tabell 15. För transportleden ut till dumpningsområdet väster om Vinga ses som mest ett haltbidrag om 10-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som är koncentrerat där fartygen går. För de öar med bebyggelse som ligger i närhet ett transportleden är bidraget mellan 2-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Statistiskt sett är det inte korrekt att addera percentilmått då det alltid leder till en överskattning av totala halterna. Då muddringen sker dygnet runt och för större delen av året kan addering av halterna ändå ge en grov uppskattning om storleksordningen på halterna som kan erhållas vid receptorpunkterna vid ett värsta läge. Adderade halter finns representerad i Tabell 13 och visar att för receptorpunkterna erhålls halter mellan 41-58 vilket för några av receptorpunkterna är nivåer som ligger strax under MKN 98-percentil dygn (60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Haltbidraget för 98-percentil timma är i samma storleksordning som 98-percentil dygn då utsläppen sker jämt fördelat över dygnet vilket gör att dessa halter inte är dimensionerade.





Figur 20. Haltbidraget från muddring i farleden, översta västra hörnet, årsmedelvärde, översta högra hörnet 98-percentil dygnsvärde och i botten 98-percentil timmesvärde.

Tabell 15. Haltbidraget av kvävedioxid för receptorpunkterna 1-6 för år, dygn respektive timmesvärde redovisas.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
NO <sub>2</sub> medel	0,48	0,84	0,76	0,66	0,88	0,6
NO <sub>2</sub> 98-%til dygn	4,68	9,65	8,56	6,67	7,19	5,59
NO <sub>2</sub> 98-%til timma	6,08	12,56	10,67	8,67	9,35	7,27

Tabell 16. Bakgrundshalter adderat med haltbidraget av kvävedioxid från muddring redovisas för receptorpunkterna 1-6 för 98-percentil dygn.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
NO <sub>2</sub> 98-%til dygn Bakgrundshalt+haltbidrag	41	58	57	50	55	49

### 10.5 Scenario 3

Muddring, fördjupning och breddning av farled, sker på 2 säsonger. Kajförstärkning och muddring vid Västra Kajläget ingår.

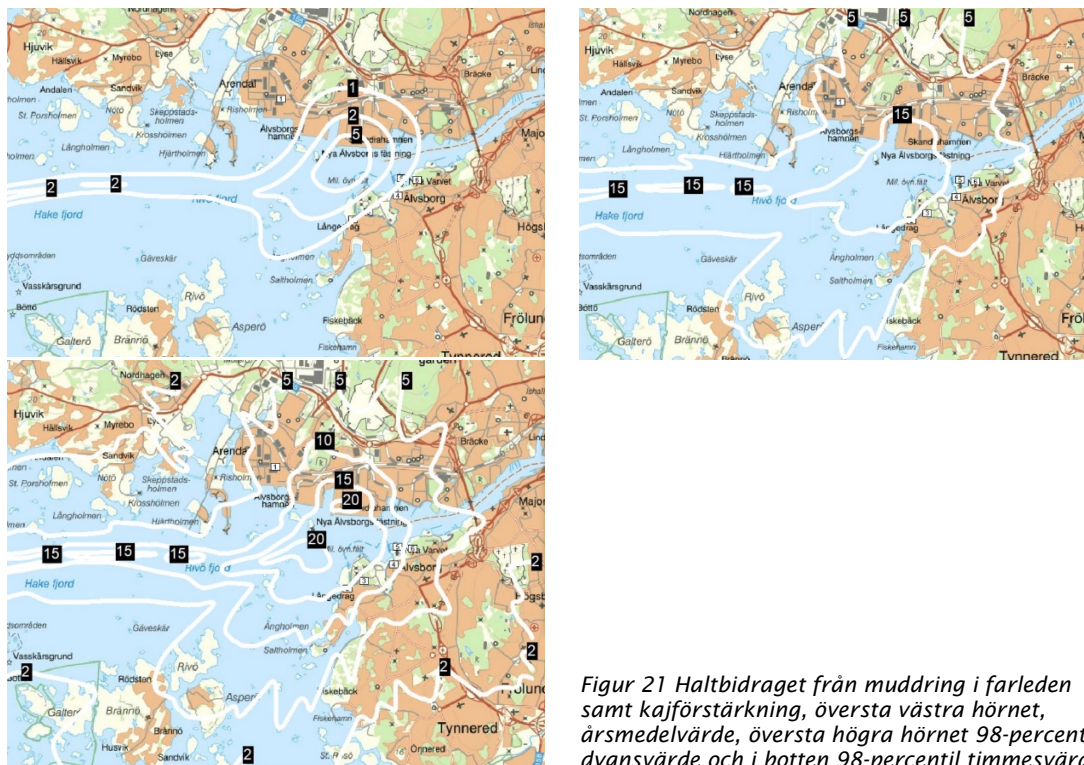
I "scenario 3" delas utsläppen från fördjupning och breddning av farled upp på två säsonger och kajförstärkningen plus muddring vid kaj antas pågå under en av säsongerna. Det är med mest utsläpp beräknas.

Utsläppen av kvävedioxid för de olika statistiska måtten, årsmedel, 98-percentil dygn och 98-percentil timme redovisas i Figur 21. Jämfört med scenario 2 fås en liten ökning för samtliga statistiska mått, för receptorpunkterna ses en 10-20 procents ökning av haltbidraget.

Haltbidragen för receptorpunkterna redovisas i Tabell 17 och för punkterna 1-6 ges ett haltbidrag för 98-percentil dygn på 6-10 µg/m<sup>3</sup>. Om haltbidraget adderas med bakgrundshalter, se Tabell 18, erhålls halter på mellan 42-60 µg/m<sup>3</sup>. Vilket ger en risk för att MKN 98-percentil dygn (60 µg/m<sup>3</sup>) kan tangeras för bostadsområden på södra Älvstranden.

För transportleden ut till dumpningsområdet väster om Vinga ses som mest ett haltbidrag om 2 µg/m<sup>3</sup> för årsmedel och 10-15 µg/m<sup>3</sup> för 98-percentil dygn som är koncentrerat där fartygen går. För de öar med bebyggelse som ligger i närhet ett

transportleden är bidraget litet, mellan 0-1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för årsmedel och 2-ca 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för 98-percentil dygn.



Figur 21 Haltbidraget från muddring i farleden samt kajförstärkning, översta västra hörnet, årsmedelvärde, översta högra hörnet 98-percentil dygnsvärde och i botten 98-percentil timmesvärde.

Tabell 17. Haltbidraget av kvävedioxid från muddring plus kajförstärkning för receptorpunkterna 1-6 för år-, dygn- respektive timmesvärde redovisas.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
NO <sub>2</sub> medel	0,62	1,01	0,9	0,79	1,06	0,74
NO <sub>2</sub> 98-%til dygn	5,61	11,8	9,86	8,96	8,02	5,72
NO <sub>2</sub> 98-%til timma	7,3	14,88	11,86	11,66	10,44	7,44

Tabell 18. Bakgrundshalter adderat med haltbidraget av kvävedioxid från muddring plus kajförstärkning redovisas för receptorpunkterna 1-6 för 98-percentil dygn.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
NO <sub>2</sub> 98-%til dygn Bagrundshalt+haltbidrag	42	60	58	52	56	49

## 10.6 Scenario 4

### ”Endast Kajförstärkning och muddring vid Västra Kaj”

För scenario 4 redovisas endast haltbidraget från kajförstärkning plus för muddring vid Västra kajen. Utsläppen av kvävedioxider för de olika statistiska måtten, årsmedel, 98-percentil dygn och 98-percentil timme redovisas i Figur 22 och receptorpunkterna i

Tabell 19. Haltbidraget är framförallt koncentrerat runt Skandiahamnen. Denna åtgärd ger litet utslag på luftmiljön för receptorpunkterna med 0,1-0,2 µg/m<sup>3</sup> för årsmedel och runt 2 µg/m<sup>3</sup> för 98-percentil dygn.



Figur 22 Haltbidraget från kajförstärkning och muddring vid kaj, översta vänstra hörnet, årsmedelvärde, översta högra hörnet 98-percentil dygnsvärde och i botten 98-percentil timmesvärde.

Tabell 19. Haltbidraget av kvävedioxid för receptorpunkterna 1-6 för år-, dygn- respektive timmesvärde redovisas.

Receptorpunkt	1	2	3	4	5	6
NO <sub>2</sub> medel	0,13	0,17	0,14	0,14	0,18	0,13
NO <sub>2</sub> 98-%til dygn	1,7	1,95	1,77	1,75	2,31	1,73
NO <sub>2</sub> 98-%til timma	2,21	2,54	2,29	2,15	2,65	2,07

## 11 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

För 2017 beräknades sjötrafiken stå för 40% av totala utsläppen av kvävedioxider i Göteborg, det vill säga 2240 ton (Göteborg stad miljöförvaltningen, 2018). Totala utsläppsmängderna från projektet (breddning och fördjupning av farled och antaget värsta år för kajförstärkning inkl. muddring vid kaj på västra delen) utgör 37 % av sjöfartens totala utsläpp år 2017. Utsläppen från muddringen är koncentrerade runt hamnbassängen vid Skandiahamnen och vidare ut i farleden till Måvholmsskären medan de totala utsläppen från sjöfarten beräknas och påverkar luftföroreningshalterna på en betydligt större areal. Det gör att utsläppen från

muddringen påverkar luftmiljön för boende på framförallt södra Älvstranden till stor del.

Ur ett luftmiljöperspektiv finns det viss risk för överskridande av MKN för 98-percentil dygn om muddringen genomförs under ett år. Därför bedöms det vara rimligast om muddringen, breddning och fördjupning av farleden, sker under två eller flera säsonger. Detta för att sprida ut utsläppen under flera år och undvika risken att MKN för kvävedioxid 98-percentil dygn kan överskridas för boende framförallt i Älvsborg och ut mot Långedrag.

Bedömningen av risk för överskridande av kvävedioxid 98-percentil dygn bygger på addering av percentilmått för beräknade bakgrundhalter med haltbidrag från projektets olika åtgärder. Ett sådant tillvägagångssätt ger alltid en överskattning av halterna och storleken på denna överskattning är svår att bedöma.

Arbetet med kajförstärkning, Kajläge Väster och Öster, med tillhörande muddring vid kaj påverkar luftmiljön men inte i tillrämselsevis lika stor utsträckning som åtgärderna i farleden. Åtgärderna för Kajläge Väster kan komma att utföras under samma tidsperiod som muddringen av farlederna vilket ger kumulativa effekter medan åtgärderna för Kajläge Öster är fristående.

För Kajläge Öster kommer hamnbassängen (område 42) att muddras när det finns kommersiella förutsättningar för detta. Utsläppen från muddringen av denna yta är medräknade i totala utsläppen för farledsätgärderna, fördjupning och breddning av farled, i denna rapport. Med samma uppsättning mudderverk och samma kapacitet som för muddringen som antagits för farleden kommer totala halterna för muddringen av inre vändytan i ett senare skede inte överskrida de halter som beräknats när muddringen genomförs under 2 säsonger.

Att muddringen för inre vändytan förläggs senare i projektet är positivt för luftmiljön sett på årsbasis och innebär också en viss överskattning av nuvarande haltberäkningar som uppstår vid breddning och fördjupning av farleden.

Beräkningsmetodiken med areakälla är osäker och utsläppen sker statistiskt på en satt höjd. För att få ett bättre underlag kan beräkningarna genomföras med hjälp av typfartyg som släpper ut emissionerna på ett mer realistiskt sätt. Det vill säga att höjden på utsläppen beror till viss del på förhållandena i luften och kan variera beroende på om det är stabilt eller labilt väderläge.

Utsläppsfaktorerna är generella och gäller en schablon över olika fartygsklasser, storlekar och bränsletyper.

Förbrukningen av drivmedel bygger på att maskinerna är igång dygnet runt alla dagar under muddringssäsongen, vilket inte är realistiskt. Det kommer vara perioder då det vädermässigt, på grund av dålig sikt eller bläst inte går att framföra fartygen. Detta går inte att ta hänsyn till i beräkningarna men utgör en felkälla till mängden förbrukat drivmedel och därmed utsläppsmängderna.

## 12 REFERENSER

- Cimorelli, P. (1998). *AERMOD, description of model formulation*.
- European Environment Agency. (2019). *EMEP/EEA air pollutant emission guidebook, ISSN 1977-8449*.
- Gustafsson, F. (2019). *Utvärdering av sjöfartens bidrag till haterna av kväveoxider vid tångudden*.
- Göteborg stad miljöförvaltningen. (2018). *Uppföljning av Göteborgs lokala miljömål 2017, R 2018:09, ISBN 1401-2448*. Göteborg : Göteborg stad miljöförvaltningen.
- Göteborg stad Miljöförvaltningen. (2019). *Luften i Göteborg, årsrapport 2019*. Göteborg.
- Göteborgs stad. (2020). *Luften i Göteborg - Årsrapport 2019*. Göteborg.
- Harrysson, M. (2020). *Teknisk beskrivning- kajförstärkning och fördjupning av hamnbasäng Skandihamnen Göteborg*. Göteborg: Port engineering.
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2017). *Åtgärdsprogram för kvävedioxider i Göteborgregionen 2017 - rev 2018-06-19 rapportnummer 2017:28 ISSN: 1403-168X*. Länsstyrelsen Västra Götaland.
- Naturvårdsverket. (2019). *Luftguiden- Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, version 4*.
- NFS 2016:9. (n.d.). *Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet*. Naturvårdsverket .
- SFS. (2010:477). *Luftkvalitetsförordningen*.
- SPBI. (2020). *Svenska Petroleum och drivmedel institutet*. Retrieved from <https://spbi.se/uppslagsverk/fakta/berakningsfaktorer/energiinnehall-densitet-och-koldioxidemission/>
- TNO Milieuprofielen Scheepsbrandstoffen. (2016). *Earth, life and social science, TNO innovation for life*. Utrecht : Eart.
- Trafikverket, m. (2018). *Gemensamma krav för entreprenad*. Trafikverket, göteborg stad, Malmö stad, Stockholm stad.