

PM Luftkvalitet driftskede

Slussar i Trollhätte kanal
Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län
2025-06-19



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 2–4, 411 04, Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: PM Luftkvalitet driftskede

Författare: Erik Nordin

Dokumentdatum: 2025-06-19

Ärendenummer: TRV 2021/84231

Innehåll

1 Sammanfattning	4
2 Bakgrund och Syfte.....	5
2.1 Utredningsområdet.....	5
2.2 Syfte	6
3 Bedömningsgrunder	8
3.1 Miljökvalitetsnormer	8
3.2 Miljökvalitetsmålet "Frisk luft"	8
3.3 MKN 2030	8
4 Metodik.....	11
4.1 Utsläpp från sjöfart	11
4.1.1 Emissioner från sjöfart i Trollhättans kommun	11
4.1.2 Fartygsflottan vid slussen i Trollhättan.....	12
4.1.3 Mest frekventa fartyg	12
4.1.4 Tidvariation	14
4.1.5 Faktorer som påverkar utsläpp från fartyg	15
4.1.6 Emissionsberäkningar	17
4.2 Urban bakgrundshalt Trollhättan.....	17
4.3 Spridningsmodell	17
4.4 Beräknat scenario.....	18
5 Resultat	20
5.1 Kvävedioxid	20
5.2 PM10.....	23
5.3 Svaveldioxid (SO ₂).....	24
5.4 Osäkerheter.....	27
6 Slutsats	28
7 Referenser	29

1 Sammanfattning

Trollhätte kanal binder ihop Vänern med Göta älv och i förlängningen Kattegatt. I kanalen finns slussar på tre platser, Lilla Edet, Trollhättan och i Vänersborg. Godsmängden sjövägen mellan Vänern och Trollhätte kanal har under de senaste tio år varit cirka 2 000 kton per år. Slussarna i Trollhätte kanal bedöms 2030 ha nått sin tekniska livslängd och nya slussar ska byggas. Föreliggande rapport berör driften av slussarna i Trollhättan stad.

Syftet med utredningen är att utreda påverkan av luftutsläpp från sjöfart i Trollhätte kanal för nuläget samt att bedöma om det föreligger risk för att miljökvalitetsnormerna för svaveldioxid (SO₂), PM10 (partiklar) eller kvävedioxid (NO₂) överskrids vid slussarna i Trollhättan.

Spridningsberäkningar har genomförts i modellverktyget ADMS. I utredningen ingår utsläpp från fartygsflottan i Trollhätte kanal.

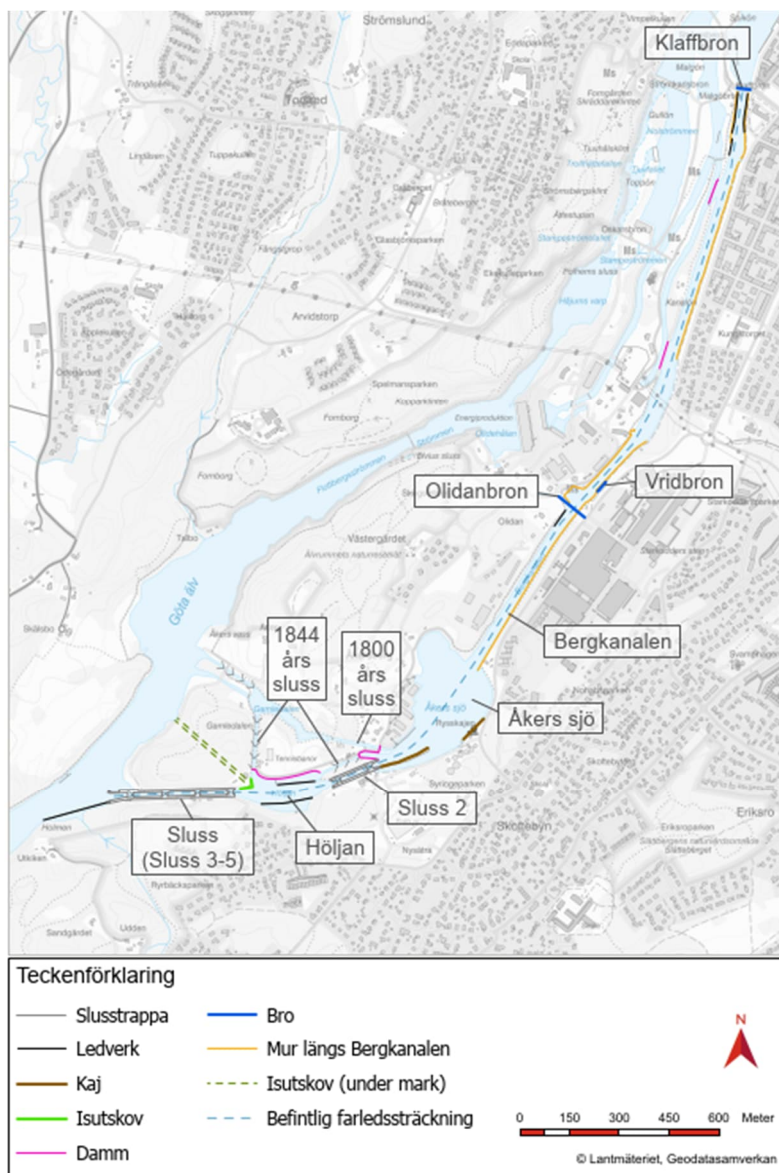
Spridningsberäkningarna för driftskedet visar att:

- Utsläppen av PM10 och SO₂ från driftskedet bedöms endast vara marginella och får en lite påverkan på totalhalten av dessa luftföroreningar.
- Haltbidraget av NO₂ från driftskedet är relativt litet och marginalen till bedömningsgrunderna är god.

2 Bakgrund och Syfte

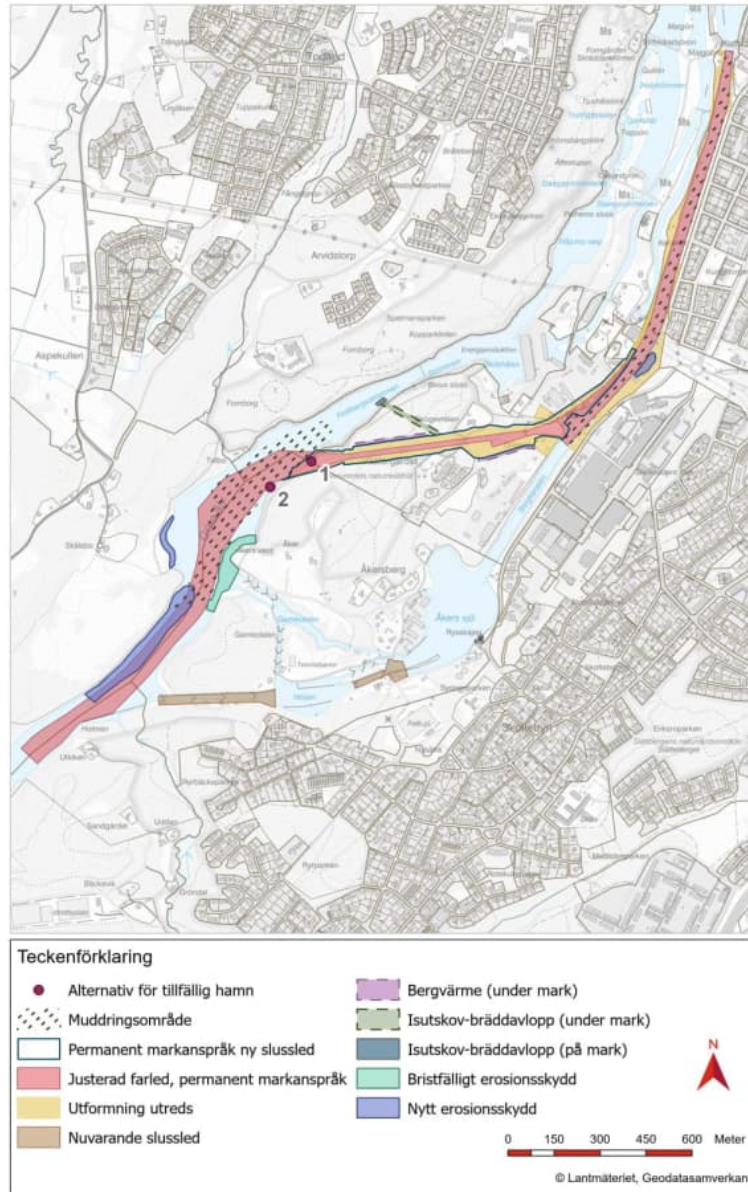
2.1 Utredningsområdet

Figur 1 visar befintlig slussled där farleden i södergående riktning passerar Bergkanalen öster om Västergårdet vidare till Åkers sjö till befintlig slusstrappa söder om Västergårdet.



Figur 1 Karta över befintligt slussområde

Figur 2 visar föreslagen lokalisering av en nya slussleden. Det utredda förslaget förelägger slusstrappan på Västergärdet och leden kommer att passera Västergärdet i östvästlig riktning i stället för igenom Bergkanalen. Efter slusstrappan går den nya farleden i nordsydlig riktning väster om Västergärdet.



Figur 2 kartbild som visar läget för den nya slussleden där den nya slusstrappan förläggs på Västergärdet.

2.2 Syfte

Syftet med föreliggande utredning är att beräkna utsläppen från sjöfarten i Trollhätte kanal för den nya placeringen av slussarna samt att bedöma om det föreligger risk för att gräns- och riktvärden för svaveldioxid (SO_2),

PM10 (partiklar) eller kvävedioxid (NO₂) överskrids vid slussarna i Trollhättan.

Utredningen av utsläpp från sjöfart i slussens driftskede har utförts genom att:

- Beräkna utsläppen av SO₂, NO_x och PM10 från fartygsflottan i Trollhätte kanal.
- Beräkna haltbidraget från sjöfartens utsläpp i den nya slussens närområde genom spridningsberäkningar.
- Utvärdera och bedöma beräknade halter mot befintliga miljökvalitetsnormer för utomhusluft, kommande miljökvalitetsnormer från 2030 samt miljökvalitetsmålet Frisk luft.

3 Bedömningsgrunder

3.1 Miljökvalitetsnormer

I samband med att Miljöbalken trädde i kraft den 1 januari 1999 infördes miljökvalitetsnormer som ett nytt styrmedel i svensk miljö rätt. Systemet med miljökvalitetsnormer regleras framför allt i Miljöbalkens 5:e kapitel. Till skillnad mot gränsvärden och riktvärden skall miljökvalitetsnormerna (MKN) enbart ta fasta på vad människan och naturen tål utan hänsyn till ekonomiska intressen eller tekniska förhållanden. En norm kan meddelas om det behövs för att i förebyggande syfte eller varaktigt skydda människors hälsa eller miljön. De kan även användas för att återställa redan uppkomna skador på miljön.

De miljökvalitetsnormer som först fastställdes i svensk lagstiftning behandlade högsta tillåtna halter i utomhusluft av svaveldioxid, kvävedioxid och bly (SFS 1998:897). Förordningen (SFS 2001:527) trädde i kraft den 19 juli 2001 och har uppdaterats vid ett antal tillfällen. Nu gäller Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477. Förordningen SFS 2019:1260 om ändring i SFS 2010:477 trädde i kraft den 1 januari 2020.

3.2 Miljökvalitetsmålet "Frisk luft"

En viktig utgångspunkt i arbetet med miljökonsekvensbeskrivningar är de nationella miljömålen. Sverige har 16 nationella miljömål. "Frisk luft" är ett av de 16 miljömålen. För att undvika att lämna över stora miljöproblem till kommande generationer skall miljömålen nås inom 20–25 år (en generation). Miljökvalitetsnormerna är ett av de verktyg som införts för att målen ska kunna uppfyllas. Miljömålet bör i ett generationsperspektiv innebära bland annat att halterna av luftföroreningar inte överskrider lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Riktvärdena ska sättas med hänsyn till personer med överkänslighet och astma.

3.3 MKN 2030

EU-parlamentet har den 14e oktober 2024 antagit ett förslag som innebär att skärpta EU-luftkvalitetsnormer ska införas 2030 i form av gränsvärden som ligger närmare världshälsoorganisationen WHO:s nya riktlinjer (WHO 2021). De nya normerna ska gälla från 1a januari 2030. Därför är det relevant att utvärdera beräknade halter även mot de nya miljökvalitetsnormerna.

Tabell 1 redovisar gällande miljö kvalitetsnormer, miljö kvalitetsmål samt nya miljö kvalitetsnormer från 2030, som används som bedömningsgrunder i föreliggande utredning för att utvärdera påverkan på luftkvaliteten från beräknade totalhalter från driftskedet.

Tabell 1. Miljö kvalitetsnormer (MKN), MKN 2030 samt miljö kvalitetsmål (MKM) för NO₂ (µg/m³), PM₁₀ (µg/m³) och SO₂ (µg/m³).

	MKN	MKM	MKN 2030	Anmärkning
Kvävedioxid (NO ₂)				
Årsmedelhalt (µg/m ³)	40	20	20	
98-percentil för dygn (µg/m ³)	60	-	-	Motsvarande antal tillåtna 7 dygns överskridande per kalenderår.
98-percentil för timme (µg/m ³)	90	60	-	Motsvarande antal tillåtna 175 timmar överskridande per kalenderår.
95-percentil för dygn (µg/m ³)	-	--	50	Motsvarande antal tillåtna 18 dygns överskridande per kalenderår
99,97-percentil för dygn (µg/m ³)			200	Motsvarande antal tillåtna 3 timmar överskridande per kalenderår
PM10				
Årsmedelhalt (µg/m ³)	40	15	20	

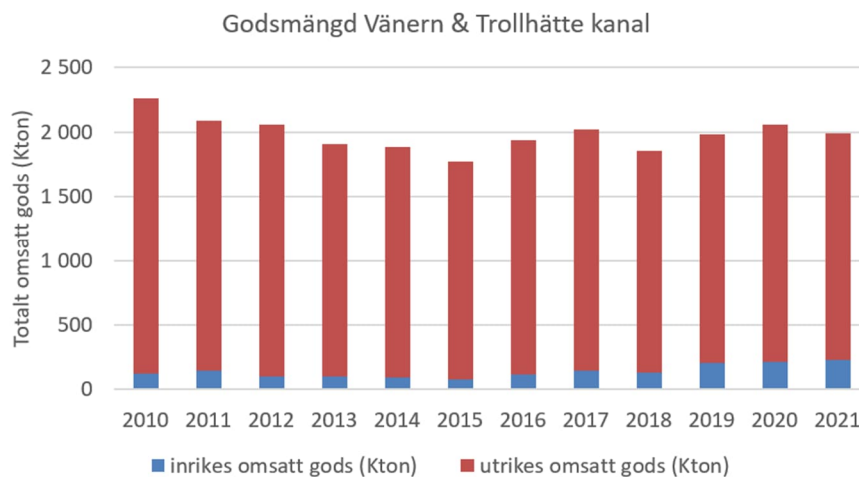
90-percentil för dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50	30		Motsvarande antal tillåtna 36 dygns överskridande per kalenderår
95-percentil för dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	45	Motsvarande antal tillåtna 18 dygns överskridande per kalenderår
SO ₂				
Årsmedelhalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			20	
99,97-percentil för timme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			350	motsvarande antal tillåtna 3 timmar överskridande per år.
95-percentil för dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			50	motsvarande antal tillåtna 18 dygns överskridande per kalenderår
98-percentil för dygn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100			motsvarande antal tillåtna 7 dygns överskridande per kalenderår
98-percentil för timme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200			motsvarande antal tillåtna 175 timmar överskridande per år.

4 Metodik

4.1 Utsläpp från sjöfart

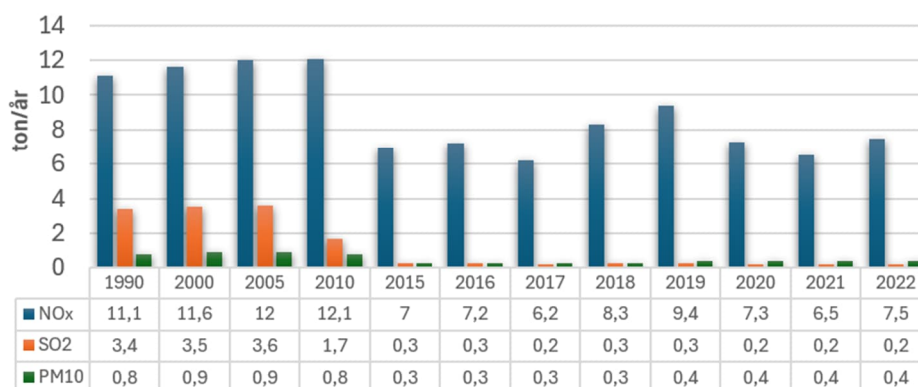
4.1.1 Emissioner från sjöfart i Trollhättans kommun

Sjöfarten är ett energieffektivt sätt att transportera gods. Godsmängden mellan Vänern och Trollhätte kanal ligger runt 2 000 kton/år under de senaste tio åren (Figur 3). Sjöfarten är också en av de största enskilda källorna till luftföroreningar, till exempel svaveloxider (SO_x), kväveoxider (NO_x) och partiklar (PM10), vilket har negativ påverkan på miljö och hälsa. Figur 2 visar utsläpp per år av NO_x, SO_x och PM10 i Trollhättans kommun från undersektorn "Inrikes civil sjöfart (inkl privata fritidsbåtar)" och "Utrikes sjöfart inom Sveriges gränser" baserade på SMHI:s Nationella Emissionsdatabas ([Nationella emissionsdatabasen \(smhi.se\)](https://emissionsdatabasen.smhi.se)). År 2022, uppgick utsläppen av NO_x, SO_x och PM10 från sjöfarten till 7,5 ton/år, 0,2 ton/år och 0,4 ton/år i Trollhättans kommun, vilket motsvarar 4%, 28% respektive 1% av de totala utsläppen från sektorn "Transporter" (inrikes och utrikes).



Figur 3 Godsmängd mellan Vänern & Trollhätte kanal från 2010–2021. (Sjöfartsverket)

Utsläpp från inrikes civil sjöfart och utrikes sjöfart inom Sveriges gränser i Trollhättans kommun



Figur 4 Emissioner av kväveoxider (NO_x), svaveldioxid (SO₂) och Partiklar (PM10) mellan 1990 och 2022 för sektor "Inrikes civil sjöfart (inkl privata fritidsbåtar)" och "Utrikes sjöfart inom Sveriges gränser" på Trollhättans kommun (SMHI Nationella Emissionsdatabasen).

4.1.2 Fartygsflottan vid slussen i Trollhättan

Under år 2020 trafikerades slussen av totalt 126 olika fartyg. Från helt skilda tidsepoker och med olika syfte, funktion och historia. Det finns tre huvudtyper av fartyg:

- Cargo: designade för att transportera olika typer av gods;
- Tanker: används för transport av flytande gods i bulkform, till exempel olja;
- Passagerarfärjor: ett fartyg med ett eller flera däck som är särskilt avsedda för persontransport men inte för fordon.

Tabell 2 visar antal passager för de tre huvudfartygstyperna som trafikerar slussen. Störst andel är av fartygstypen Cargo (lastfartyg) med 87,2 % av det totala antalet passager under 2020.

Tabell 2 Fartygsflottan vid slussarna i Trollhätte kanal under 2020

Typer	Antal passager	Andel (%)	Medelvärde av längd (meter)	Medelvärde av bredd (meter)	Max/medel hastighet (knop)
Cargo	954	87,2	83	12	14,7/8,6
Tank	138	12,6	86	14	16,1/9,6
Passagerarfärjor	2	0,2	51	9	10,9/7,0

4.1.3 Mest frekventa fartyg

Mest frekventa fartyg (fler än 40 passager) vid slussen i Lilla Edet under 2020 är Lexus, Aspen, Tidän, Naven, Skagern och Anita Hagedorn (Figur 5). Andelen passager från dessa sex fartyg motsvarar 28% av de totala passagererna. Tabell 3

visar byggår, bruttodräktighet, information om huvud- och hjälpmotor med mera för de mest frekventa fartyg, vilket har erhållits från personlig kontakt eller FleetMon (<https://www.fleetmon.com>).

Lexus (tank)



Aspen (cargo)



Tidan (cargo)



Naven (cargo)



Skagern (cargo)



Anita Hagedorn (cargo)



Figur 5. Mest frekventa fartyg (fler än 40 passager) i Trollhätte kanal, 2020.

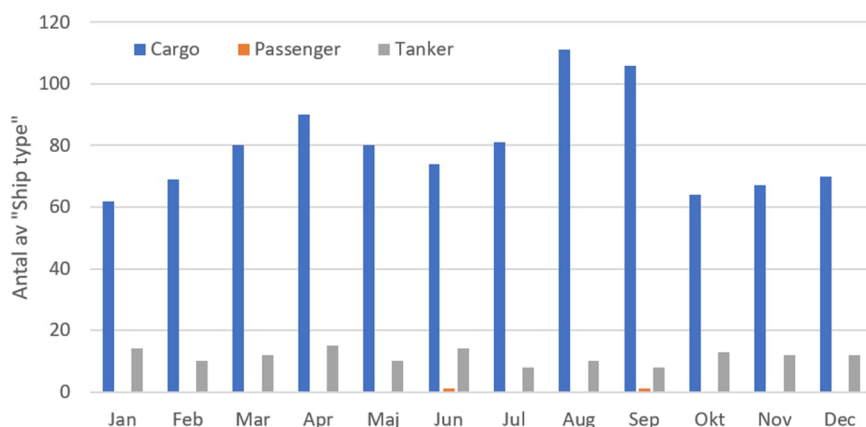
Tabell 3 Mest frekventa fartyg (>40 passager) i Trollhätte kanal, 2020.

Namn	Antal passager	Byggt år	Bruttodräktighet (kton)	Huvudmotor och styrka (kW)	Varvtal (RPM)	Hjälpmotor och styrka (kW)	Bränsletyp
LEXUS (tank)	63	2001	2947	MAN B&W Alpha 8L27/38, 2720 kW	800	2×Volvo Penta type TAMD 165 Each 400 kW	MDO
ASPEN (cargo)	61	2000	2301	MaK 6M25, 1800 kW	-	2 × MAN D2866E, 115 kW 2 × MAN D2866E, 110 kW	MGO
TIDAN (cargo)	50	1990	2250	Wartsile diesel engine, 1470 kW	750	140	MDO
NAVEN (cargo)	48	1991	2497	1690 kW	825	140	MDO
SKAGERNA (cargo)	48	2000	2301	MaK 6M25, 1980 kW	750	2 × MAN D2866E, 115 kW 2 × MAN D2866E, 110 kW	MGO
ANITA HAGEDORN (cargo)	40	1985	1741	MWM TBD 440–06 K, 441 kW	1000	-	-

4.1.4 Tidvariation

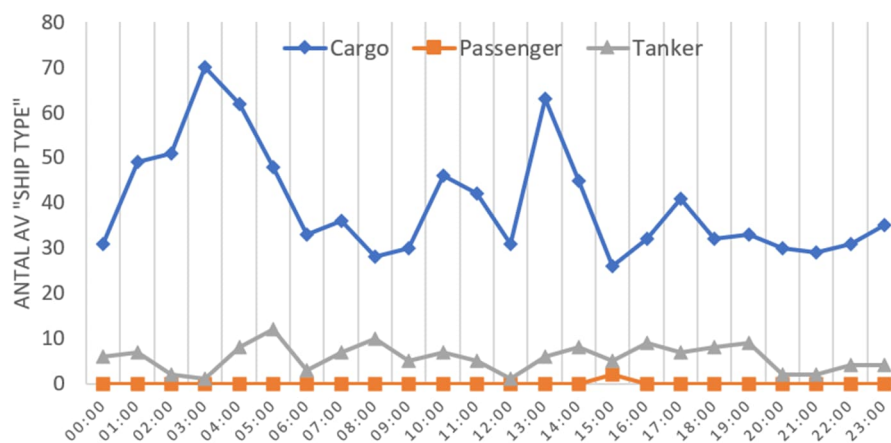
Månads- och dygnsvariationen för antalet passager har extraherats för de tre fartygstyperna vid slussen i Trollhättan, Lilla Edet och Vänersborg (Figur 6 och 7). Tidsserierna användes för att ta fram hur emissionerna varierar beroende på årstid och tid på dygnet. Den relativa emissionen beräknas genom att normera varje månads- eller timvärde med årsmedelvärde. Tidvariationen kan sedan användas under spridningsberäkningarna tillsammans med årsmedelvärdet för att på ett hanterbart sätt inkludera säsongs- och dygnsväxlingar i den totala fartygstrafiken.

Månadsvariation passager av fartyg



Figur 6 Månadsvariation av antal passager för fartygstyp "Cargo", "Tanker" och "Passenger" i Trollhätte kanal 2020.

Dygnsvariation passager av fartyg



Figur 7 Dygnsvariation av antal passage för fartygstyp "Cargo", "Tanker" och "Passenger" vid Trollhätte kanal 2020.

4.1.5 Faktorer som påverkar utsläpp från fartyg

Faktorer som påverkar förorenande utsläpp från fartyg kan vara motortyp, bränsletyp, fartygets driftsätt, motorns ålder och användning av teknik för utsläppsminskning (Cooper och Gustafsson, 2004). Vid beräkning av emissionsfaktorer för sjöfart, behövs kunskap om hur bränsleförbrukningen fördelas på olika motortyper och bränsletyper (Windmark med flera, 2017).

När det gäller antal och utsläppstorlek dominerar huvudmotor (ME) och hjälpmotorer (AE) med råge, följt av turbinmaskiner. I stället för storlek är huvud- och hjälp-dieselmotorer normalt indelade efter deras motorvarvtal vid vevaxeln som högt varvtal (HSD), medelvarvtal (MSD) och långsamt varvtal (SSD). För svensk inrikes sjöfart finns ett relativt stort inslag av färjor vilka typiskt har medelvarviga dieselmotorer (Segersson och Fridell, 2012).

Fartyg förbrukar en mängd olika bränslen som främst klassificeras efter deras viskositet, allt från "marina destillat (MD)" till tyngre "restoljor (RO)". Inom

destillatklassificeringen görs normalt ytterligare en uppdelning mellan marina gasoljor (MGO) och marina dieseloljor (MDO). Enligt Segersson och Fridell (2012) är den vanligaste kombinationen av motortyp respektive bränsle i svensk inrikes sjöfart MSD/RO med hänsyn till huvudmotorer och hjälpmotorer.

Vissa emissionsfaktorer är beroende av hur en motor körs och typen av fartygsdrift kommer att påverka kraven på motorn och därmed utsläppen. I allmänhet kan man identifiera tre fartygsdriftslägen: Cruise (när fartyget rör sig i stabil marschfart, ca. 80 % av maximal belastning från ME och AE-utsläpp är relativt obetydliga), Manövrering (när fartyget accelererar eller retarderar, ME-utsläppen dominerar men vid lägre och varierande belastningar) och vid kaj (när fartyget ligger still i hamn, ME är avstängda och utsläppen uppstår från AE vid ca. 50% av maximal belastning) (Cooper och Gustafsson, 2004).

I föreläggande utredning har relevant information (motortyp, hastighet, bränsle med mera) om 123 fartyg samlats. Fartygsflottan i Trollhättan domineras av mellanvarvig dieselmotor (MSD) med motorns varvtal 700–1000 rpm. Bränsletyp är en blandning av MGO, MDO och RO. Inom fartygsflottan i Trollhättan finns 10 fartyg från Thunbogagen med totalt 293 passager (27% av total passage) som använder MDO.

Tabell 4 listar antagandena om motortyp, bränsletyp samt utsläppeffekt från huvud- och hjälpmotor under tre driftlägen vid slussen i Trollhätte kanal.

Tabell 4 Faktorer som påverkar emissioner från fartyg.

Faktor	Division	Beskrivning	I denna studie
Motortyp	Huvudmotorerna (ME)	Att driva ett fartyg framåt.	Fördelning av motortyp/bränsletyp: MSD/MDO: 69% MSD/RO: 27% MSD/MGO: 4%
	Hjälpmotorerna (AE)	Att förse fartyget med elektricitet	
Bränsletyp	Marina destillat (MD)	Marina gasoljor (MGO) och Marina dieseloljor (MDO)	
	Residualoljor (RO)		
Driftläge	Cruise	När fartyget rör sig i stabil marschfart	ME-utsläppen: ca. 80% av den maximala belastningen; AE-utsläppen: 0% (obetydlig)
	Manövrering	När fartyget accelererar eller retarderar	ME-utsläppen: 20% av den maximala belastningen; AE-utsläppen: 80% av den maximala belastningen
	Vid kaj (slussen/hamn)	När fartyget ligger still i slussen	ME-utsläppen: 0% (avstängda); AE-utsläppen: 50% av maximal belastning

4.1.6 Emissionsberäkningar

SMED (2021) har uppdaterat historiska emissionsfaktorer för sjöfart avseende bättre metoder har utvecklats för att beskriva fördelning av motorer för fartyg i inrikes trafik. Emissionsfaktorerna per fartyg som används i den föreliggande utredning har uppskattats enligt fördelning av bränsletyp för fartygsflottan i Trollhätte kanal. Tabell 5 visar emissionsfaktorerna som har använts i utredningen för att beräkna utsläppen från fartygsflottan.

Tabell 5. Beräknad emissionsfaktor (g/GJ) för fartyg i Trollhätte kanal

År	SO ₂	NO _x	PM10
2030	14,0	783,2	42,3

4.2 Urban bakgrundshalt Trollhättan

För att en totalhalt av luftföroreningar i området ska kunna redovisas och utvärderas mot MKN och miljökvalitetsmål har en lokal urban bakgrundshalt lagts till de beräknade lokala bidragen från arbetsmaskiner och transporter. Den lokala urbana bakgrundshalten beskriver bidraget av luftföroreningar från de lokala utsläppskällor som inte finns med i beräkningen, såsom industrier och vägar utanför beräkningsområdet.

Det finns inte mätningar av urban bakgrundsluft i Trollhättan i närtid för NO₂, PM10 och SO₂. Urban bakgrundshalt därför har uppskattats genom att korrigera data från äldre mätningar genom att använda den årliga procentuella minskningen av årsmedelvärdet för urban bakgrund vid mätstation Femman i Göteborg. Tabell 6 visar uppskattad urban bakgrundshalt för år 2023, som används i denna studie för att beräkna totalhalten.

Tabell 6. Urban bakgrundshalt som årsmedelvärde vid Trollhättan som används för att beräkna totalhalten i föreliggande utredning.

	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)
Årsmedelvärde	6,1	1,0	10,2

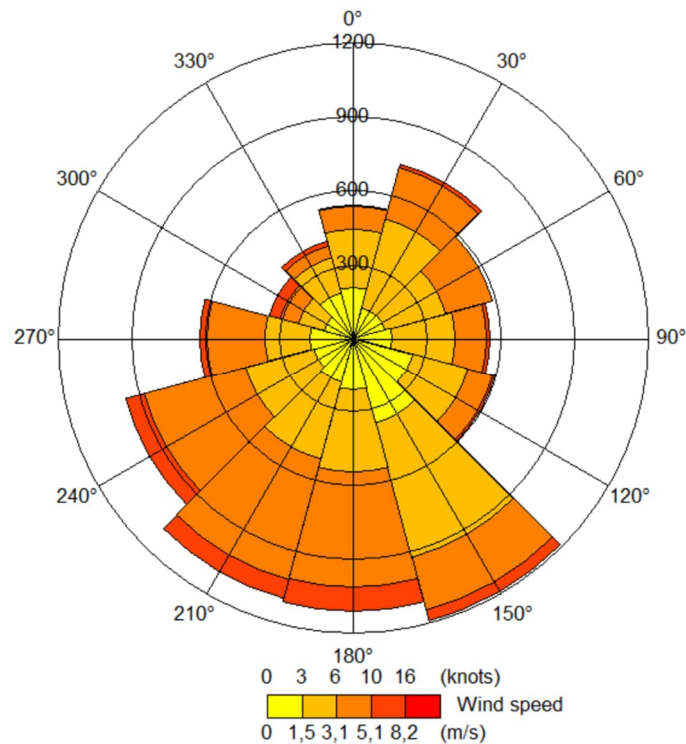
4.3 Spridningsmodell

För spridningsberäkningarna av sjöfart har en diagnostisk dispersionsmodell använts, ADMS-modellen (Atmospheric Dispersion Modelling System). Modellen används både för beräkning av industriutsläpp och i luftkvalitetsövervakningssyften i till exempel urbana

miljöer. Modellen inkluderar effekter av byggnader, topografi och kust/inlandseffekter samt viss kemi vid dispersions-beräkningar. Beräknade haltbidrag redovisas för en höjd 1,5 meter ovan mark för att representera andningshöjden.

För att kunna genomföra en bedömning av luftkvaliteten i närområdet beräknades spridningen för ett så kallat meteorologiskt typår. Ett typår är en sammansättning av månader från olika år som tillsammans bildar ett representativt år avseende typiska spridningsförutsättningar. Med en meteorologisk modell har lokala meteorologi som kan representera normal meteorologiska förhållande har räknats. Vindros (Figur 8) visar de dominerande vindarna från sydväst-sydöst med vindhastighet 1,5–5 m/s.

Vindros



Figur 8. Vindros vid Trollhättan som presenterar vindhastighet [m/s] och vindriktning [°] för ett normala meteorologiska förhållande.

4.4 Beräknat scenario

I detta scenario har utsläppen av NO_x, SO₂ och PM₁₀ från fartygsflottan i Trollhätte kanal beräknats. I medeltal passerar 3 fartyg per dygn kanalen, enligt tabell 1. Ett medelvärde över årets fartygspassager antas i dessa beräkningar.

Resultat från dessa beräkningar utvärderas års- och dygnsmedelvärden. Figur x visar den beräknade totalhalten av NO₂, PM10 och SO₂ från driftskedet. Totalhalten beräknas som fartygstrafikens haltbidrag plus den antagna bakgrundshalten.

Beräkningar har även genomförts för ett fall där ett fartyg förutsätts passera slussen varje timme. Resultaten utvärderas emot miljökvalitetsnormer för timmedelvärden. Syftet med dessa beräkningar är att utvärdera fartygsemissionerna under samtliga meteorologiska förhållanden för att utvärdera timmedelvärden i befintliga och nya miljökvalitetsnormer. Resultatet av beräkningarna får därmed ses som ett worst case-scenario.

5 Resultat

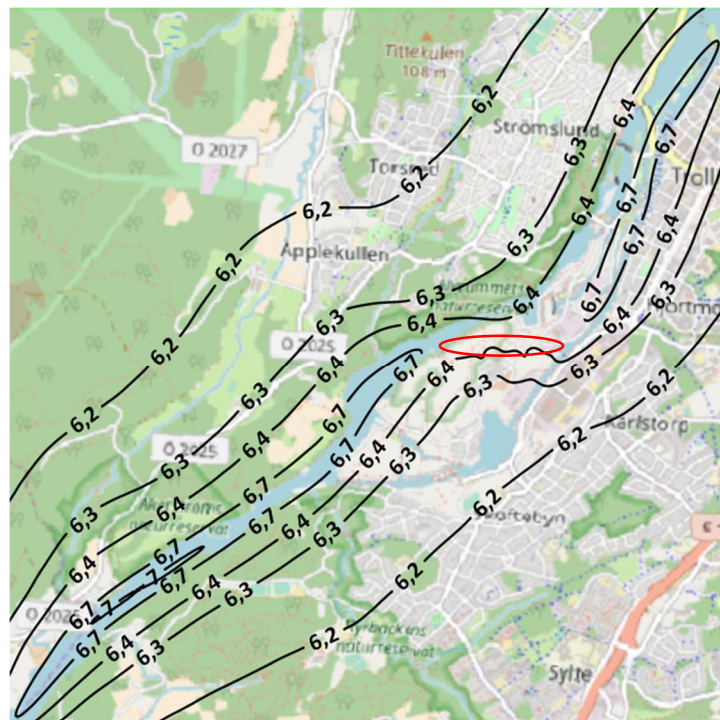
5.1 Kvävedioxid

Figur 9a visar spridningsberäkningar årsmedelvärdet av kvävedioxid i området runt de nya slussarna. De beräknade halterna är endast marginellt högre än bakgrundshalterna för hela det beräknade området. Påverkan på årsmedelvärdet av kvävedioxid från fartygstrafiken får därför anses vara liten. Gränsvärdet för samtliga bedömningsgrunder (befintliga MKN, MKN2030 och miljökvalitetsmålet) innehålls med god marginal.

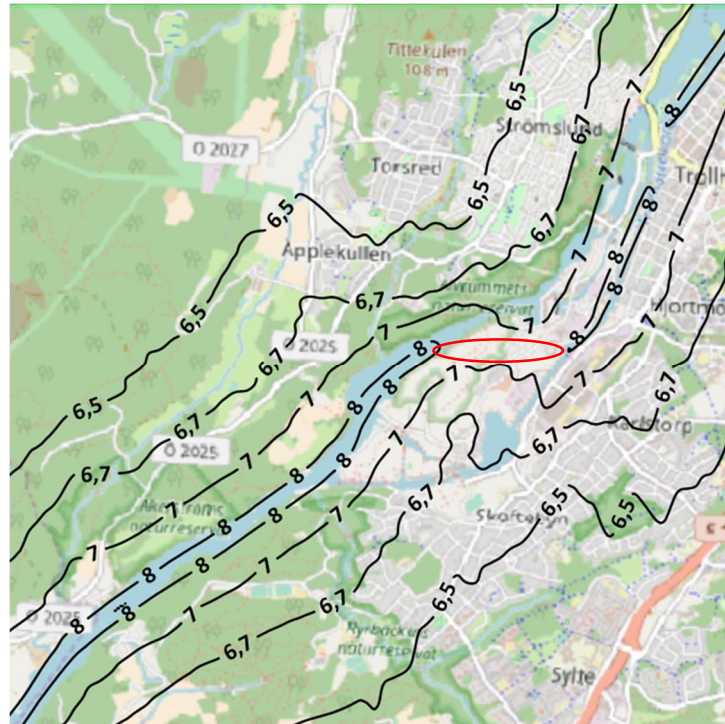
Figur 9b och 9c visar 98 respektive 95 percentilen av dygnsmedelvärdena av kvävedioxid för området runt den nya slussen. I båda fallen är de beräknade halterna endast marginellt högre än bakgrundshalten och gränsvärdet för samtliga bedömningsgrunder (befintliga MKN, MKN2030) innehålls med god marginal.

Figur 9d och 9e visar beräknade timmedelvärden som 98e percentilen respektive det tredje högsta värdet av timmedelvärdena. Även om halterna är högre än bakgrundshalten är marginalen god till samtliga bedömningsgrunder. I dessa beräkningar har antaganden gjorts ett fartyg i timmen passerar slustrappan. Detta är ett worst case – scenario för att simulera korttidspåverkan på den lokala luftkvaliteten under de sämsta tänkbara meteorologiska förhållandena.

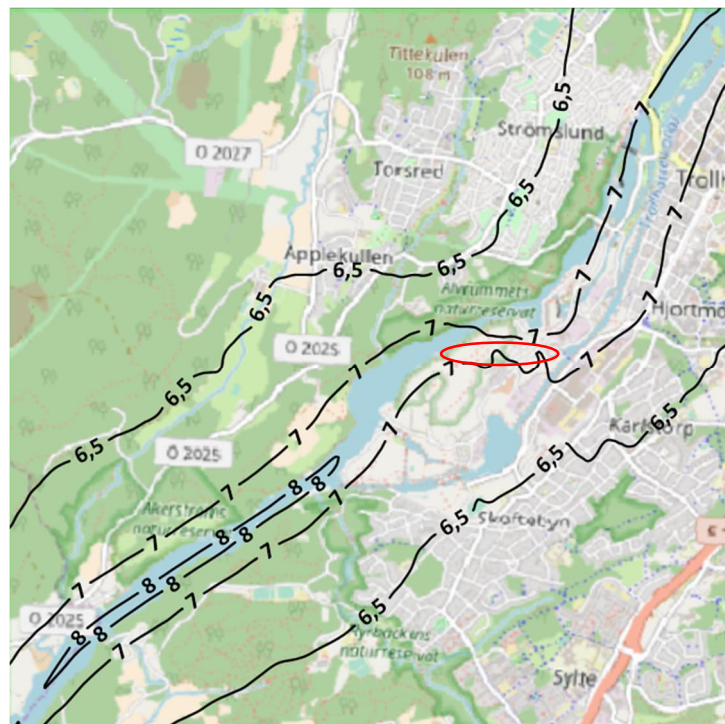
(a)



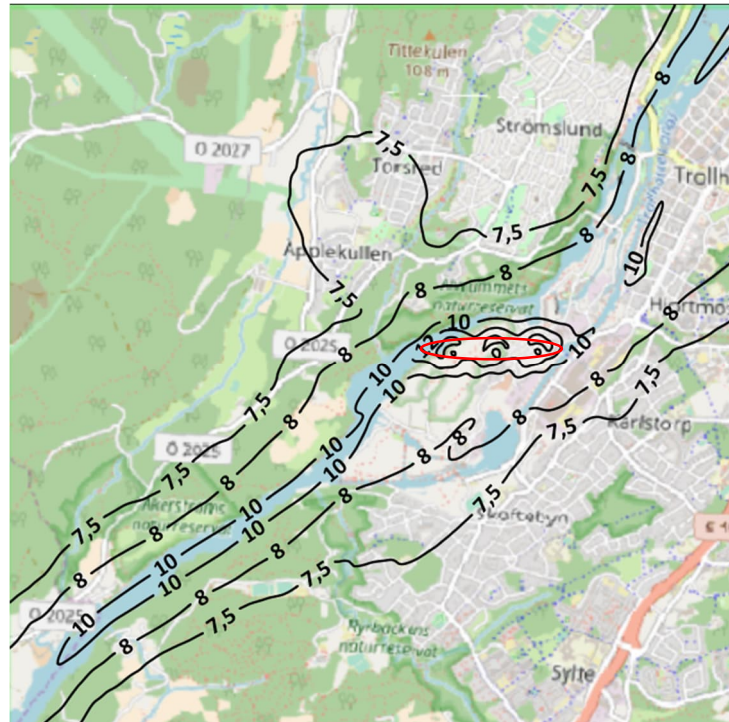
(b)



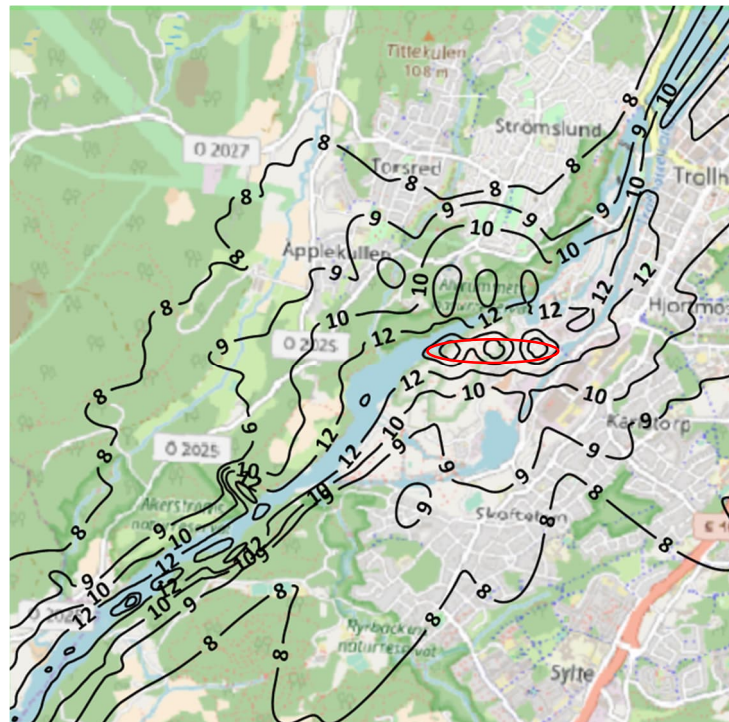
(c)



(d)



(e)



Figur 9 Totalhalten av NO_2 beräknat på markplan (1,5 meter ovan mark). (a) årsmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (b) 98-percentilen av dygnsmedelvärdena ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (c) 95-percentilen av dygnsmedelvärdena ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (d) 98-percentilen av timmedelvärdena som "worst-case" ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (e) Maximala timmedelvärden som "worst-case" ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); Befintliga miljö kvalitetsnormer är för års-, dygns- respektive timmedelvärdet (98-percentilen) 40, 60 respektive 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. MKN2030 är 20 (årsmedelvärdet) respektive 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (95-percentilen av dygnsmedelvärdena). Preciseringen av miljö kvalitetsmålet Frisk luft är 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmedelvärdet) respektive 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (98-percentilen av timmedelvärdena). Positionen för de nya slussarna är markerad med en röd ellips.

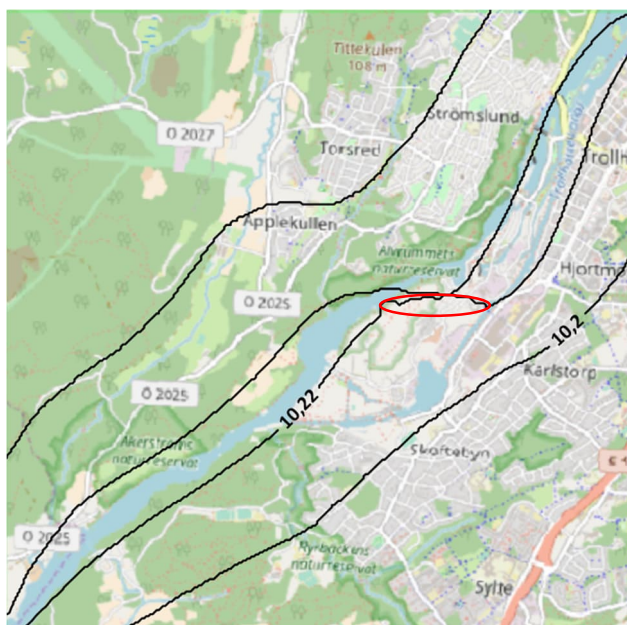
5.2 PM10

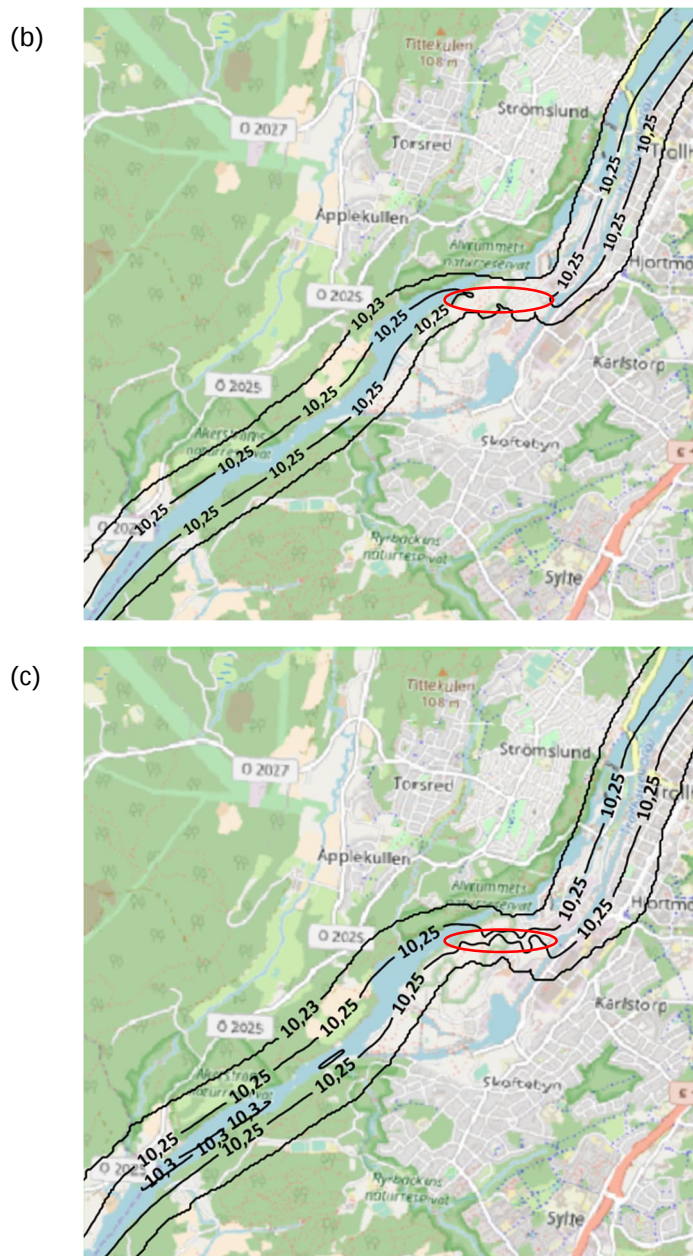
Figur 11 a-c visar spridningsberäkningar av PM10 för Scenario 1 driftskedet. Årsmedelvärdet av PM10 visas i figur 10 a, den beräknade totalhalten är endast marginellt högre än bakgrundshalten. Där med klaras samtliga bedömningsgrunder med god marginal.

Figur 11 b och c visar spridningsberäkningar av dygnsmedelvärden för PM10. De beräknade halterna är endast marginellt högre än bakgrundshalten och samtliga bedömningsgrunder (Befintlig MKN, MKN2030 och preciseringen av miljökvalitetsmålet) innehålls med god marginal.

Spridningsberäkningarna av PM10-utsläpp från fartygstrafiken visar att driftskedet av slussen endast får en marginell betydelse för PM-halten i utredningsområdet.

(a)





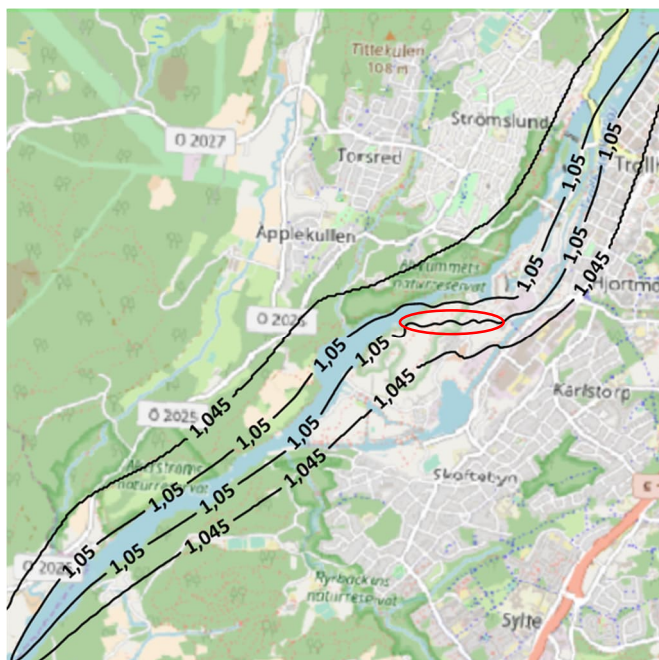
Figur 10 Totalhalten av PM10 beräknat på markplan (1,5 meter ovan mark), (a) årsmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (b) 90-percentilen av dygnsmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (c) 95-percentilen av dygnsmedelvärdena ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Miljökvalitetsnormerna är 40 (årsmedelvärde) respektive 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (90-percentilen av dygnsmedelvärdena). MKN2030 är 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmedelvärde) respektive 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (95-percentilen av dygnsmedelvärdena). Preciseringen av miljökvalitetsmålet Frisk luft är 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmedelvärde) respektive 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (90-percentilen av dygnsmedelvärdena). Positionen för de nya slussarna är markerad med en röd ellips.

5.3 Svaveldioxid (SO_2)

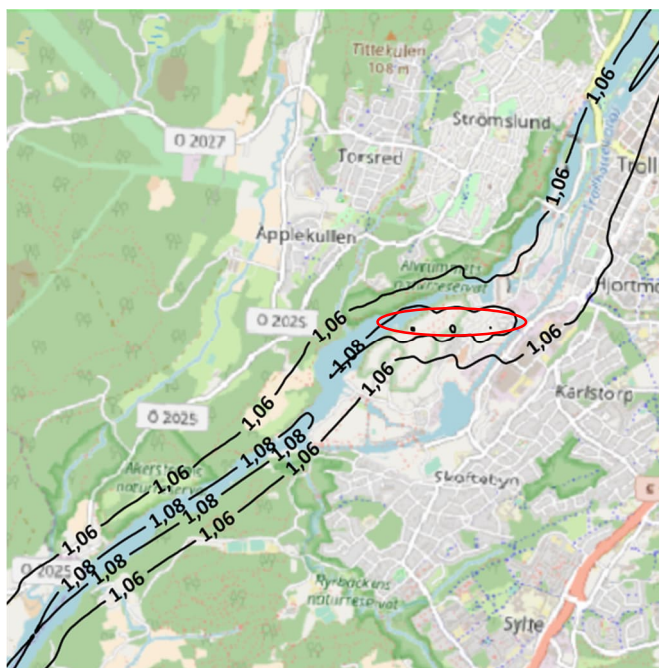
Figur 12 a-d visar spridningsberäkningar av svaveldioxid för driftskedet för de nya slussarna. För årsmedelvärde blir haltbidraget från sjöfarten så lågt att beräkningarna ej kan visas grafiskt. För samtliga beräknade medelvärden är haltbidraget från fartygstrafiken under driftskedet endast

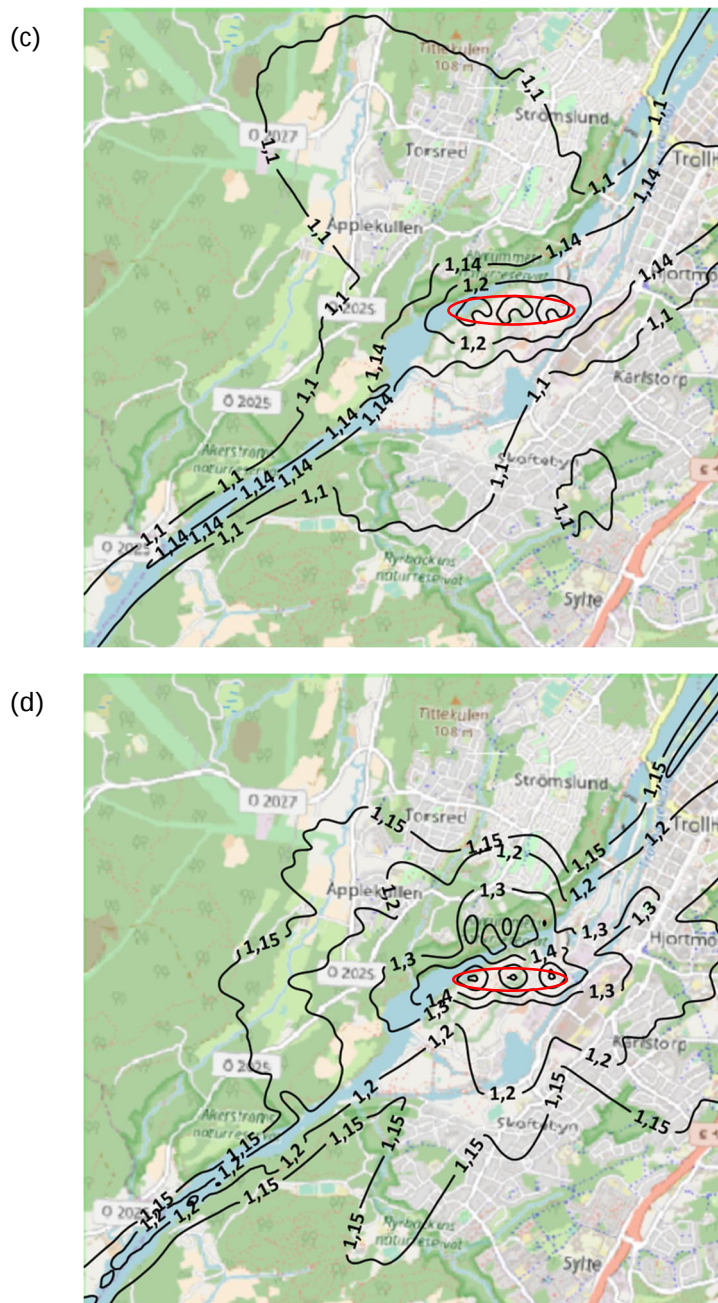
marginellt. Samtliga bedömningsgrunder innehålls med mycket god marginal. De nya slussarnas driftskede förväntas därmed få en endast marginell påverkan på svaveldioxidhalten i utredningsområdet.

(a)



(b)





Figur 11 Totalhalten av SO_2 beräknat på markplan (1,5 meter ovan mark), (a) 98-percentilen av dygnsmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (b) 95-percentilen av dygnsmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (c) 98-percentilen av timmedelvärdet som "worst-case" ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (d) Maximala av timmedelvärdena som "worst-case" ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Befintliga miljö kvalitetsnormer är 100 (98-percentilen av dygnsmedelvärdena) respektive 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (98-percentilen av timmedelvärdena). MKN2030 är 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmedelvärde) respektive 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (95-percentilen av dygnsmedelvärdena), respektive 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (99,97-percentilen av timmedelvärdena). Preciseringar av miljö kvalitetsmålet Frisk luft existerar inte för svaveldioxid. Positionen för de nya slussarna är markerad med en röd ellips.

5.4 Osäkerheter

Osäkerheter i modellberäkningar är från systematiska fel när indata är felaktiga eller när modellerna inte på ett korrekt sätt förmår att ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna (SLB 2017).

Spridningsmodellen kan inte hantera vegetation som till exempel träd. Vegetation av sannolikt en minskade effekt på halterna, därför överskattas förmodligen halterna som redovisas i utredningen eftersom det finns gott om vegetation mellan arbetsområdet och närmsta bostäder. Andra osäkerheter av större betydelse är uppskattningen av emissionsfaktorer för fartygsflottan och pråmar samt meteorologisk variation mellan beräkningsår.

6 Slutsats

Spridningsberäkningarna för driftskedet visar att:

- Utsläppen av PM₁₀ och SO₂ från driftskedet bedöms endast vara marginella och får en lite påverkan på totalhalten av dessa luftföroreningar.
- Haltbidraget av NO₂ från driftskedet är relativt litet och marginalen till bedömningsgrunderna är god.

7 Referenser

Cooper, D. och Gustafsson, T., 2004. Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors. SMED rapport Nr 4.

Segersson och Fridell 2012 – Uppdatering av typfartyg för svensk inrikes sjöfart, SMED rapport Nr 135 2012

SLB 2017. Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer. SLB 11:2017 ver2.

SMED 2021. Revised emission factors for shipping. SMED Report No 15, 2021.

WHO 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.

Windmark, F., Jakobsson, M., Segersson, D., 2017. Modellering av sjöfartens bränslestatistik med Shipair. SMHI rapport 2017–10.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

[trafikverket.se](https://www.trafikverket.se)