

Tillståndsansökan enligt Miljöbalken

PM Vattenkvalitet

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2025-10-09



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 4, 41101 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

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

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: PM Vattenkvalitet

Författare: Svensson, Erica

Dokumentdatum: 2025-10-09

Ärendenummer: TRV2022/121065

Kontaktperson: Hansson, Rolf

Filnamn: S.14+TK.N.A00-VFB.T.015

Rev.	Ändringen avser	Godkänd av	Ändringsdatum
A			
B			
C			

Innehåll

PM Vattenkvalitet	1
--------------------------------	----------

Innehåll	3
-----------------------	----------

1 Inledning.....	5
-------------------------	----------

1.1 Bakgrund	5
1.1.1 Trollhättan	5
1.2 Syfte	6
1.3 Mål	6
1.4 Förutsättningar och underlag	7
1.4.1 Göta älv	7
1.4.2 Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan	18

2 Påverkansfaktorer.....	24
---------------------------------	-----------

2.1 Muddring i farled.....	24
2.2 Breddning av Bergkanalen	31
2.3 Anläggning av tillfällig hamn	31
2.4 Anläggande av tillfälliga ledverk, spontkonstruktioner och pålbryggor för arbete i vatten	32
2.5 Anläggning av erosionsskydd	32
2.6 Utsläpp av dagvatten	32
2.7 Utsläpp av länshållningsvatten	33
2.8 Kvävespill vid bergsprängning	33
2.9 Kompensationsåtgärder	36
2.10 Förändrat flöde genom Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan	36

3 Effektbedömning.....	37
-------------------------------	-----------

3.1 Göta älv	37
3.1.1 Anläggningsskede	37
3.2 Driftskede	39
3.3 Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan	39
3.3.1 Anläggningsskede	39
3.3.2 Driftskede	40

4 Referenser	41
---------------------------	-----------

Bilagor

Bilaga 1 – Sammanställning ytvattenprovtagning vid Trollhättan

Bilaga 2 – Trollhättans new locks, modelling of sediment dispersion from construction activities

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Projektet Slussar Trollhätte kanal syftar till att säkra Vänersjöfartens framtid genom att skapa förutsättningar för fortsatt sjöfart. Projektet omfattar byggnation av nya slussar i Lilla Edet, Trollhättan och Vänersborg.

Trollhätte kanal är den allmänna farleden mellan Vänersborg och Göteborg. Av dess totala längd på cirka 82 km lång är cirka 10 km grävd och sprängd kanal, resterande del utgörs av en naturlig fåra i Göta älv. Idag finns sex slussar i stråket mellan Göteborg och Vänern, en i Brinkebergskulle, fyra i Trollhättan och en i Lilla Edet. Slussarna kompenserar för den nivåskillnad på 44 meter som råder mellan Vänern och Kattegatt. I stråket finns tretton broar som trafikeras under hela dygnet, året om. Tio av dessa broar är öppningsbara.

Befintliga slussar i Trollhätte kanal bedöms ha nått slutet av sin tekniska livslängd år 2030 och behöver därför förnyas i syfte att kunna upprätthålla farledens funktion för sjöfarten, samt en fullgod dammsäkerhet.

Nya slussar är en förutsättning för att kunna säkerställa det nuvarande och framtida behovet av sjötrafik, där vissa industrier är helt beroende av sjöfarten. De är också en nödvändighet för att kunna realisera sjöfartens potential i stråket och därigenom på sikt avlasta järnvägen och minska andelen transporter med lastbil. Nya slussar möjliggör en framtida kapacitetshöjning, genom att större fartyg kan trafikera kanalen. Detta bedöms ge minskade transportkostnader och därmed bättre förutsättningar för näringslivet i regionen. Nya slussar gynnar även båtutturen och den lokala turistnäringen.

1.1.1 Trollhättan

Den befintliga slussanläggningen i Trollhättan består av en slusstrappa med tre steg samt en enkel sluss högre upp i kanalen. Trollhättans översiktsplan från 2013 anger en ny sträckning för sluss och kanal söder om befintliga slussar.

Göta älv rinner genom en kanjon med branta sidor väster om Trollhättans stadskärna. Området kring kanalen har en stadsmässig karaktär med bebyggelse kopplad till sluss- och kanalverksamheten. Olidans kraftstation ligger i älvens fåra och tar upp en nivåskillnad på cirka 33 meter.

Planerade slussar i Trollhättan berör flera riksintressen, inklusive kulturmiljövård, naturvård, friluftsliv och kommunikation. Området kring Trollhättefallen vittnar om en lång kulturhistorisk utveckling med lämningar från olika tidsperioder, och slussområdet samt Bergkanalen är viktiga kulturmiljöer med flera byggnadsminnen och värdefulla byggnader. Det finns också flera äldre

slussanläggningar och andra fornlämningar i området. Naturreseervaten Ryrbäcken och Älvrummet är viktiga för bevarande av värdefulla skogsmiljöer och friluftsliv.

Området kring Trollhättan är ett riksintresse för friluftsliv med goda förutsättningar för berikande naturupplevelser, med flera vandringsleder, promenadstråk och utsiktsplatser. Trollhättans centrala delar ligger nära Bergkanalen och bostadsområdet Västergärdet ligger i direkt anslutning till utredningsområdet för de nya slussarna.

1.2 Syfte

Syftet med detta PM är att utreda hur planerad verksamhet inom projekt slussar i Trollhätte kanal, på delsträckan Trollhättan, påverkar vattenkvaliteten i berörda vattenmiljöer. PM:et utgör underlag till miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) tillhörande tillståndsansökan enligt miljöbalken i projektet Anläggande av slussar i Trollhättans stad, för avgränsning. PM:et beskriver rådande förutsättningar i samtliga berörda ytvatten. Vidare beskrivs påverkan och effekt som planerad verksamhet har på Göta älv, Bergkanalen, Åkers sjö och Höljans vattenkvalitet. Bedömningen av Göta älv avgränsas till dricksvattenkvalitet. Bedömning av påverkan och effekt på miljökvalitetsnormerna redovisas i PM Miljökvalitetsnormer för ytvatten (Bilaga C:7 till MKB).

1.3 Mål

Målet med PM:et är att bedöma vilken effekt planerad verksamhet har på Göta älvs dricksvattenkvalitet samt Bergkanalens, Åkers sjös och Höljans vattenkvalitet.

1.4 Förutsättningar och underlag

1.4.1 Göta älv

Göta älv löper från Vänern i norr till utloppet i Kattegatt vid Göteborg i söder, en sträcka på cirka 93 km med en fallhöjd på cirka 44 m. Vid Kungälv delar sig älven i två delar varav den norra delen kallas Nordre älv och den södra delen Göteborgsgrenen.

Göta älv är utpekad som vattenförekomst och omfattas av miljö kvalitetsnormer för ytvatten. Göta älv omfattas även av miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten, mer information finns i PM Miljö kvalitetsnormer för ytvatten (Bilaga C:7 till MKB).

Vattenkvaliteten har historisk varit god i Göta älv (Vänerns vattenvårdsförbund, 2024). Majoriteten av älvens flöde, cirka 93 procent, kommer från avrinningsområdet uppströms Vänern (Göta älvs vattenvårdsförbund, 2016). Vattenkvaliteten i Göta älv bedöms därmed vara stabil då Vänern, som är Sveriges största sjö, har en uppehållstid på cirka tio år. Vid Trollhättan har Göta älv en medelvattenföring på 543 m³/s (SMHI, 2024).

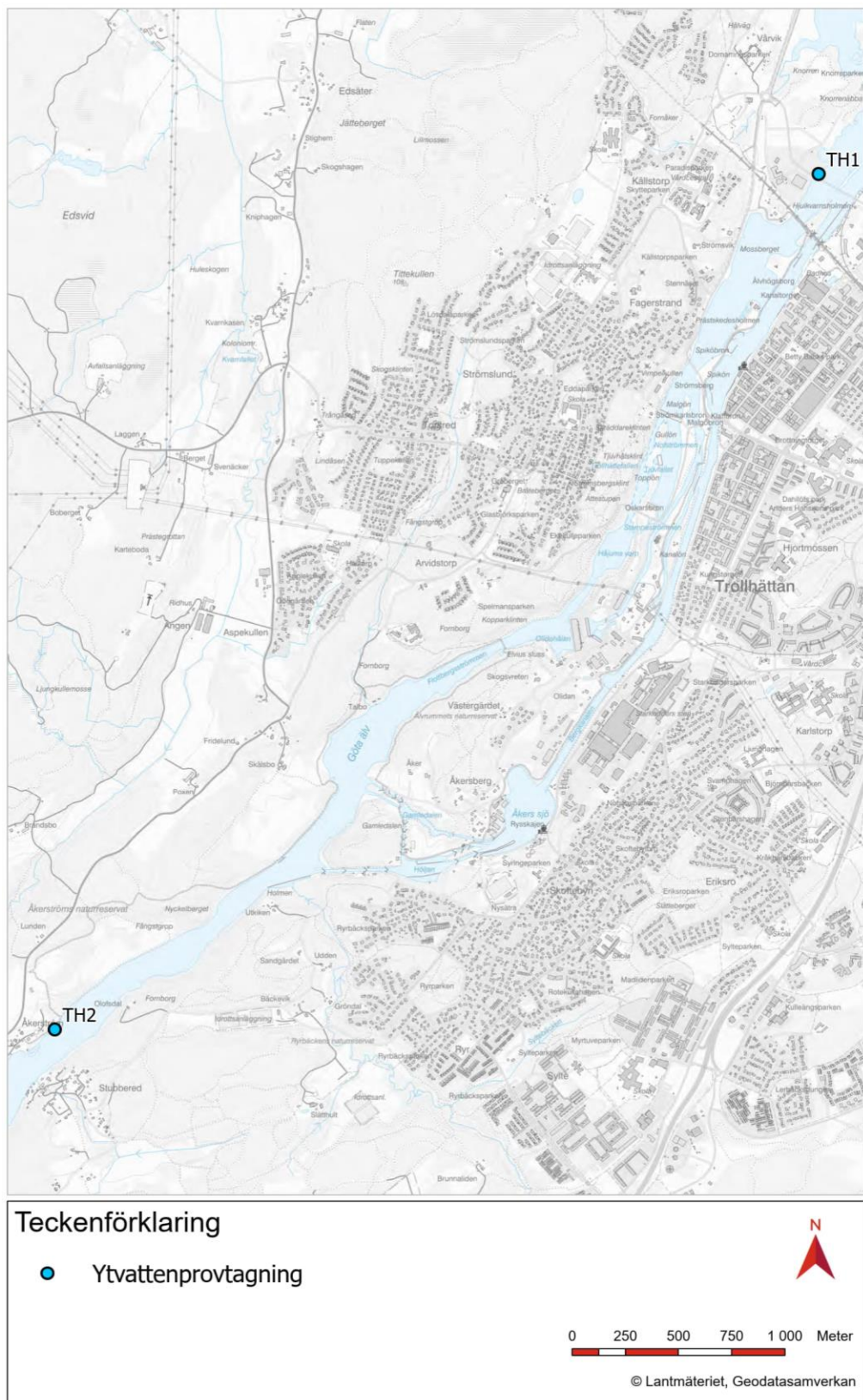
Göta älv är av högt värde för Västsverige och används för många ändamål så som kraftkälla och transportled (Göteborg stad, u.d.; Göta älv vattenvårdsförbund, 2018). Flera kommuner nedströms Vänern använder Göta älv för dricksvattenförsörjning, se kapitel 1.4.1.3.

1.4.1.1 Befintliga förhållanden i ytvatten

Bedömning av befintliga vattenkemiska förhållanden utgår i första hand från bedömningsgrunder och riktvärden redovisade i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift Klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25).

Inför planerad verksamhet har referensprovtagning av ytvatten genomförts inom projektet vid två stationer TH 1 (uppströms Trollhättan) och TH 2 (nedströms Trollhättan), se Figur 1 och Tabell 1. Provtagningen genomfördes en gång i månad under perioden januari 2024 till december 2024. Vid stationerna utfördes både yt- och bottenvattenprovtagning, 0,5 meter under vattenytan respektive 0,5 meter ovan botten. Analyserade parametrar redovisas i Tabell 2.

En sammanställning av all analysdata från referensprovtagningen redovisas i Bilaga 1 – Sammanställning ytvattenprovtagning vid Trollhättan.



Figur 1. Provpunkter i Göta älv som ingår i referensprovtagningen av ytvatten

Provtagning har utförts enligt Havs- och vattenmyndighetens anvisningar för vattenkemiska undersökningar i vattendrag (Havs- och Vattenmyndigheten, 2024).

Tabell 1. Provpunkter i Göta älv vid Trollhättan som ingått i projektets referensprovtagning.

Provpunkt	Koordinater		Provtagning
	<u>N</u>	<u>Ö</u>	
TH 1	6464680	341286	STK TH Referensprovtagning
TH 2	640820	337518	STK TH Referensprovtagning

Tabell 2. Analyserade parametrar vid TH 1 och TH 2 (y = ytvatten och b = bottenvatten). Samtliga parametrar analyserades inte vid alla provtagningstillfällen.

Provpunkt	Analyserade parametrar
TH 1y	Konduktivitet, pH, turbiditet, suspenderat material, TOC, totalkväve, totalfosfor, ammoniumkväve (NH ₄ -N), nitratkväve (NO ₃ -N), nitritkväve (NO ₂ -N), summa nitrit- och nitratkväve (NO ₂ -N och NO ₃ -N), fosfatfosfor (PO ₄ -P), arsenik, barium, krom, zink, kadmium, kobolt, koppar, bly, nickel, vanadin, strontium, uran, kvicksilver och PAH-Rec (låga halter)
TH 1b	Turbiditet och suspenderat material
TH 2y	Konduktivitet, pH, turbiditet, suspenderat material, TOC, totalkväve, totalfosfor, ammoniumkväve (NH ₄ -N), nitratkväve (NO ₃ -N), nitritkväve (NO ₂ -N), summa nitrit- och nitratkväve (NO ₂ -N och NO ₃ -N), fosfatfosfor (PO ₄ -P), arsenik, barium, krom, zink, kadmium, kobolt, koppar, bly, nickel, vanadin, strontium, uran, kvicksilver och PAH-Rec (låga halter)
TH 2b	Turbiditet och suspenderat material

Vid Åkerström i Göta älv, i närheten av TH2 genomfördes onlinemätning under perioden 2024 - 2025. Det är en fast station som utför kontinuerlig mätning (varje timme) av ett begränsat antal parametrar bland annat turbiditet, se Figur 5.

För att beskriva av befintliga förutsättningar hämtas även underlag från SLU:s miljödatabas, Miljödata MVM (2025) och Göta älvs vattenvårdsförbund (2023). Det finns ett antal provpunkter där flerårig provtagning har genomförts under åren 2019 till 2024 i närheten av planerad verksamhet, se Tabell 3.

Tabell 3. Provpunkter i Göta älv år 2019–2024 (SLU , 2025; Göta älv vattenvårdsförbund, 2023).

Provpunkt	Koordinater		Provtagning
Göta älv, Trollhättan	6463558	340767	Nationell miljöövervakning (MVM)
Trollhättan FM	-	-	Göta älv vattenvårdsförbunds provtagning

I Tabell 4 redovisas analyserade parametrar som ingår i HVMFS 2019:25. Redovisade är beräknade medelvärden (totalhalt). Vid behov redovisas även maximalt uppmätt koncentration samt beräknad biotillgänglig halt för perioden 2019–2024. I beräkningen av medelvärde har halva rapporteringsgränsen använts om analysen rapporteringsgränsen understigs, vilket är i linje med Vattenmyndighetens riktlinjer för statusklassificering av miljögifter (Vattenmyndigheterna i Sveriges fem vattendistrikt, 2019).

Endast ett ämne, benso(a)pyren, beräknas överstiger sitt gränsvärde för årsmedelvärde i HVMFS 2019:25, se Tabell 4. Notera att samtliga analyser av ämnet understiger angiven rapporteringsgräns och halva gränsvärdet har använts vid beräkning av medelvärde. Rapporteringsgränsen är högt i förhållande till parameterns gränsvärde i HVMFS 2019:25, vilket leder till att medelvärdet överstiger årsmedelvärdet. Två stationer högsta uppmätta halter av bly tangerar gränsvärdet för maximalt tillåten koncentration i HVMFS 2019:25.

Metallanalyserna har utförts på ofiltrerade prov, vilket ger en något högre halt jämfört med om proven hade varit filtrerade. Bedömningsgrund och gränsvärde i HVMFS 2019:25 avser filtrerade halter och därför bör angivna halter ses som något överskattade vid jämförelse, trots detta understiger samtliga metaller sina bedömningsgrunder och gränsvärden.

Tabell 4. Beräknade medelvärde (år 2019–2024) och högsta uppmätta halt (understruket). Bedömningsgrund/gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration från HVMFS 2019:25 redovisas, maximalt tillåten koncentration visas i parentes om både årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration finns. Biotillgänglig halt visas med fet och kursiv text.

Parameter (µg/l)	TH 1y	TH 2y	Göta älv, Trollhättan	Trollhättan FM	HVMFS 2019:25
Ammoniak (NH ₃ -N)	0,042 ¹ (<u>0,11¹</u>)	0,078 ¹ (<u>0,15¹</u>)	0,039 ¹ (<u>0,36¹</u>)	0,038 ¹ (<u>0,35¹</u>)	1 (<u>6,8</u>)
Antracen	0,0018 ⁴ (<u>0,007⁴</u>)	0,0025 ⁴ (<u>0,010⁴</u>)	-	-	0,1 (<u>0,1</u>)
Arsenik	0,18 ² (<u>0,22²</u>)	0,19 ² (<u>0,22²</u>)	0,19 ² (<u>0,24²</u>)	0,19 ² (<u>0,24²</u>)	0,5 (<u>7,9</u>)
Benso(a)pyren	0,00057⁴ (<u>0,0010⁴</u>)	0,00067⁴ (<u>0,0015⁴</u>)	-	-	0,00017 (<u>0,27</u>)
Benso(b)fluoranten	<u>0,00050⁴</u>	<u>0,00058⁴</u>	-	-	<u>0,017</u>
Benso(g,h,i)perylene	<u>0,0010⁴</u>	<u>0,00050⁴</u>	-	-	<u>0,0082</u>
Benso(k)fluoranten	<u>0,00050⁴</u>	<u>0,00050⁴</u>	-	-	<u>0,017</u>
Bly	0,11 ³ (<u>0,19³</u>)	0,14 ³ (<u>0,23³</u>)	0,41 ³ (<u>14</u>)	0,34 ³ (<u>14</u>)	1,2 (<u>14</u>)
Fluoranten	0,0024 ⁴ (<u>0,011⁴</u>)	0,0033 (<u>0,0093</u>)	-	-	0,0063 (<u>0,12</u>)
Kadmium	0,0042	0,0055	0,0054	0,0056 ⁴	≤ 0,08 – 0,255
Koppar	0,050	0,060	0,090	0,060	0,5
Krom	0,25	0,29	0,20	0,21	3,4
Kviksilver	<u>0,0025⁴</u>	<u>0,0025⁴</u>	<u>0,0014⁴</u>	<u>0,0012</u>	<u>0,07</u>
Naftalen	0,0050 (<u>0,0088</u>)	0,035 (<u>0,17</u>)	-	-	2 (<u>130</u>)
Nickel	0,60 ³ (<u>1,2³</u>)	0,64 ³ (<u>1,2³</u>)	0,57 ³ (<u>1,9³</u>)	0,70 ³ (<u>4,7³</u>)	4 (<u>34</u>)
Nitrat (NO ₃ -N)	372 (<u>440</u>)	375 (<u>450</u>)	-	-	2200 (<u>11 000</u>)
Uran	0,13 ² (<u>0,21²</u>)	0,15 ² (<u>0,19²</u>)	0,11 ² (<u>0,16²</u>)	-	0,17 (<u>8,6</u>)
Zink	1,7 ^{2,3}	5,9 ^{2,3} (2,7)	1,8 ^{2,3}	1,8 ^{2,3}	5,5

¹ Beräknad enligt HVMFS 2019:25, med stödparametrar ammoniumkväve, pH och vattentemperatur. Saknas temperatur används underlag från övriga stationer

² Redovisade halter från Göta älv är inte justerade mot bakgrundshalt eftersom redovisad halten understiger bedömningsgrund/gränsvärde.

³ Redovisade halter avser totalhalt. Biotillgänglig halt beräknas inte eftersom totalhalten understiger bedömningsgrund/gränsvärde.

⁴ Samtliga eller majoriteten av proven understiger analysens rapporteringsgräns varvid halva rapporteringsgränsen har använts.

Suspenderat material och turbiditet har även ingått i projektets referensprovtagning. Parametrarna ingår inte i HVMFS 2019:25 men bedöms relevanta att inkludera i påverkansbedömningen då planerad verksamhet kommer ge upphov till grumling.

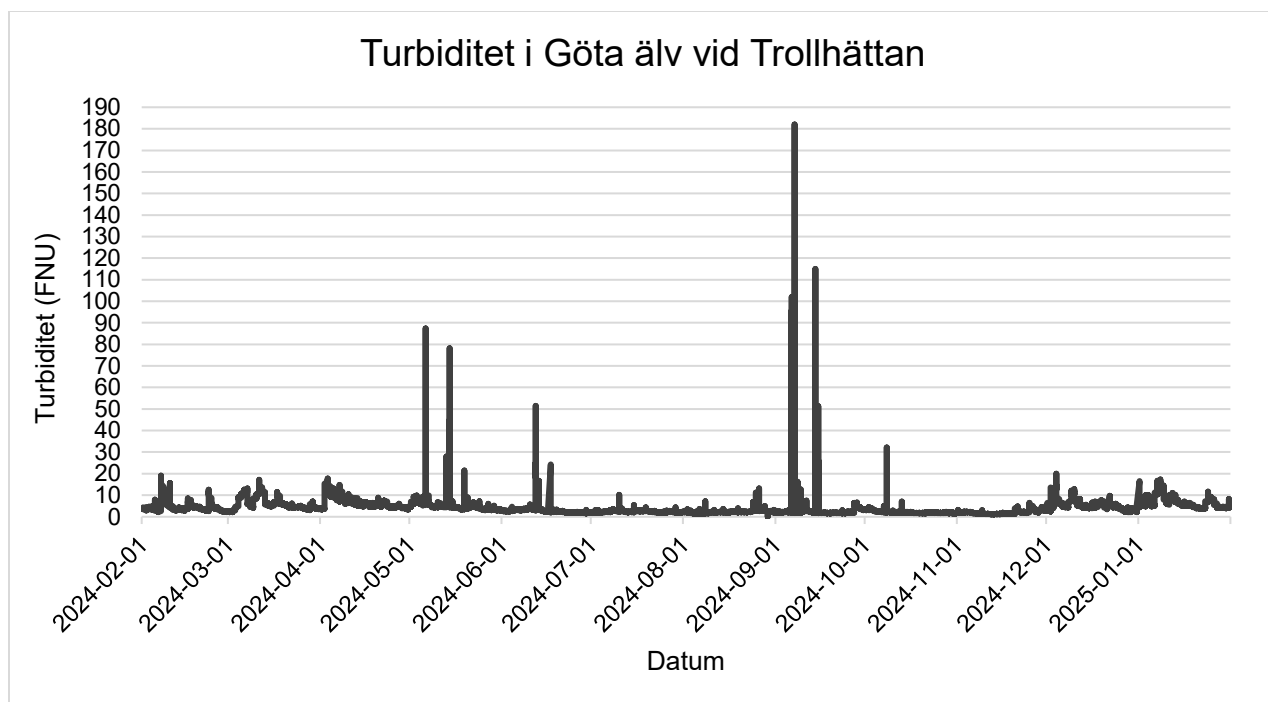
Begreppen suspenderade ämnen och turbiditet används ofta synonymt. Turbiditet visar förekomsten av partiklar indirekt genom deras optiska egenskaper, medan provtagning av suspenderat material kvantifierar massan av partiklarna. Att mäta turbiditet är därför ofta ett surrogat till att mäta halter av suspenderat material (Karlsson, et al., 2020). Halt suspenderat material kan även beräknas från uppmätt turbiditet. Det finns en korrelation mellan parametrarna. Korrelationen är dock inte konstant utan varierar beroende på flera faktorer, så som turbulens och partikelsammansättning. Platsspecifik korrelation kan beräknas med hjälp av uppmätt halt suspenderat material och turbiditet.

Suspenderat material och turbiditet har ingått i projektets referensprovtagning. I Tabell 5 redovisas beräknade medelvärde för båda parametrarna för berörda provtagningspunkter. Halt suspenderat material jämförs med gränsvärde för ”uppslammade fasta substanser” angivet för laxfiskvatten i förordning (2001:554) om miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten. Beräknat medelvärde överstiger inte riktvärdet.

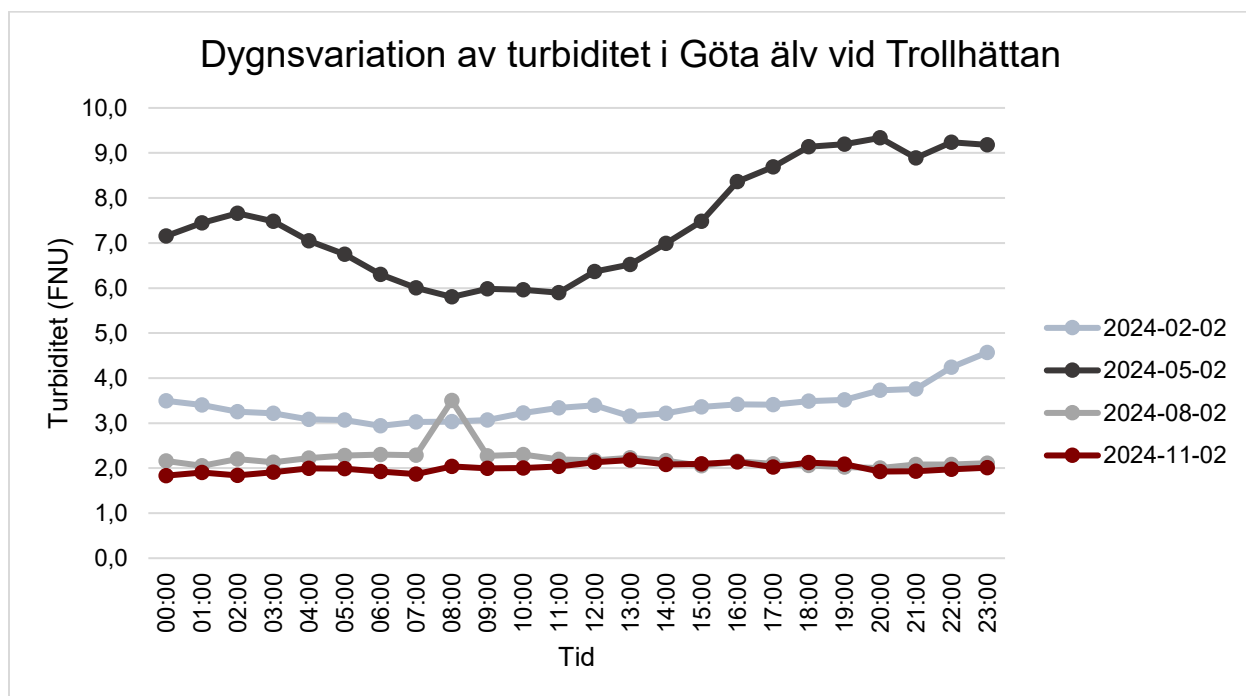
Tabell 5. Medelhalt av suspenderade ämnen och turbiditet. I sista kolumnen redovisas riktvärde för suspenderat material (”uppslammade fasta substanser”) i förordning 2001:554 om miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten. y = ytvattenprov, b = bottenvattenprov

Parameter	Enhet	TH 1y	TH 1b	TH 2y	TH 2b	Trollhättan FM	Riktvärde, förordning 2001:554
Suspenderat material	mg/l	3,3	4,7	3,3	3,5	-	25
Turbiditet	FNU	2,9	3,0	3,2	3,0	3,6	-

Ytterligare mätning av turbiditet utfördes vid en fast ”online”-station vid Åkerström, se Figur 2. Onlinemätning utfördes varje timme under mätperioden, vilket resulterat i ett omfattande och detaljerat underlag. De höga topparna i Figur 2 bedöms möjligtvis vara till följd av passage av båtar. Turbiditeten i Göta älv kan även till viss del variera under ett dygn, för exempel se Figur 3.



Figur 2. Turbiditet i Göta älv under perioden februari 2024 – januari 2025 vid provpunkten Åkerström (timvisprovtagning).



Figur 3. Dygnsvariation av turbiditet för fyra dagar under februari, maj, augusti och november (timvisprovtagning).

Turbiditet redovisad i Figur 2 kan omvandlas till suspenderat material med hjälp den lokala korrelationen mellan parametrarna. Den korrelationen beräknas med hjälp av med underlag från referensprovtagningen, mätvärden ligger mellan 1,0 – 16,0 mg/l (suspenderat material) och 1,0 – 7,6 FNU (turbiditet). Utifrån detta så beräknas turbiditet i medel ligga en faktor 0,8 – 1,1 högre än halten suspenderat material i Göta älv vid Trollhättan. I Tabell 6 redovisas en sammanställning över uppmätt turbiditet vid ”online”-stationen tillsammans med beräknad halt suspenderat material. Beräkningen har utgått från den högsta beräknade faktor (1,1). Den faktorn är beräknad från provtagning vid TH 2, vilket är samma lokal som ”online”-stationen. Inget medelvärde av suspenderat material beräknas överstiga gränsvärdet, 25 mg/l.

Tabell 6. Månadsmedelvärde för turbiditet och suspenderat material under perioden februari 2024 till 2025 januari. Halt suspenderat material har beräknat med uppmätt turbiditet omvandlingsfaktor 1,1.

Månad	Turbiditet (FNU)	Beräknad halt suspenderat material (mg/l)
Februari, 2024	4,59	5,04
Mars, 2024	6,14	6,75
April, 2024	6,77	7,45
Maj, 2024	5,33	5,87
Juni, 2024	2,92	3,21
Juli, 2024	2,44	2,68
Augusti, 2024	2,40	2,64
September, 2024	3,85	4,23
Oktober, 2024	2,18	2,40
November, 2024	2,07	2,27
December, 2024	5,31	5,84
Januari, 2025	6,68	7,35

1.4.1.2 Befintliga förhållanden i sediment

Inför planerad verksamhet har referensprovtagning av sediment utförts. Sedimentprovtagning genomfördes under år 2024 i Göta älv, se Figur 4. Provtagningen utfördes huvudsakligen där muddring eller andra grumlande arbete planeras. Totalt har 86 prover, från 41 provpunkter och sedimentdjup, analyserats. Proven analyserades med avseende på bland annat metaller, uran, PAH, PCB, PFAS, dioxiner och bekämpningsmedel. Samtliga analyser samt en mer ingående beskrivning av genomförandet och en resultatsammanställning visas i PM Sediment (Bilaga C:5 till MKB).

Bottnar kan generellt delas in i tre olika typer; ackumulationsbottnar, erosionsbottnar och transportbottnar. Förenklat är ackumulationsbottnar ytor där material tillförs, erosionsbottnar

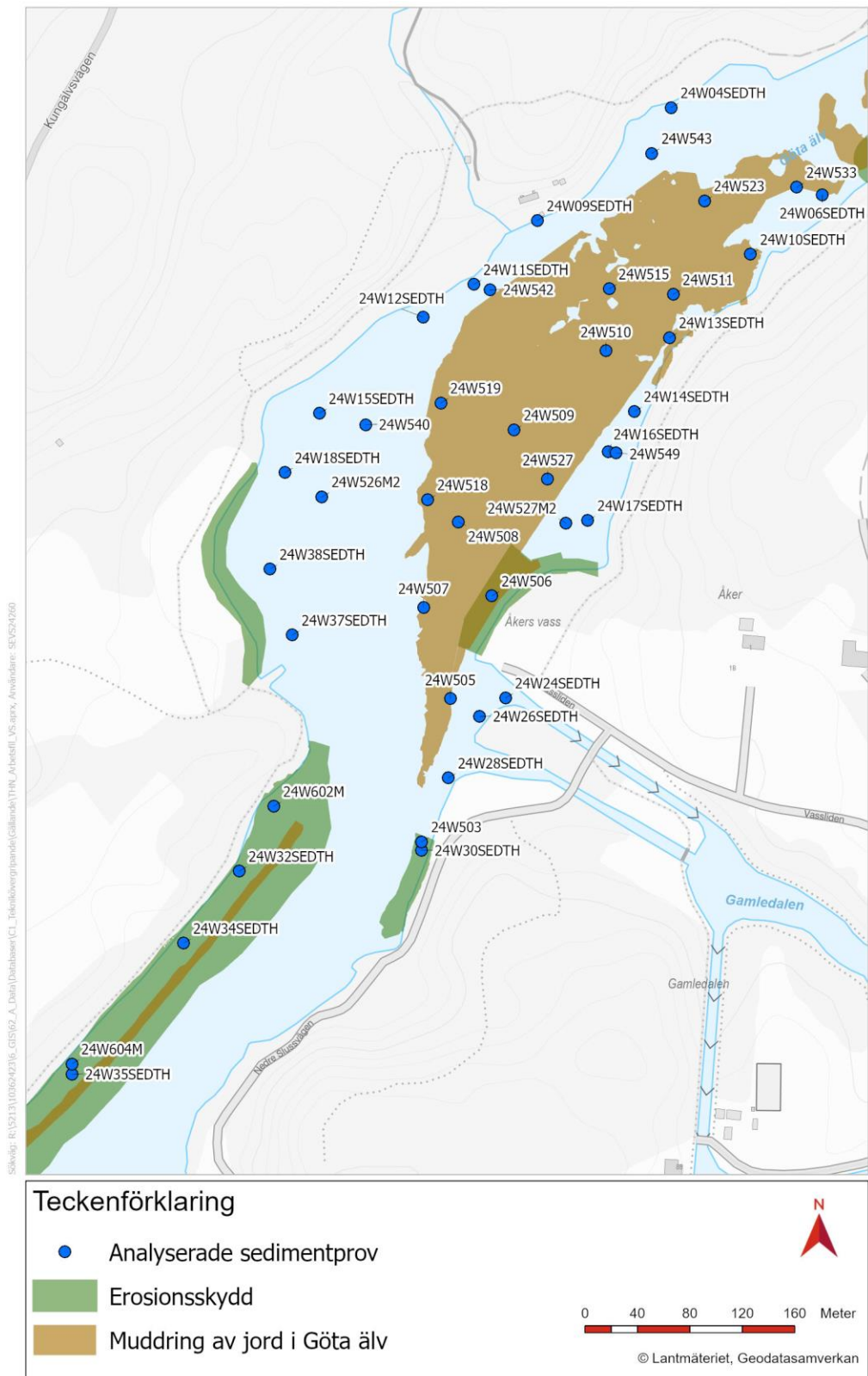
ytor där bottenmaterial över tid transporteras bort och transportbottnar ytor där ungefär lika mycket material som tillförs även transporteras bort (SGU, 2021). Föroreningar ansamlas generellt i ackumulationsbottnar. Sedimentprovtagningen inom projektet visar att berört område sannolikt främst utgörs av erosionsbotten med inslag av transportbotten med eventuella inslag av ackumulationsområden, se PM Sediment (Bilaga C:5 till MKB). Analyserade sedimentprov visar på mycket låga andelar TOC. I 94 procent av proverna är andelen TOC under en procent eller under rapporteringsgränsen för TOC.

Sex av de analyserade ämnen, antracen, bly, fluoranten, kadmium, koppar och tributyltenn, har bedömningsgrunder eller gränsvärden i HVMFS 2019:25. Uppmätta halter som jämförs med HVMFS 2019:25 ska ha provtagits i ackumulationsbottnar (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Vidare avser bedömningsgrunder och gränsvärde i HVMFS 2019:25 en halt på fem procent organiskt kol (TOC), undantaget bly och kadmium. För halter i sediment med avvikande TOC-halt ska kunna jämföras med bedömningsgrunder eller gränsvärde i HVMFS 2019:25 sker vanligtvis en normalisering av halterna utifrån TOC i sedimentprov. En normalisering när halten TOC är under en procent ökar dock de normaliserade halterna till den grad att det inte när representativt för ekologisk risk i relation till halterna. Av den anledningen har uppmätta värden inte normaliserats mot fem procent TOC. Trots att det inte råder ackumulationsförhållanden, vid de provtagna punkterna görs en redovisning av relationen mellan analysresultaten och bedömningsgrunderna i HVMFS 2019:25. I de fall ett prov underskrider rapporteringsgränsen för en analys, har rapporteringsgränsen ansatts som värde för att visa på en teoretiskt högsta halt.

Sedimentproverna visar över lag låga föroreningsnivåer. Halterna av bly, fluoranten, kadmium och koppar i sedimentproverna är med enstaka undantag låg. Halterna av antracen och tributyltenn är också låga men i övriga prover överskrider gränsvärdena i HVMFS 2019:25. Resultaten är i linje med vad som förväntas från transportbottnar, där sedimentation och erosion sker växelvis och föroreningshalter därför kan variera mellan två närliggande punkter både i djup- och sidled. En övergripande sammanställning av analysresultatet per parameter visas nedan:

- Antracen är uppmätt i halter mellan 0,0056 och 0,16 mg/kg torrsvikt i sedimentet. 73 procent av proverna ligger under en rapporteringsgräns som är lägre än gränsvärdet för antracen. Gränsvärdet för antracen (0,024 mg/kg torrsvikt) överskrider i 11 prover (13 procent av proverna).
- Bly är uppmätt i halter mellan 3,4 och 320 mg/kg torrsvikt i sedimentet. Gränsvärdet för bly (130 mg/kg torrsvikt) överskrider i 1 prov (en procent av proverna).
- Fluoranten är uppmätt i halter mellan 0,011 och 0,84 mg/kg torrsvikt i sedimentet. 66 procent av proverna ligger under en rapporteringsgräns som är lägre än gränsvärdet. Gränsvärdet för fluoranten (2 mg/kg torrsvikt) överskrider inte i något prov.

- Kadmium är uppmätt i halter mellan 0,1 och 1,4 mg/kg torrsvikt i sedimentet. 84 procent av proverna ligger under en rapporteringsgräns som är lägre än gränsvärdet för kadmium. Gränsvärdet för kadmium (2,3 mg/kg torrsvikt) överskrider inte i något prov.
- Koppar är uppmätt i halter mellan 4,5 och 1300 mg/kg torrsvikt i sedimentet. Bedömningsgrunden för koppar (36 mg/kg torrsvikt) överskrider i två prov (två procent av proverna).
- Tributyltenn är uppmätt i halter mellan 0,0011 och 0,094 mg/kg torrsvikt i sedimentet. 83 procent av proverna ligger under en rapporteringsgräns som är lägre än gränsvärdet för tributyltenn. Gränsvärdet för tributyltenn (0,0016 mg/kg torrsvikt) överskrider i tio prov (tolv procent av proverna).



Figur 4. Provpunkter som ingått i sedimentprovtagningen i Göta älv vid Trollhättan.

1.4.1.3 Dricksvatten från Göta älv

Göta älv förser cirka 700 000 människor med dricksvatten (Göteborgsregionen, 2024). Stora delar av älven, bland annat vid Trollhättan, omfattade tidigare av Göta älv och Vänersborgsviken vattenskyddsområde, som beslutades år 2020 med i syfte till att skydda dricksvattnet från Göta älv, men det upphävdes av regeringen den 3 april 2025 (Göteborgsregionen, 2024; Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2025). Ett nytt beslut om vattenskyddsområde bedöms som troligt i framtiden då Göta älv fortsatt är en källa till dricksvatten för sex kommuner.

I Livsmedelsverkets föreskrifter (LIVSFS 2022:12) om dricksvatten finns det krav på att alla dricksvattenproducenter, undantag om producerad volym dricksvatten är mindre än 10 m³/dygn, ska undersöka sitt råvatten som ska tillämpas från 1 januari 2026 (Livsmedelsverket, 2025). Vidare finns krav på minsta antal parametrar som ska undersökas i råvattnet och de är; *escherichia coli* (E.coli), intestinala enterokocker, koliforma bakterier, somatiska kolifager, färg, konduktivitet, mangan (om grundvatten används), pH och turbiditet. Det finns dock inga gränsvärden att förhålla sig till för råvattenparametrarna i LIVSFS 2022:12. Undersökning ska utföras vid den punkt där råvatten tas in i vattenverket (Livsmedelsverk, 2024).

Det finns fyra råvattenintag till dricksvattenproduktion i Trollhättan, Lilla Edet, Kungälv och Göteborg. Råvattenintaget vid Göteborg idag det enda råvattenintaget i Göta älv som omfattas av ett vattenskyddsområde, Göta älvs vattenskyddsområde (Naturvårdsverket, 2025). Råvattenintaget i Trollhättan har sitt intag norr om staden vid Stallbackabron (Trollhättan Energi, u.d.), vilket innebär att planerad verksamhet närmsta nedströmsliggande råvattenintaget är Lilla Edet.

Den största delen av Lilla Edets kommunala dricksvatten kommer från Göta älv (Lilla Edets kommun, 2025). Vattenverket i Lilla Edet följer Livsmedelsverkets kvalitetskriterier. Under produktionen undersöks dricksvattnet regelbundet och jämförs med Livsmedelsverkets gränsvärden. Vattnet renas med kemisk rening och filter i flera steg innan det skickas ut i ledningarna (Lilla Edets kommun, 2025). När det gäller turbiditet i råvattnet från Göta älv finns ett turbiditetsvärde, 10 FNU, som vattenverket i extrema situationer kan klara av tillfälligtvis och med begränsad produktionskapacitet (Lilla Edets kommun, 2024).

1.4.2 Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan

Bergkanalen är en cirka två km lång grävd och sprängd kanalen med huvudsakligen murade kanter. Kanalen fungerar som farled och förbinder Göta älv norr om stadskärnan med Åkers sjö i söder. Bergkanalen mynnar i norra delen av Åkers sjö, ett vattenmagasin för slussarna. I södra delen av Åkers sjö finns inloppet till sluss 2, som utgör förbindelse till sjön Höljan. Även Höljan är ett vattenmagasin för slussarna och däms av en jorddamm i väster. Längst söderut i Höljan finns inloppet till slustrappan, sluss 3, 4, 5, som utgör förbindelse till Göta älv nedströms och ett kombinerat isutskov och bräddavlopp.

Flödet genom Bergkanalen och sjöarna styrs av befintlig slusstappningen som använder mellan 20,5 – 41,0 m³/s (medel 30,8 m³/s) vatten och genomförs på cirka tio minuter. Utifrån detta beräknas medelflödet i Bergkanalen, Höljan och Åkers sjö vara cirka 1,5 m³/s.

Efter planerad verksamhet finns det planer att anlägga en badplats i Höljan. Justeringen av slussleden kommer dock innebära ett förändrat flöde genom Bergkanalen och sjöarna. Därmed behöver det framtida genomflödet vara tillräckligt för att god badvattenkvalitet ska uppnås enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter och allmänna råd (HVMFS 2012:14) om badvatten.

1.4.2.1 Befintliga förhållanden i ytvatten

Bedömning av befintliga vattenkemiska förhållanden utgår i första hand från bedömningsgrunder och riktvärden redovisade i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift Klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25). Beskrivning av Höljan inkluderar även gränsvärde i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter och allmänna råd (HVMFS 2012:14) om badvatten eftersom det finns planer att anlägga en badplats i Höljan under driftskedet.

Inför planerad verksamhet har referensprovtagning av ytvatten utförts i Åkers sjö och Höljan en gång i månad under perioden mars 2024 till december 2024, se Figur 5. Vid båda stationerna utfördes yt- och bottenvattenprovtagning, 0,5 meter under vattenytan respektive 0,5 meter ovan botten. Ytvattnet analyserades för flertalet ämnen medan bottenvattnet endast analyserades för turbiditet och suspenderade ämnen, se Tabell 7.

En sammanställning av all analysdata från referensprovtagningen redovisas i Bilaga – Sammanställning ytvattenprovtagning vid Trollhättan.



Figur 5. TH3 och TH4 i Åkers sjö respektive Höljan.

Tabell 7. Provpunkter för Åkers sjö (TH 3) och Höljan (TH 4) som ingår i provtagningsplanen för projektet.

Punkt	Koordinater (SWEREF99 TM)	
	<u>N</u>	<u>Ö</u>
TH 3	6461771	339806
TH 4	6461519	339323

Tabell 8. Analyserade parametrar vid TH 3 och TH 4 (y = ytvatten och b = bottenvatten). Samtliga parametrar analyserades inte vid alla provtagningsstillfällen.

Provpunkt	Analyserade parametrar
TH 3y	Konduktivitet, pH, turbiditet, suspenderat material, TOC, totalkväve, totalfosfor, ammoniumkväve (NH ₄ -N), nitratkväve (NO ₃ -N), nitritkväve (NO ₂ -N), summa nitrit- och nitratkväve (NO ₂ -N och NO ₃ -N), fosfatfosfor (PO ₄ -P), arsenik, barium, krom, zink, kadmium, kobolt, koppar, bly, nickel, vanadin, strontium, uran, kvicksilver, PAH-Rec (låga halter), Långsamväxande bakterier, Odlingsbara mikroorganismer 22°C, Escherichia coli, Koliforma bakterier 35°C och Intest Enterokocker
TH 3b	Turbiditet och suspenderat material
TH 4y	Konduktivitet, pH, turbiditet, suspenderat material, TOC, totalkväve, totalfosfor, ammoniumkväve (NH ₄ -N), nitratkväve (NO ₃ -N), nitritkväve (NO ₂ -N), summa nitrit- och nitratkväve (NO ₂ -N och NO ₃ -N), fosfatfosfor (PO ₄ -P), arsenik, barium, krom, zink, kadmium, kobolt, koppar, bly, nickel, vanadin, strontium, uran, kvicksilver, PAH-Rec (låga halter), Långsamväxande bakterier, Odlingsbara mikroorganismer 22°C, Escherichia coli, Koliforma bakterier 35°C och Intest Enterokocker
TH 4b	Turbiditet och suspenderat material

I Tabell 9 Tabell 4 redovisas analyserade parametrar vid TH3 och TH4 som ingår i HVMFS 2019:25. Redovisade halter är beräknade medelvärden (totalhalt). Vid behov redovisas även maximalt uppmätt koncentration och beräknad biotillgänglig halt. Likt beräkningen för Göta älv har halva rapporteringsgränsen använts om analysens rapporteringsgräns.

Referensprovtagning genomfördes inte i Bergkanalen men då kanalen ligger direkt uppströms Åkers sjö så bedöms dess vattenkvaliteten vara förhållandevis lik provtagningen i TH 3. Därför används uppmätta halter vid TH3 för att beskriva förhållandena i Bergkanalen.

Ett ämne, benso(a)pyren, beräknas överstiger sitt gränsvärde i HVMFS 2019:25, se Tabell 9. Notera att likt provtagningen i Göta älv så har halva rapporteringsgränsen använts för att beräkna medelvärde för ämnet då samtliga analyser av understiger rapporteringsgränsen. Redovisade metallhalter är ofiltrerade och bör ses som något överskattade vid jämförelse med bedömningsgrunder och gränsvärden i HVMFS 2019:25.

Uppmätta halter i sjöarna jämförs med gränsvärden i HVMFS 2012:14 som motsvarar bra kvalitet i Tabell 9. Det finns även gränsvärde för "utmärkt kvalitet" som båda sjöarna understiger (Intestinala enterokocker: 200 cfu/100 ml och Escherichia coli: 500 cfu/100 ml).

Tabell 9 Beräknade medelvärde (år 2024) samt högsta uppmätta halt (understruket). Bedömningsgrund/gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration från HVMFS 2019:25 redovisas. Maximalt tillåten koncentration visas i parentes om både finns. Biotillgänglig halt visas med fet och kursiv text. Naturlig bakgrundshalt för arsenik och uran har hämtats från SLU (2009) respektive SGU (2024).

Parameter	Enhet	Medelhalt		HVMFS 2019:25	HVMFS 2012:14
Provpunkt		TH 3, yta	TH 4, yta		
Ammoniak (NH ₃ -N)	µg/l	0,068 ¹ (<u>0,19¹</u>)	0,060 ¹ (<u>0,21¹</u>)	1 (<u>6,8</u>)	-
Antracen	µg/l	0,0022 (<u>0,010</u>)	0,0075 (<u>0,034</u>)	0,1 (<u>0,1</u>)	-
Arsenik	µg/l	0,19 ² (<u>0,22²</u>)	0,19 (<u>3,0²</u>)	0,5 (<u>7,9</u>)	-
Benzo(a)pyren	µg/l	0,00058 (<u>0,001</u>)	0,00067 (<u>0,001</u>)	0,00017 (<u>0,27</u>)	-
Benzo(b)fluoranten	µg/l	<u>0,0028</u>	<u>0,0010</u>	<u>0,017</u>	-
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	<u>0,00050</u>	<u>0,00050</u>	<u>0,0082</u>	-
Benzo(k)fluoranten	µg/l	<u>0,00050</u>	<u>0,00050</u>	<u>0,017</u>	-
Bly	µg/l	0,31 ³ (<u>1,7</u>)	0,28 ³ (<u>0,99</u>)	1,2 (<u>14</u>)	-
Fluoranten	µg/l	0,0026 (<u>0,0094</u>)	0,0053 (<u>0,019</u>)	0,0063 (<u>0,12</u>)	-
Kadmium	µg/l	0,0070	0,0052	≤ 0,08 – 0,255	-
Koppar	µg/l	0,16	0,13	0,5	-
Krom	µg/l	0,25	0,41	3,4	-
Kviksilver	µg/l	<u>0,014</u>	<u>0,0025</u>	<u>0,07</u>	-
Naftalen	µg/l	0,023 (<u>0,094</u>)	0,020 (<u>0,043</u>)	2 (<u>130</u>)	-
Nickel	µg/l	0,58 ³ (<u>0,80³</u>)	0,55 ³ (<u>0,91³</u>)	4 (<u>34</u>)	-
Nitrat (NO ₃ -N)	µg/l	361 (<u>430</u>)	363 (<u>430</u>)	2200 (<u>11 000</u>)	-
Uran	µg/l	0,15 ³ (<u>0,21³</u>)	0,16 (<u>0,30³</u>)	0,17 (<u>8,6</u>)	-
Zink	µg/l	5,0 ^{2,3}	3,5 ^{2,3}	5,5	-
Intestinala enterokocker	cfu/100 ml	110 ⁴	89 ⁴	-	400 ⁴
Escherichia coli	cfu/100 ml	45 ⁴	18 ⁴	-	1 000 ⁴

¹ Beräknad enligt beskrivning i HVMFS 2019:25, med stödparametrar ammoniumkväve, pH och vattentemperatur. Temperatur saknas i TH3 och TH4. Underlag har därför hämtats från provtagning i Göta älv, årsmedel och medel för månad där max halt är uppmätt.

² Enligt HVMFS 2019:25 ska uppmätt halt först justeras mot bakgrundshalt innan jämförelse med gränsvärde. Redovisad halt är ej justerad mot bakgrundshalt eftersom uppmätt halt understiger gränsvärdet.

³ Halt redovisad är totalhalt och bedömningsgrunden samt gränsvärdet i HVMFS 2019:25 avser biotillgänglig halt. Då total halten understiger redovisad halt i HVMFS så beräknas ej biotillgänglig halt.

⁴ En 95-percentilsbedömning i enlighet med HVMFS 2012:14

Uppmätt halt suspenderat material och turbiditet i Åkers sjö och Höljan visas i Tabell 10. Beräknade medelvärde av suspenderat material understiger angivet riktvärde.

Tabell 10. Medelhalt av suspenderade ämnen och turbiditet. I sista kolumnen redovisas riktvärde för suspenderat material ("uppslammande fasta substanser") i förordning 2001:554 om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten. y = ytvattenprov, b = bottenvattenprov

Parameter	Enhet	TH3y	TH3b	TH4y	TH4b	Riktvärde i förordning 2001:554
Suspenderat material	mg/l	2,7	3,8	2,8	3,0	25
Turbiditet	FNU	2,6	2,8	3,0	2,9	-

2 Påverkansfaktorer

2.1 Muddring i farled

Planerad verksamhet kommer innebära muddring i Göta älv. Syftet med muddringen är huvudsakligen att säkerställa farledsdjupet. Det kommer även ske en mindre lokal muddring vid det nya erosionsskyddet vid Skälsbo för att skapa utrymme för skyddet. Muddring bedöms vara den största påverkansfaktorn på vattenkvaliteten i Göta älv. Muddringen kommer huvudsakligen innebära bortgrävning av sediment men exempelvis uppstickande berg kan behöva sprängas bort. I Figur 6 visas planerat muddringsområde i Göta älv. För mer ingående beskrivning av det planerade utförandet i kapitel 6.11.2 i Tekniska beskrivning (TB).

Den totala muddringsvolymen jord i Göta älv uppskattas uppgå i cirka 72 000 m³, varav cirka 12 400 m³ utgörs av berg och kommer sprängas bort. Arbetet i farleden (cirka 68 000 m³) uppskattas utföras på cirka tre månader utifrån antagandet att en grävmaskin gräver bort cirka 1000 m³/dag. Muddringen utförs under perioden augusti–mars. Muddringen kommer huvudsakligen utföras med en grävmaskin på en plattform som placerar muddermassor på en pråm eller fartyg. Muddringen för att ge plats till erosionsskyddet i Skälsbo (cirka 4000 m³) uppskattas utföras på cirka fyra dagar, utifrån samma antagande.

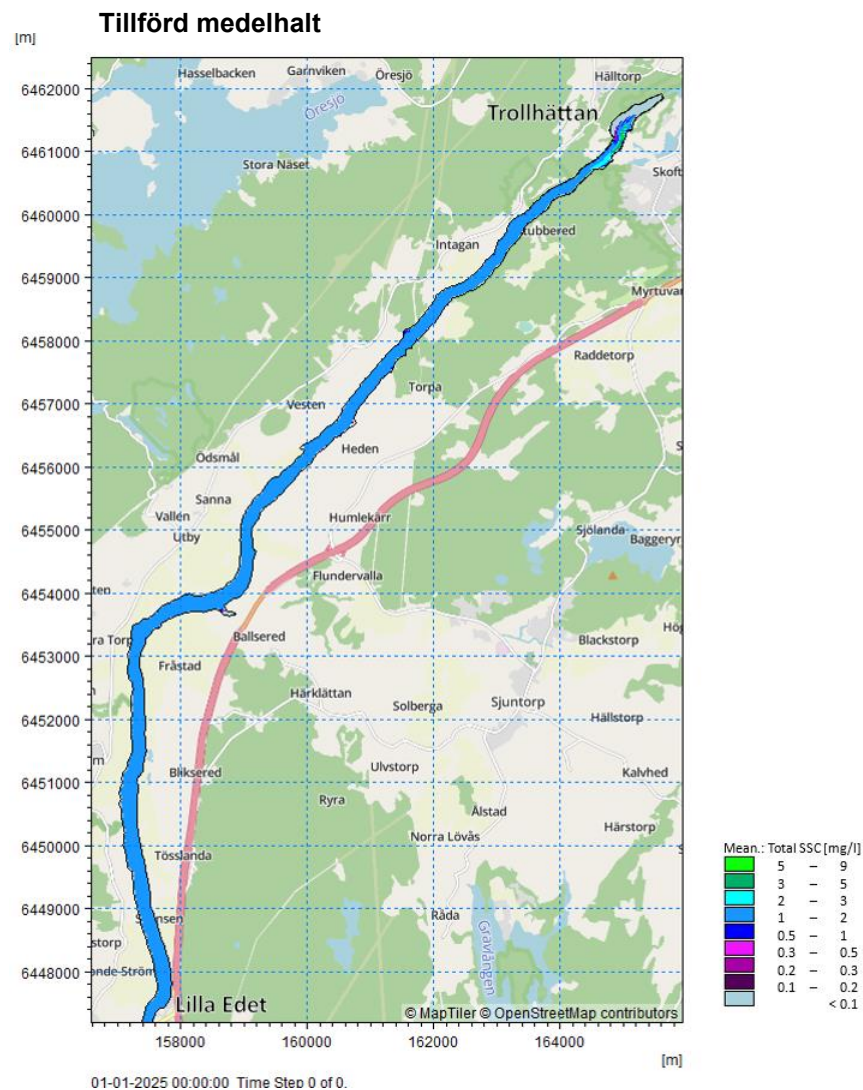
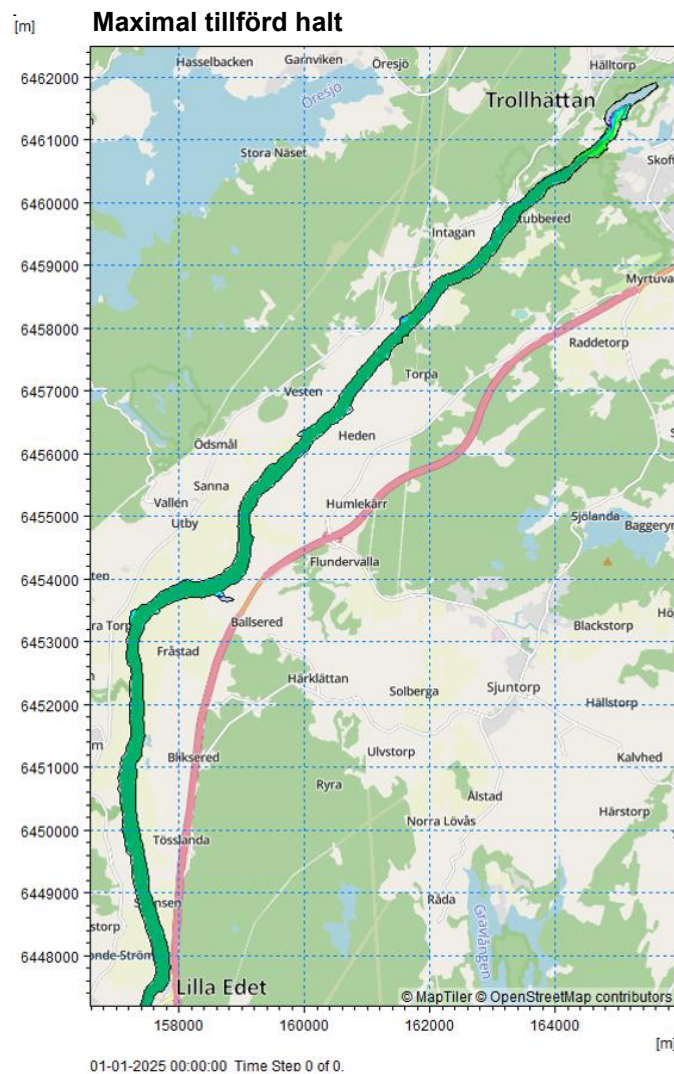
Muddring av sediment innebär grumling och en frigöring av eventuella föroreningar i sedimentet, se kapitel 1.4.1.2. Eftersom sprängningen utgöra en mindre del av arbetet bedöms grumlingspåverkan från sprängningen vara liten i förhållande till muddringen av sedimentet. Påverkan från kvävespill vid sprängning under vatten beskrivs tillsammans resterande sprängning i kapitel 2.7.

För att bedöma grumlingen från planerad verksamhet har en grumlingsmodellering tagits fram av WSP. Modellen omfattar muddringen i Göta älv påverkansfaktorn som bedöms ge upphov till störst mängd grumling. Grumlingsmodelleringen visar spridningen av de suspenderat material, vilket även motsvarar spridningen av andra partikelbundna föroreningar, samt sedimentpålagring. Modelleringen utgår från ett "värsta fall"-scenario med ett mudderverk och visar största möjliga påverkan. Spridningen har modellerats vid tre olika flöden, lågmedelflöde (220 m³/s), medelflöde (543 m³/s) och högmedelflöde (885 m³/s). I modellen antas en muddringsvolym på 72 000 m³ och ett utförande på 76 dagar, tolv timmar per dag. För en mer ingående beskrivning av modellen, se PM Grumlingsmodellering (Bilaga 2).

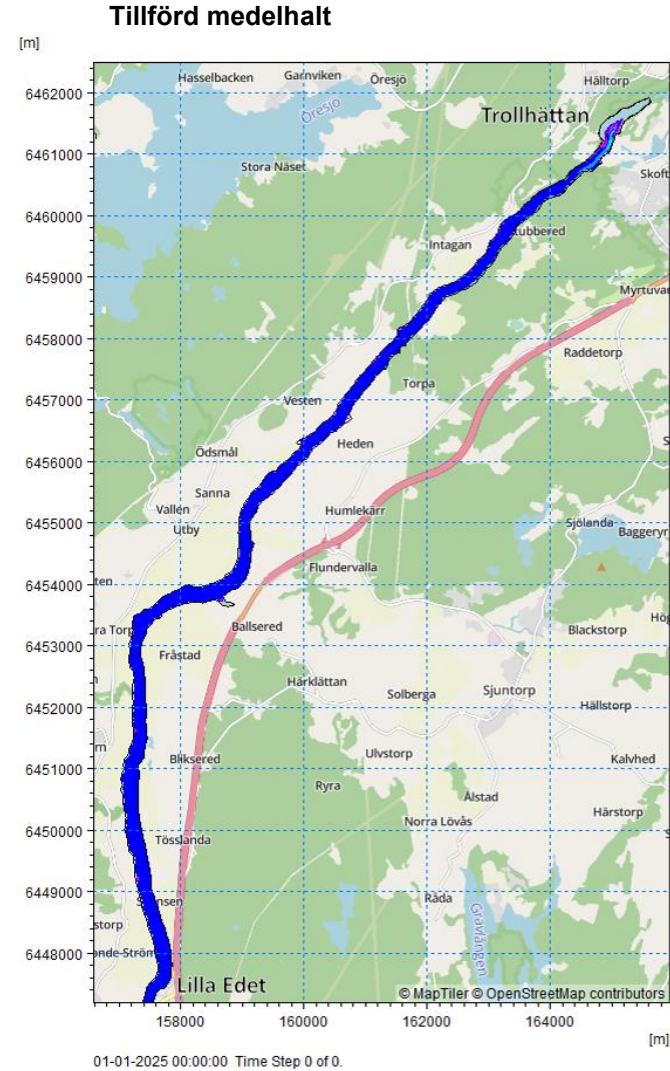
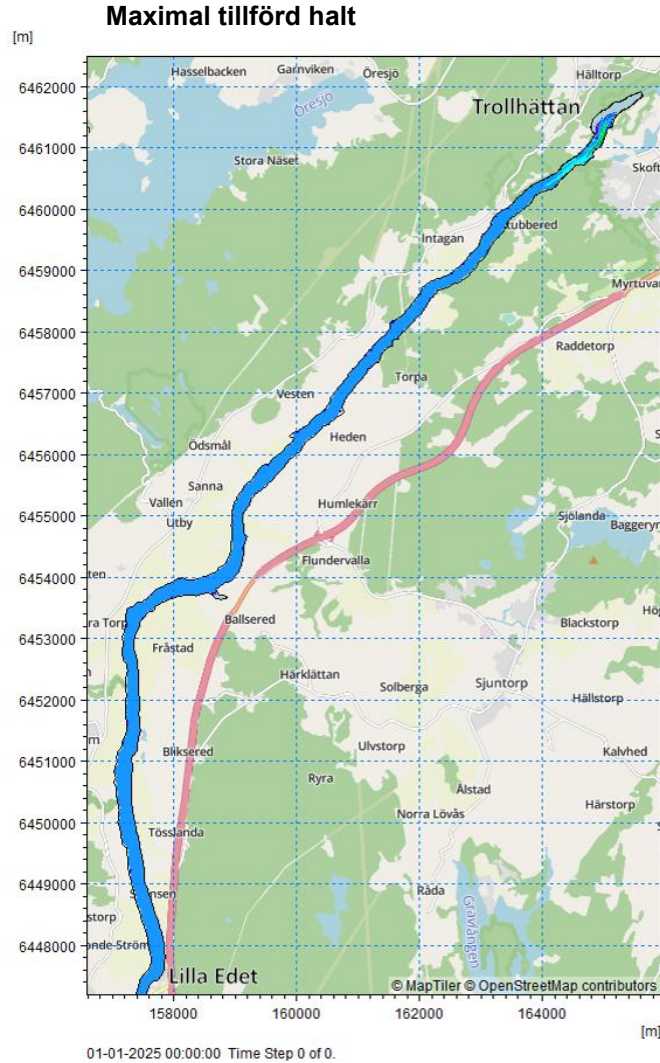
I Figur 7, Figur 8 och Figur 9 visas modellerad maximal tillförd halt och tillförd medelhalt suspenderat material vid lågmedelflöde, medelflöde respektive högmedelflöde under tiden muddring pågår. De högsta halterna återfinns vid samtliga scenarier inom muddringsområdet.

Maximal tillförd halt motsvarar inte ett specifikt tillfälle utan maximal halt oberoende på tid och behöver därmed inte uppstå samtidigt. Modellresultatet visar att tillförd halt i Göta älv generellt ligger nära modellerad maximal tillförd halt under tiden muddringen pågår, och att avtar så snart processen avslutas. Utifrån detta bedöms maximal tillförda halt vara mer representativ för påverkan under pågående muddring. Påverkan vid Lilla Edet kommer vara något fördröjd på grund av avståndet mellan Trollhättan och Lilla Edet. Vid Lilla Edet är maximal tillförd halt suspenderat material 3,3 mg/l, 1,4 mg/l, 0,9 mg/l vid lågmedelflöde, medelflöde respektive högmedelflöde.

I modellen ingår tre partikelfraktioner som motsvarar grov silt, medelsilt och fin silt. De grova fraktionerna av partiklarna sedimenterar relativt snabbt, efter några kilometer. De finaste fraktionerna sedimenterar inte innan Göta älv mynnar i havet. Det är därför tillförd halt suspenderat material modelleras vara samma i stora delar av älven.

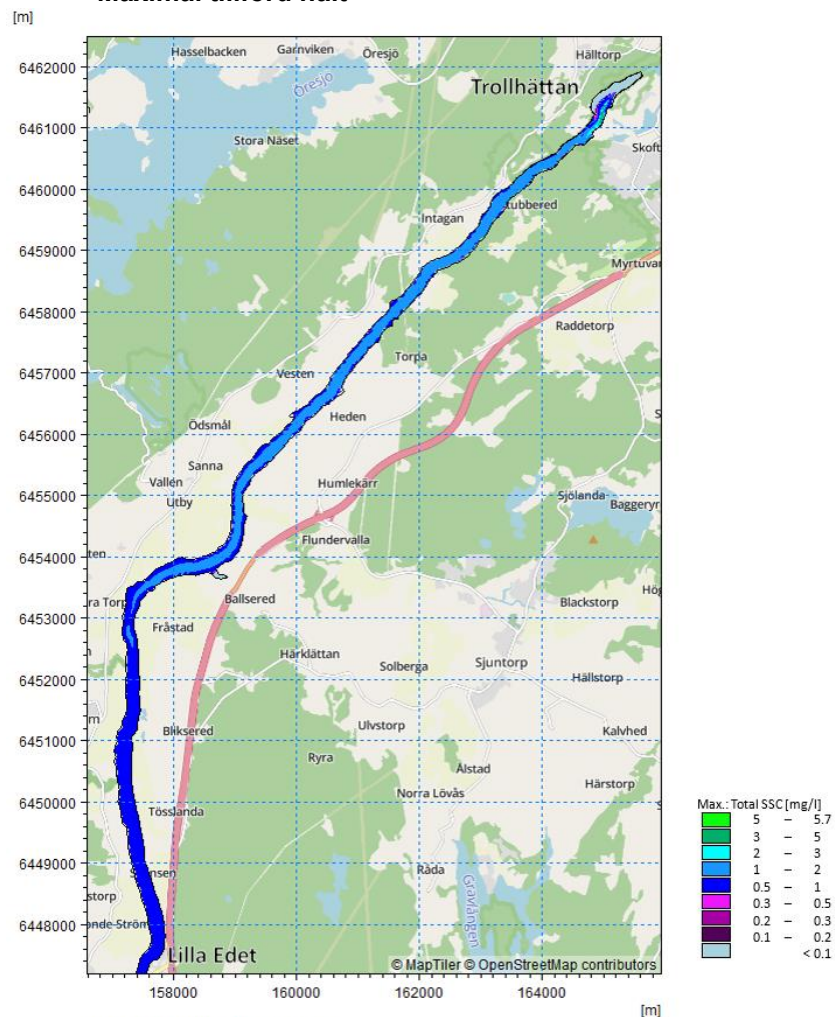


Figur 7 Maximal tillförd halt (vänster) och medelhalt (höger) vid lågmedelflöde från Trollhättan till Lilla Edet. Notera att bilden till vänster inte visar ett specifikt tillfälle utan maximal halt oberoende på tid under muddringsperioden, vilket innebär att redovisade halt inte nödvändigtvis kommer uppkomma samtidigt i verkligheten



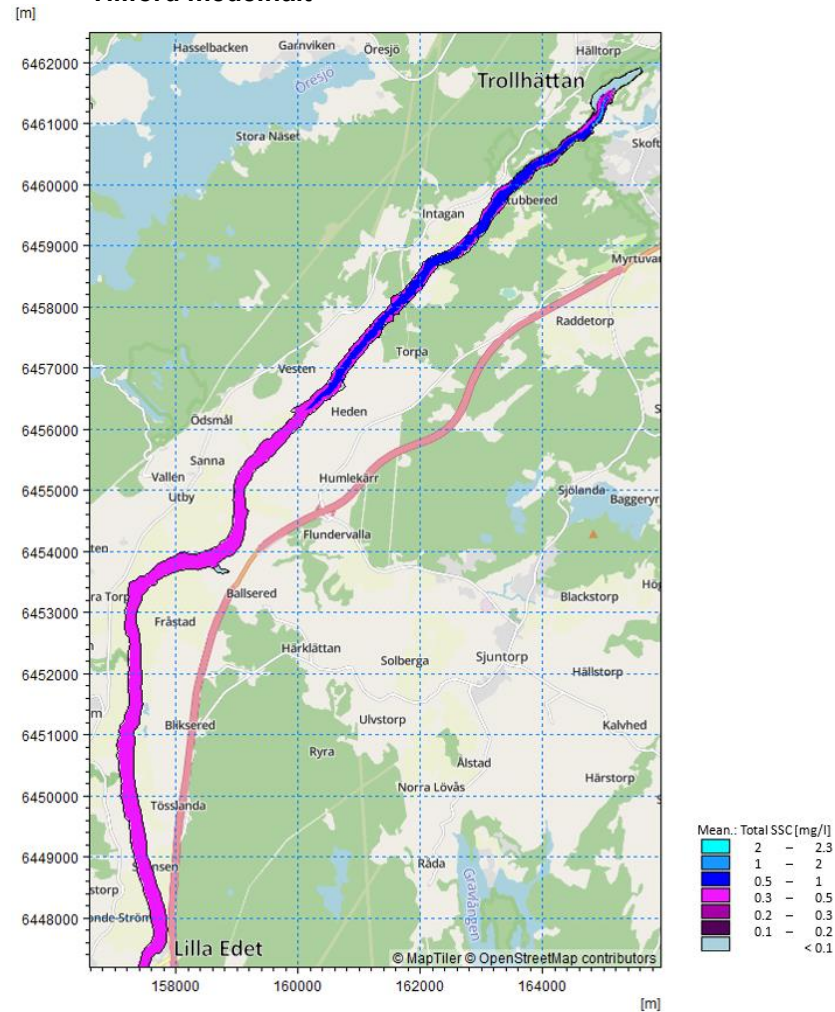
Figur 8 Maximal tillförd halt (vänster) och medelhalt (höger) vid medelflöde från Trollhättan till Lilla Edet. Notera att bilden till vänster inte visar ett specifikt tillfälle utan maximal halt oberoende på tid under muddringsperioden, vilket innebär att redovisade halt inte nödvändigtvis kommer uppkomma samtidigt i verkligheten.

Maximal tillförd halt



01-01-2025 00:00:00 Time Step 0 of 0.

Tillförd medelhalt



01-01-2025 00:00:00 Time Step 0 of 0.

Figur 9 Maximal tillförd halt (vänster) och medelhalt (höger) vid högmedelflöde från Trollhättan till Lilla Edet. Notera att bilden till vänster inte visar ett specifikt tillfälle utan maximal halt oberoende på tid under muddringsperioden, vilket innebär att redovisade halt inte nödvändigtvis kommer uppkomma samtidigt i verkligheten.

Resultatet visar att lågmedelflödet motsvarar ”värsta fall”-scenariot med högst tillförd halt i Lilla Edet, se Tabell 11. Notera att Göta älvs flöde oftast är större än modellens lågmedelflöde, i genomsnitt, 93 procent av tiden (medel år 2013–2023). I augusti-mars har Göta älv ett flöde i nivå med eller lägre än lågmedelflöde 0–22 procent av tiden, medel cirka 7 procent (år 2013–2023) (SMHI, 2024).

Tabell 11 Maximal tillförd halt suspenderat material vid Lilla Edet. Halten suspenderat material har beräknats om till turbiditet med hjälp av en omvandlingsfaktor (1,1), se mer information i kapitel 1.4.1.1.

Flöde	Maximal tillförd halt suspenderat material vid Lilla Edet (mg/l)	Maximal tillförd turbiditet vid Lilla Edet (mg/l)
Lågmedelflöde	3,3	3,6
Medelflöde	1,4	1,5
Högmedelflöde	0,9	1,0

För att bedöma påverkan vid Lilla Edets råvattenintag beräknas av antalet timmar som överstiger 10 FNU, turbiditetsvärdet som vattenverket i extrema situationer kan klara av tillfälligtvis och med begränsad produktionskapacitet (Lilla Edets kommun, 2024). Det är en grov beräkning som utgår ifrån provtagningsdata från Trollhättan, då data från Lilla Edet för berörd period saknas, samt som antar att muddringen utförs på tre månader under augusti-mars och att arbetet utförs tolv timmar per dag. I Tabell 12 visas ökningen vid kontinuerligt lågmedel-, medel- och högmedelflöde. I nuläget överskrids turbiditetsvärdet 10 FNU cirka 5,4 procent av tiden under perioden augusti – mars i Göta älv.

Tabell 12 Antal timmar som överstiger 10 FNU turbiditet vid Lilla Edet, nuläge och anläggningsskede. Notera att turbiditeten utgår från mätning vid Trollhättan eftersom provtagning under perioden augusti-mars saknas vid Lilla Edet. Ökningen utgår från kontinuerligt flöde under tre månader med muddring tolv timmar per dag.

Flöde	Antal timmar som överstiger 10 FNU vid Lilla Edet i nuläget, augusti – mars (h)	Antal timmar som överstiger 10 FNU vid Lilla Edet under pågående muddring, augusti - mars (h)	Ökning
Lågmedelflöde	314	410	96 h (4 %)
Medelflöde	314	342	29 h (1 %)
Högmedelflöde	314	331	17 h (1 %)

Grumlingen i Göta älv innebär en spridning av partikelbundna föroreningar och eftersom finare fraktioner i normal fallet innehåller mer föroreningar än grövre fraktioner (HaV, 2018) så förväntas spridas ner till råvattenintaget i Lilla Edet och vidare ned till havet. I Tabell 13 redovisas beräknad halt av berörda ämnen bundet till suspenderat material vid Lilla Edet under pågående grumling. Beräkningen

baseras på uppmätta halter föroreningar i sediment vid Trollhättan och modellerad halt suspenderat material vid Lilla Edet från grumlingsmodellen. Utöver de ämnen som har gränsvärde för sediment i HVMFS 2019:25, se kapitel 1.4.1.2, så redovisas även bens(a)pyren, en vanligt förekommande PAH. Notera att beräkningen är grov och utgår ifrån att sedimentet inom hela muddringsområdet har samma halt.

Tabell 13 Beräknad halt av berörda ämnen bundet till suspenderat material vid Lilla Edet under pågående grumling. Resultat redovisas för medelhalt och högsta uppmätta halt (parentes).

Ämne	Halt i sediment vid Trollhättan (mg/kg torrsustans)	Halt i suspenderat material vid Lilla Edet (µg /l)
Antracen	0,032 (0,16)	0,00011 (0,00053)
Benso(a)pyren	0,0095 (0,33)	0,00031 (0,0011)
Bly	18 (320)	0,060 (1,01)
Fluoranten	0,17 (0,84)	0,00061 (0,0028)
Kadmium	0,26 (1,4)	0,00087 (0,0046)
Koppar	30 (1300)	0,098 (4,3)
Tributyltenn	0,011 (0,094)	0,000035 (0,00031)

Resultatet till av beräkningen baserat på maximalt uppmätt halt bedöms vara överskattad eftersom beräkning som utgår ifrån att hela muddringsområdet har samma halt. Det finns exempelvis enskilda sedimentprovtagningar med höga halter av koppar och bly, men då dessa avviker från resterande provtagningar så bedöms de inte beskriva hela muddringsområde.

2.2 Breddning av Bergkanalen

Bergkanalen planeras att breddas för att säkerställa den planerade farledens bredd, och kanalens kanter kommer därmed att schaktas. Schaktarbete som kan leda till grumling i kanalen planeras i möjligaste mån utföras när kanalen är tömd, vilket skulle minimera påverkan. Planerat genomförande beskrivs mer ingående i kapitel 6.1.2 i TB.

2.3 Anläggning av tillfällig hamn

En tillfällig hamn kommer anläggas där den nya slussleden mynnar ut i Göta älv inom planerat muddrområde. Hamnen anläggs för att möjliggöra transport av så mycket bergmaterial som möjligt på älven. Den anläggs genom att det berg som inledningsvis loss hålls i slussleden läggs ut i älven till någon meter över vattenytan och in mot land. Den tillfälliga hamnen kommer inte innebära någon ytterligare muddring eftersom den kommer anläggas inom planerat muddringsområde i farleden. En viss grumling kan uppstå när sprängstenen läggs ner men den kommer

vara försumbar i förhållande till grumlingen från muddringen. Läs mer om den tillfälliga hamnverksamheten i kapitel 6.8 i TB.

2.4 Anläggande av tillfälliga ledverk, spontkonstruktioner och pålbryggor för arbete i vatten

Tillfälliga ledverk, spontkonstruktioner och pålbryggor planeras vid behov användas inom planerad verksamhet. De tillfälliga anläggningarna kommer att användas för att möjliggöra arbete under anläggningsskedet, se mer ingående beskrivning i kapitel 6.9 i TB. Anläggandet av tillfälliga ledverk, spontkonstruktioner och pålbryggor för arbete i vatten kan ge upphov till en viss grumling men den kommer vara försumbar i förhållande till grumlingen från muddringen.

2.5 Anläggning av erosionsskydd

Planerad verksamhet kommer innebära anläggning av nya erosionsskydd i Göta älv och erosionsskydd i Bergkanalen, se Figur 6. De nya erosionsskydden i Göta älv kommer uppskattningsvis bestå av totalt cirka 29 600 m³ sprängsten (cirka 24 600 m³ vid Skälsbo och cirka 5000 m³ vid Åkersvass). Anläggningen av det stora erosionsskyddet kommer innebära muddring för att ge plats åt skyddet, den påverkan beskrivs i kapitel 2.1 tillsammans med resterande muddring i Göta älv. Grumlingen vid anläggning av erosionsskydd bedöms vara försumbar i förhållande till muddringen i Göta älv.

Erosionsskyddet i Bergkanalen kommer uppskattningsvis bestå av 4800 m³ sprängsten, delar av berörd bottenytan kommer skapas i samband med breddningen av Bergkanalen. Nerläggningen av sprängsten kan resultera i viss grumling förutsatt anläggningen sker när kanalen är vattenfylld. Om anläggningen av erosionsskyddet i Bergkanalen kan utföras under perioder när kanalen är torrlagd kommer arbete inte ge upphov till grumling.

2.6 Utsläpp av dagvatten

Göta älv och Bergkanalen är recipienter för dagvatten från arbetsområdet under anläggningsskedet. Dagvattnet inom planerat schaktområdet, som beskrivs tillsammans med resterande länshållningsvatten i kapitel 2.7, kan ha förhöjda halter under anläggningsskedet jämfört med nuläget. Dagvatten från övriga delar av arbetsområdet där schakt inte utförs bedöms generellt inte innehålla några förhöjda halter jämfört med nuläget, undantaget en ökad halt suspenderat material från huvudsakligen byggdamm, och bedöms ha en försumbar påverkan på recipienterna. Dagvattnet planeras huvudsakligen hanteras i lokalt under anläggningsskedet enligt

kapitel 7 i PM Dagvatten- och skyfallsanalys som ingår i underlag till detaljplan Slussled/Bergkanalen (TRV 2021/84321).

Göta älv kommer även vara recipient av dagvatten under driftskedet. Planerad verksamhet förväntas sammantaget medföra marginellt ökade dagvattenflöden till Göta älv i driftskedet utan vidtagna fördröjningsåtgärder. För att inte öka föroreningsbelastningen på Göta älv planeras rening av dagvattnet, exempel på möjlig hantering beskrivs i kapitel 7 PM Dagvatten- och skyfallsanalys som ingår i underlag till detaljplan Slussled/Bergkanalen (TRV 2021/84321).

2.7 Utsläpp av länshållningsvatten

Länshållningsvatten från arbetsområdet planeras att ledas till närliggande delar av Göta älv och Bergkanalen. Länshållningsvatten kommer utgöras av eventuellt inläckande grundvatten, dagvatten och inläckande vatten från Göta älv och Bergkanalen som behöver länshållas vid schakt. Länshållningsvattnet kan innehålla förhöjda halter av förorenande ämnen och kommer vid behov att ledas genom reningssteg innan det släpps ut till recipient. Möjliga källor till föroreningar i länshållningsvatten är schaktarbete, förorenad mark, inläckande grundvatten, restprodukter från injektering av berg, bergsprängning och hantering av krossat bergmaterial.

Utförda provtagningar av jord- och grundvatten i och i närheten av H-huset har visat på förhöjda halter av föroreningar, se PM Föroreningar i jord och grundvatten (Bilaga C:6 till MKB). Länshållningsvatten från området kring H-huset förväntas därför vara mer förorenat än länshållningsvattnet från övriga slussleden. Därför föreslås länshållningsvattnet från H-huset hanteras separat från övriga slussleden. För en mer ingående beskrivning av länshållningsvattnets reningsbehov innan utsläpp till Göta älv och Bergkanalen, samt förslag på reningssteg baserat på länshållningsvattnets reningsbehov, se PM Länshållningsvatten (Bilaga B:4 till TB).

Länshållningsvattnets flöde som består av inläckande grundvatten och dagvatten beräknas till cirka 4,5 l/s. Uppdelningen av utsläpp mellan recipienten är inte beslutat och påverkansbedömningen utgår ett ”värsta fall”-scenario där allt länshållningsvatten släpps till respektive recipient. Flödet från schakten av dammen vid H-huset utgör en mindre del, cirka 7 procent.

2.8 Kvävespill vid bergsprängning

Sprängning vid bergschakten kommer resultera i ett visst kvävespill från odetonerat sprängämnet, vilket kan leda till förhöjda halter kväve i länshållningsvatten. Sprängningsarbetet på land kommer omfatta cirka 900 000 m³, varav majoriteten är ovan jord. Arbetet under jord till isutskovet kommer genomföras på uppskattningsvis sex månader och omfatta cirka 4700 m³ (cirka 0,5 procent av den totala volymen). Det kommer även sprängas under vattenytan, cirka 12 400 m³,

vilket resulterar i ett direkt utsläpp av kväve i ytvattnet. Vidare kommer sprängsten användas för att anlägga erosionsskydd, vilket resultera i en lakning av kväve, se kapitel 2.5. Beräkningen nedan utgår ifrån att sprängstenen kommer från sprängning på land, vilket ger ett tillskott av kvävespill. Sprängsten från sprängning under vattnet resultera inte en ökning.

Sprängningsarbetet kommer huvudsakligen utföras under anläggningsskedets första två till tre år. Beräkning av kvävespill utgår ifrån antagandet att ett ton sprängämne används per dag. Detta bör ses som ett ”värsta fall”-scenario då den mängden motsvarar maximal mängd sprängämne per dag under den perioden. Beräkningarna har utgått från att fördelning mellan sprängmedel blir cirka 80–90 procent bulk emulsionssprängmedel och cirka 10–20 procent patronerat sprängämne.

Påverkan av kvävehaltigt länshållningsvatten från bergsprängning på Göta älv och Bergkanalen utgår ifrån tillförd halt ammoniak. I limniska system (sötvatten) är det inte kväve utan fosfor som begränsar primärproduktionen. HVMFS 2019:25 har ingen bedömningsgrund för totalkväve i inlandsvatten men det finns för ammoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$). Mängden ammoniak i ett ytvatten är direkt kopplat till mängden totalkväve eftersom en andel av totalkväve utgörs av ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) i vatten. Ammoniumkväve står i jämnvikt till ammoniak beroenden på pH och temperatur. Parametrarna ammonium (NH_4) och nitriter ($\text{NO}_2\text{-}$) har även riktvärde (värde som skall eftersträvas) i förordning 2001:554 om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten.

I PM Länshållningsvatten (Bilaga B:4 till TB) redovisas beräknad mängd och halt ammoniumkväve i länshållningsvattnet från sprängning på land. Den samlade belastningen av sprängning på land, under vatten och anläggningen av erosionsskydd i Göta älv beräknas som mest resultera i ett utsläpp på cirka 660 kg totalkväve per år. I Tabell 14, Tabell 15 och Tabell 16 redovisas haltökningen av ammoniak, ammonium och nitriter i Göta älv och Bergkanalen från den samlade belastningen (sprängning på land och vatten) under anläggningsskedet. Beräkningsmetodiken visas mer ingående i PM Länshållningsvatten (Bilaga B:4 till TB).

Tabell 14. Befintlig halt och beräknad halt ammonium under anläggningsskedet i Göta älv och Bergkanalen. Halter redovisas tillsammans med riktvärde i förordning 2001:554 om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten. Förändring av halt redovisas även i tabellen. Ammonium har beräknats utifrån uppmätt halt ammoniumkväve.

Ytvatten	Befintligt förhållanden (µg/l)	Under byggskedet (µg/l)	Förändring i halt (µg/l)	Riktvärde, förordning 2001:554 (µg/l)
Göta älv, MQ	21	21	+0,0024	40
Göta älv, LMQ	57	57	+0,0077	40
Bergkanalen, MQ	18	19	+0,46	40
Bergkanalen, LMQ	38	39	+0,86	40

Tabell 15. Befintlig halt och beräknad halt nitrit (NO₂-) under anläggningsskedet i Göta älv och Bergkanalen. Halter redovisas tillsammans med riktvärde i förordning 2001:554 om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten. Förändring av halt redovisas även i tabellen. Befintlig halt nitrit beräknats utifrån uppmätt halt nitritkväve.

Ytvatten	Befintligt förhållanden (µg/l)	Under byggskedet (µg/l)	Förändring i halt (µg/l)	Riktvärde, förordning 2001:554 (µg/l)
Göta älv, MQ	11	11	+0,00052	10
Göta älv, LMQ	20	20	+0,0016	10
Bergkanalen, MQ	10	10	+0,013	10
Bergkanalen, LMQ	14	14	+0,23	10

Tabell 16. Befintlig halt och beräknad halt ammoniak under anläggningsskedet i Göta älv och Bergkanalen. Halter redovisas tillsammans med bedömningsgrund i HVMFS 2019:25. MQ jämförs med årsmedel och LMQ med maximalt tillåten koncentration. Förändring av halt redovisas även i tabellen.

Ytvatten	Befintligt förhållanden (µg/l)	Under byggskedet (µg/l)	Förändring i halt (µg/l)	Bedömningsgrund, HVMFS 2019:25 (µg/l)
Göta älv, MQ	0,078 ¹	0,078	+0,0000090	1,0
Göta älv, LMQ	0,36 ²	0,36	+0,000048	6,8
Bergkanalen, MQ	0,068 ^{2,3}	0,070	+0,0017	1,0
Bergkanalen, LMQ	0,19 ¹	0,19	+0,0042	6,8

¹ Högsta medelvärde i Göta älv., temperatur saknas och därför har årsmedel hämtats från övriga stationer i älven.

² Har beräknats med temperatur och pH för provtagningstillfället med högst halt ammoniumkväve. Temperatur saknas vid provtagningstillfället och därför har från övriga stationer i Göt älv använts.

³ För Bergkanalen används halter från Åkers sjö då provtagning saknas i kanalen. Temperatur saknas vid har hämtats från stationer i Göt älv använts.

2.9 Kompensationsåtgärder

Förlust av höga naturvärden och potentiella lekbottnar för fisk kommer att kompenseras genom att sand, grus och sten läggs ut på bottenarna. Enstaka stora stenar eller block kan också placeras ut. Ytan som kommer att kompenseras är minst lika stor som förlusten av höga naturvärden och potentiella lekbottnar för fisk. Kompensationsåtgärder kan genomföras på tre platser i Göta älv. Exakt utformning och storlek av kompensationsåtgärderna kommer bestämmas i ett senare skede. Åtgärderna kan ge upphov till en viss grumling men den kommer vara försumbar i förhållande till grumlingen från muddringen.

Kompensationsåtgärder och möjlig placering redovisas i kapitel 5 i PM Naturmiljö i ytvatten (Bilaga C:9).

2.10 Förändrat flöde genom Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan

En tid efter att den justerade slussleden har tagits i drift kommer befintlig slussled att tas ur bruk och slussarna säkras genom att dammkonstruktioner uppförs uppströms sluss 2 och sluss 3. Stängningen av befintliga slussarna kommer påverka flödet genom Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan.

Det finns planer att anlägga badplatser i Höljan efter stängning av befintliga slussar. För att ha ett fortsatt inflöde av vatten till sjön som möjliggör en god badvattenkvalitet så krävs det en viss vattengenomströmning i Bergkanalen.

3 Effektbedömning

3.1 Göta älv

Planerad verksamhet medför grumlande verksamheter, utsläpp av dag- och länshållningsvatten samt kvävespill från sprängning under anläggningsskedet som kan få effekter för Göta älvs vattenkvalitet och dricksvattenkvalitet.

Bedömningen av effekter för Göta älvs allmänna vattenkvalitet utgår från de kemiska parametrar som beskrivs i HVMFS 2019:25 och förordning (2001:554) om miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten, och beskrivs i PM Miljökvalitetsnormer (Bilaga C:7 till MKB).

Bedömningen av effekter på Göta älvs dricksvattenkvalitet utgår från effekten som kan ske vid råvattenintaget vid Lilla Edet, vilket är intaget närmast nedströms planerad verksamhet. Planerad verksamhet bedöms beröra tre parametrar (ammonium, PAH, och turbiditet) från i LIVSFS 2022:12 för dricksvatten.

3.1.1 Anläggningsskede

3.1.1.1 Grumlande verksamhet

Muddringen i Göta älv beräknas leda till en ökad grumling vid Lilla Edets råvattenintag under pågående muddring. Under tiden som muddring inte utförs så avtar grumlingen och närmare sig nivåer som liknar opåverkade förhållanden. Scenariot med ett konstant lågmedelflöde i Göta älv innebär den största en ökning över suspenderat material vid Lilla Edet. Scenariot bedöms dock vara överskatta då Göta älv domineras av ett flöde som överstiger lågmedelflöde (cirka 90 procent av perioden augusti – mars). Cirka 50 procent av tiden ligger flödet i nivå eller över medelflödet (SMHI, 2024). Därmed bedöms den reella påverkan ligga närmre scenariot med konstant medelflöde. Detta innebär att planerade grumlande verksamheter leder till att turbiditetsvärdet 10 FNU överskrids cirka 1 procent mer av tiden än i nuläget, under en begränsad tid (cirka 3 månader) och maximalt 12 timmar per dag.

Utförd grumlingsmodell visar att endast de finaste fraktionerna av uppgrumlade sediment vid Trollhättan finns kvar i vattnet vid Lilla Edet. Övriga fraktioner sedimenterar på vägen. De finaste sedimentfraktionerna sedimenterar inte i Göta älv, utan först när de når havet. Ämnen som är bundna till sedimenten förväntas förbli bundna till sedimenten under transporten och hamna på den plats där sedimenten sedimenterar. Finare sedimentfraktioner innehåller i normalfallet mer föroreningar än grövre fraktioner (HaV, 2018). Koppar, som är ämnet med högst uppmätt medelhalt i muddringsområdet (cirka 30 milligram per kilo torrsvikt), beräknas ha en halt på cirka 0,1 mikrogram per liter bundet till det

suspenderande materialet vid Lilla Edet. För antracen, fluoranten och benso(a)pyren (samtliga PAH) är motsvarande halt 0,0003, 0,0006 respektive 0,0003 µg /l. Sammantaget bedöms grumlande verksamhet medföra försumbara effekter för Göta älvs dricksvatten vid Lilla Edets råvattenintag.

3.1.1.2 Utsläpp av dag- och länshållningsvatten

Utsläppet av länshållningsvatten under anläggningsskedet beräknas leda till ett försumbart tillskott av vatten i Göta älv. Flödet av länshållningsvatten till Göta älv beräknas till cirka 4,4 liter per sekund (inläckande grundvatten och dagvatten). Medelvattenföringen i Göta älv vid Trollhättan är 555 kubikmeter per sekund, eller 555 000 liter per sekund. Tillskottet av länshållningsvattnet utgör med andra ord en mycket liten del av älvens flöde.

Risken av förhöjda halter i länshållningsvattnet från slussleden bedöms vara låg. Länshållningsvatten från schakt av damm vid H-huset bedöms utgöra en större risk till höga halter då schakten kommer att utföras inom fastigheten Olidan 5:28, ett äldre industriområde där förorenad jord och förhöjda halter i grundvatten har påvisats. Länshållningsvattnet från schakten av dammen beräknas utgöra en mindre del av det totala flödet. Vid behov kommer länshållningsvattnet att ledas genom en reningsanläggning, vilken bedöms kunna utformas så att utgående halt kommer vara hanterbar för recipienten. För en mer ingående beskrivning och förslag på möjliga reningssteg för slussleden och schakten vid H-huset, se PM Länshållningsvatten (Bilaga B:4 till TB).

Tillskottet av länshållningsvattnet bedöms, givet föreslagen rening vid behov i kombination med att länshållningsvattnet utgör ett litet tillskott till Göta älvs vatten, resultera i försumbara effekter avseende Göta älvs flöde och föroreningsinnehåll.

3.1.1.3 Utsläpp av kvävespill från sprängning

Kvävespill från sprängning på land, sprängning under vattenytan och anläggning av erosionsskydd beräknas resultera i en kortvarig ökning av ammonium (cirka 0,01 procent), nitriter (cirka 0,01 procent) och ammoniak (cirka 0,001 procent) i Göta älv. Bedömningen utgår från ett lågmedelflöde i Göta älv och förutsätter att sprängsten till erosionsskydden hämtas från sprängning på land, och utgör därmed ett värsta fall-scenari. Kvävespillet samt den tillfälliga och lilla ökningen av halter i Göta älv bedöms resultera i försumbara effekter avseende Göta älvs vattenkvalitet.

3.2 Driftskede

3.2.1.1 Utsläpp av dagvatten

Med föreslagen dagvattenhantering redovisad i PM Dagvatten- och skyfallsanalys som ingår i underlag till detaljplan Slussled/Bergkanalen (TRV 2021/84321) så minskar föroreningsbelastningen till Göta älv jämfört med nuläget och dagvattenflödena från område ökar inte för dimensionerat regn. Utifrån detta bedöms effekten vara försumbar.

3.3 Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan

3.3.1 Anläggningsskede

3.3.1.1 Grumlande verksamhet

Grumlande arbete i kanalen är begränsad i omfattning och tid vilket göra att även påverkan blir begränsad. Vidare planeras schaktarbete som kan leda till grumling i möjligaste mån utföras när kanalen är tömd, vilket skulle minimera grumlingen. Effekten bedöms vara lokal, huvudsakligen i Bergkanalen. Den möjliga grumlingen i kanalen förväntas vara mindre än i ett naturligt vattendrag då kanalen exempelvis huvudsakligen har murade kanter. Sedimentering kommer ske i nedströms kanalen i Åkers sjö och Höljan vilket kommer leda till minskad grumling. Effekten i Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan bedöms bli liten eftersom det inte finns något dokumenterat naturvärde som är känsligt för grumling i samt att Bergkanalen redan idag är påverkad av grumling från båttrafik.

3.3.1.2 Utsläpp av dag- och länshållningsvatten

Utsläppet av länshållningsvatten under anläggningsskedet beräknas leda till ett litet tillskott av vatten i Bergkanalen, vilket innebär att möjlig påverkan på kanalen är begränsad. Risker av förhöjda halter i länshållningsvattnet från slussleden bedöms vara låga. Länshållningsvatten från schakt av damm vid H-huset bedöms utgöra en större risk till höga halter. Länshållningsvattnet från schakten av dammen beräknas utgöra en mindre del av det totala flödet. Vid behov kommer länshållningsvattnet ledas igenom reningsanläggning, vilket bedöms kunna utformas så att utgående halt kommer vara hanterbar för recipienten. Utifrån detta bedöms utsläppet av länshållningsvatten ha en försumbar effekt på Bergkanalen, Höljan och Åkers sjö. För en mer ingående beskrivning och förslag på möjliga reningssteg för slussleden och schakten vid H-huset, se PM Länshållningsvatten (Bilaga B:4 till TB).

3.3.1.3 Utsläpp av kvävespill från sprängning

Kvävespill från sprängning på land (länshållningsvatten) och anläggning av erosionsskydd beräknas resultera i en liten ökning av ammonium (cirka 2,5 procent), nitriter (cirka 1,6 procent) och ammoniak (cirka 0,01 procent) i Bergkanalen vid lågmedelflöde. Håltförändringen från länshållningsvattnet (sprängning från land) bedöms vara överskattad. Vidare utgår beräkningen från att sprängstenen till erosionsskydd hämtas från sprängning från land. Sammanfattningsvis bedöms det ha en liten effekt på Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan.

3.3.2 Driftskede

3.3.2.1 Förändrat flöde genom Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan

Det framtida genomflödet på kommer vara tillräckligt för att möjliggöra en god badvattenkvalitet. Effekten på Bergkanalen, Åkers sjö och Höljan bedöms vara liten.

4 Referenser

Göta älv vattenvårdsförbund, 2018. *Göta älv som resurs*. [Online]

Available at:

<https://www.gotaalvvvf.org/faktaomgotaalv/gotaalvsomresurs.4.36ddd7521666f30b8b9e06c8.html>

[Använd 24 02 2025].

Göta älv vattenvårdsförbund, 2023. *Resultat*. [Online]

Available at:

<https://gotaalvvvf.org/resultat.4.101b298612doe33932680001820.html>

[Använd 21 01 2025].

Göta älvs vattenvårdsförbund, 2016. *Fakta om Göta älv - En beskrivning av Göta älv och dess avrinningsområde nedströms Vänern 2015*, Göteborg: Göta älvs vattenvårdsförbund.

Göteborg stad, u.d. *Skyddsområde Göta älv*. [Online]

Available at: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/3cad09a5-767b-4e5a-9ec3-93e1ddb6a2c7/Faktablad_miljo_Skyddsomr_GotaAlv.pdf?MOD=AJPERES

[Använd 24 02 2025].

Göteborgsregionen, 2024. *Vattenskyddsområde för Göta älv och Vänersborgsviken*. [Online]

Available at:

<https://goteborgsregionen.se/kunskapsbank/vattenskyddsomradeforgotaalvochvanersborgsviken.5.7a5f6f917ba91cf23c82de7.html>

[Använd 10 01 2025].

HaV, 2018. *Muddring och hantering av muddermassor*, u.o.: Havs- och vattenmyndigheten.

Havs- och vattenmyndigheten, 2016. *Miljögifter i vatten - klassificering av ytvattenstatus*, Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Karlsson, M., Kraufvelin, P. & Östman, Ö., 2020. *Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer*, Öregrund: SLU Institutionen för akvatiska resurser.

Lilla Edets kommun, 2024. *Samhällsnämndens yttrande i avgränsningssamråd gällande nya slussar i Lilla Edet - Samråd sluss Lilla Edet TRV 2024/46089*. Lilla Edet: Samhällsnämnden i Lilla Edets kommun.

Lilla Edets kommun, 2025. *Kommunalt dricksvatten*. [Online]

Available at: <https://lillaedet.se/bygga-bo-och-miljo/vatten-och->

avlopp/kommunalt-dricksvatten

[Använd 27 02 2025].

Livsmedelsverk, 2024. *Undersökning av råvatten*. [Online]

Available at: <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/823/undersokning-av-ravatten>

[Använd 06 03 2025].

Livsmedelsverket, 2025. *Frågor och svar om nya dricksvattenföreskrifter*. [Online]

Available at: https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/dricksvattenproduktion/regler-om-dricksvatten/fragor-och-svar-om-nya-dricksvattenföreskrifterna#Unders%C3%B6kning_av_r%C3%A5vatten

[Använd 25 +2 2025].

Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2025. *Västra Götalands läns författningssamling 14FS 2025:10*. Västra Götalands län: Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

Naturvårdsverket, 2025. *Skyddad natur*. [Online]

Available at: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>

[Använd 01 07 2025].

SGU, 2021. *Sveriges geologisk undersökningar*. [Online]

Available at: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/marin-miljo/anlaggning-till-havs/>

[Använd 21 05 2025].

SGU, 2024. *Uran*. [Online]

Available at: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/energi/uran/>

[Använd 24 04 2025].

SLU, 2025. *Miljödata MVM*. [Online]

Available at: <https://miljodata.slu.se/MVM/>

[Använd 21 01 2025].

SLU, 2009. *Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten*, Uppsala: Institutionen för vatten och miljö, SLU.

SMHI, 2024. *Vattenwebb Modeldata per område*. [Online]

Available at: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

[Använd 20 06 2024].

Trollhättan Energi, u.d. *Vatten är vårt viktigaste livsmedel*. [Online]

Available at: <https://www.trollhattanenergi.se/vatten-och-avlopp/dricksvatten/>

[Använd 24 01 2025].

Vattenmyndigheterna i Sveriges fem vattendistrikt, 2019. *Vattenmyndigheternas riktlinjer för kartläggning och analys 2016–2021: Statusklassificering och riskbedömning av miljögifter i ytvatten*, u.o.: Vattenmyndigheterna i Sveriges fem vattendistrikt.

Vänerns vattenvårdsförbund, 2024. *Vänerns vattenvårdsförbund - Rent vatten och goda livsmiljöer för alla*. [Online]

Available at: <https://www.vanern.se/>

[Använd 16 12 2024].

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

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

trafikverket.se

Bilaga 1

Sammanställning ytvattenprovtagning och vid Trollhättan

Referensprovtagning TH 1

Provtagningsdag	Ämne	Turbiditet	Färg	Suspenderat material	pH	Temp. vid pH-mätning	Alkalinitet	Konduktion	Klorid	Sulfat	TOC
	Enhet	FNU	mg Pt/l	mg/l		°C	mg/l	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l
2024-01-23	TH 1y	5,7	45	3,5	7,5	19,9	24	9,5	6,8	8,8	4,9
2024-01-23	TH 1b	3,2		3,7							
2024-02-22	TH 1y	2,3	31	1,1	7,4	21,7	18	8,1	6,5	8,4	4,6
2024-02-22	TH 1b	2,3		1,7							
2024-03-19	TH 1y	4,9	46	3,8	7,5	21,1	20	8,2	6,6	8,6	4,9
2024-03-19	TH 1b	5,4		5,5							
2024-04-23	TH 1y	4,9	36	6,9	7,5	19,9	17	7,9	6,1	8	4,9
2024-04-23	TH 1b	4,5		4,6							
2024-05-21	TH 1y	3,9	31	6,5	7,5	20,2	18	7,8	5,8	9,4	5
2024-05-21	TH 1b	3,7		6,5							
2024-06-19	TH 1y	2	23	2,9	7,5	19,8	19	5,3	6,1	8,1	5
2024-06-19	TH 1b	1,8		2,8							
2024-07-16	TH 1y	2	20	2,1	7,5	19,6	14	7,7	5,9	10	4,6
2024-07-16	TH 1b	1,9		6							
2024-08-20	TH 1y	1,00	21	2	7,4	21	18	7,6	6,3	8,2	4,4
2024-08-20	TH 1b	1,4		1,8							
2024-09-23	TH 1y	1,1	22	1,3	7,5	20,5	19	7,8	6,4	8	4,7
2024-09-23	TH 1b	1,1		1,6							
2024-10-23	TH 1y	1,4	19	1,7	7,5	21,6	21	8,5	6,2	8	4,7
2024-10-23	TH 1b	1,4		1,6							
2024-11-20	TH 1y	1,7	20	4,1	7,4	19,7	18	7,9	6,2	11	4,9
2024-11-20	TH 1b	2,2		4,1							
2024-12-17	TH 1y	1,7	20	4,1	7,4	19,7	18	7,9	6,2	11	4,9
2024-12-17	TH 1b	7,6		16							

Datum	Ämne	NH4-N	PO4-P	NO3-N	NO2-N	Total fosfor	Total kväve	Arsenik	Barium	Bly	Kadmium
	Enhet	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-01-23	TH 1y	11	<0,0050	430	4,2	0,015	0,62	0,2	13	0,19	0,007
2024-02-22	TH 1y	8,1	<0,0050	410	2,9	0,0084	0,58	0,18	11	0,11	0,005
2024-03-19	TH 1y	5,2	<0,0050	440	4,3	0,011	0,65	0,22	12	0,18	0,0057
2024-04-23	TH 1y	9,9	<0,0050	380	3,5	0,011	0,6	0,19	12	0,15	0,0045
2024-05-21	TH 1y	10	<0,0050	340	3,9	0,0069	0,59	0,2	11	0,15	0,0052
2024-06-19	TH 1y	14	<0,0050	320	2,8	0,0078	0,52	0,18	11	0,075	0,0043
2024-07-16	TH 1y	12	<0,0050	340	6	0,0063	0,39	0,17	11	0,09	<0,004
2024-08-20	TH 1y	8,8	<0,0050	360	2,5	0,0064	0,56	0,16	13	0,065	0,0044
2024-09-23	TH 1y	8,2	<0,0050	330	2,2	0,0079	0,5	0,16	10	0,057	0,004
2024-10-23	TH 1y	4,9	<0,0050	350	1,5	0,0058	0,57	0,17	10	0,049	<0,0040
2024-11-20	TH 1y	11	<0,0050	370	<1,0	0,0076	0,59	0,18	10	0,098	0,0044
2024-12-17	TH 1y	<3,0	<0,0050	390	2,1	0,0063	0,52	0,19	0,012	0,13	<0,0040

Datum	Ämne	Kobolt	Koppar	Krom	Kvicksilver	Nickel	Strontium	Uran	Vanadin	Zink
	Enhet	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-01-23	TH 1y	0,054	1,2	0,51	<0,0050	1,2	0,025	0,15	0,36	3,8
2024-02-22	TH 1y	0,042	1,1	0,2	<0,0050	0,54	-	0,11	0,23	3,5
2024-03-19	TH 1y	0,064	0,89	0,27	<0,0050	0,67	0,024	<0,10	0,45	1,7
2024-04-23	TH 1y	0,047	0,98	0,29	<0,0050	0,54	0,024	0,17	0,35	1,9
2024-05-21	TH 1y	0,049	0,92	0,21	<0,0050	0,43	0,023	0,14	0,3	1,4
2024-06-19	TH 1y	0,028	0,8	0,17	<0,0050	0,48	0,022	0,21	0,18	1,2
2024-07-16	TH 1y	0,032	0,74	0,2	<0,0050	0,54	0,023	0,13	0,19	1,4
2024-08-20	TH 1y	0,022	0,67	0,12	<0,0050	0,34	0,022	0,14	0,16	0,93
2024-09-23	TH 1y	0,021	0,99	0,12	<0,0050	0,44	0,024	0,13	0,14	1,5
2024-10-23	TH 1y	0,021	0,75	0,16	<0,0050	0,51	0,025	0,12	0,15	0,96
2024-11-20	TH 1y	0,04	0,84	0,3	<0,0050	0,75	0,023	<0,05	0,21	2,1
2024-12-17	TH 1y	0,40	0,92	0,44	<0,0050	0,72	0,021	0,14	0,23	1,6

Datum	Ämne	Naftalen	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Bens(a)-antracen	Krysen	Benso(b)-fluoranten
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-01-23	TH 1y		<1,0	<1,0	<1,0	3	1,2	1,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-03-19	TH 1y	<3,0	<1,0	<5,0	<1,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-06-19	TH 1y	5,4	<1,0	<1,0	1,9	5,3	<1,0	<1,0	2,2	<1,0	<1,0	<1,0
2024-09-23	TH 1y	7,6	<1,0	7	8,4	25	7,4	11	5,7	<1,0	<1,0	<2,0
2024-10-23	TH 1y	<5,0	<1,0	<1,0	<2,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-12-17	TH 1y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<11	<3,5	<7,5	<4,0	<3,5	<3,5

Datum	Ämne	Benso(k)-fluoranten	Benzo(a)-pyren	Indeno-(1,2,3-cd)-pyren	Dibens(a,h)-antracen	Benzo-(g,h,i) perylen	ΣPAH16	Σcancerog PAH	Σövriga PAH	PAH-H	PAH-L	PAH-M
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-01-23	TH 1y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	14	<3,5	10	<4,0	<3,5	6,4
2024-03-19	TH 1y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<9,5	<3,5	<6,0	<4,0	<2,5	<3,0
2024-06-19	TH 1y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	21	<3,5	17	<4,0	6,4	10
2024-09-23	TH 1y	<1,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	78	<4,5	73	<5,0	15	58
2024-10-23	TH 1y	8,8	<1,0	<1,0	<1,0	1,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-12-17	TH 1y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	18	<3,5	14	<4,0	9,8	3,9

Referensprovtagning TH 2

Provtagningsdag	Ämne	Turbiditet	Färg	Suspenderat material	pH	Temp. vid pH-mätning	Alkalinitet	Konduktion	Klorid	Sulfat	TOC
	Enhet	FNU	mg Pt/l	mg/l		°C	mg/l	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l
2024-01-23	TH 2y	5,6	57	3,6	7,4	20,3	19	8,5	7,5	8,8	4,7
2024-01-23	TH 2b	4		4,2							
2024-02-22	TH 2y	3,1	37	1	7,5	21,8	20	8,3	7,6	8,5	4,8
2024-02-22	TH 2b	2,8		2,2							
2024-03-19	TH 2y	5,1	50	4,1	7,5	19,5	20	8,2	6,6	8,6	5
2024-03-19	TH 2b	5,9		4							
2024-04-23	TH 2y	4,2	40	5	7,4	21,3	20	8,3	6,2	8,1	4,8
2024-04-23	TH 2b	4,2		4,3							
2024-05-21	TH 2y	4,5	29	5,8	7,5	20,2	18	7,9	5,8	8,2	5,1
2024-05-21	TH 2b	3,8		5,1							
2024-06-19	TH 2y	2,5	24	2,7	7,5	19,7	19	3,1	6,3	8,2	4,8
2024-06-19	TH 2b	1,9		3							
2024-07-16	TH 2y	2,3	23	3,6	7,4	21,0	13	7,7	5,9	7,8	4,6
2024-07-16	TH 2b	2,4		3,5							
2024-08-20	TH 2y	1	22	2,7	7,4	20,7	19	7,7	6,5	8,2	4,4
2024-08-20	TH 2b	1,4		1,8							
2024-09-23	TH 2y	1,2	21	1,5	7,6	20,6	21	8,6	6,6	9,9	4,4
2024-09-23	TH 2b	1,1		2,1							
2024-10-23	TH 2y	1,5	21	1,8	7,6	21,6	23	9,2	6,2	7,9	4,7
2024-10-23	TH 2b	1,6		2,1							
2024-11-20	TH 2y	3,4	21	3,6	7,5	19,8	16	3,1	6,1	34	4,8
2024-11-20	TH 2b	2,9		4							
2024-12-17	TH 2y	4	32	4,5	7,4	20,4	19	8	6,4	8,2	4,5
2024-12-17	TH 2b	3,7		5,2							

Datum	Ämne	NH4-N	PO4-P	NO3-N	NO2-N	Total fosfor	Total kväve	Arsenik	Barium	Bly	Kadmium
	Enhet	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-01-23	TH 2y	24	0,006	450	5,8	0,021	0,77	0,21	14	0,23	0,007
2024-02-22	TH 2y	18	<0,0050	410	3,2	0,0071	0,59	0,19	12	0,14	0,006
2024-03-19	TH 2y	12	<0,0050	440	4,4	0,008	0,63	0,2	12	0,16	0,0059
2024-04-23	TH 2y	15	<0,0050	380	3,8	0,013	0,62	0,19	12	0,15	0,0051
2024-05-21	TH 2y	11	<0,0050	350	4	0,0066	0,55	0,22	11	0,23	0,0084
2024-06-19	TH 2y	27	<0,0050	320	3	0,01	0,63	0,18	11	0,09	0,0046
2024-07-16	TH 2y	8,6	<0,0050	360	6,1	0,0062	0,31	0,17	11	0,11	0,0047
2024-08-20	TH 2y	17	<0,0050	360	3	<0,0050	0,57	0,19	13	0,074	0,0045
2024-09-23	TH 2y	15	<0,0050	330	2,3	0,0057	0,5	0,16	10	0,05	<0,0040
2024-10-23	TH 2y	11	<0,0050	350	1,7	0,0067	0,58	0,17	11	0,089	0,0051
2024-11-20	TH 2y	14	<0,0050	360	1	0,0084	0,59	0,18	10	0,13	0,005
2024-12-17	TH 2y	20	<0,0050	390	2,6	0,0091	0,59	0,19	13	0,17	0,0045

Datum	Ämne	Kobolt	Koppar	Krom	Kvicksilver	Nickel	Strontium	Uran	Vanadin	Zink
	Enhet	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-01-23	TH 2y	0,081	1,1	0,6	<0,0050	1,2	0,027	0,18	0,52	2,5
2024-02-22	TH 2y	0,04	1,6	0,28	<0,0050	0,82	0,023	0,13	0,28	7,1
2024-03-19	TH 2y	0,058	0,94	0,26	<0,0050	0,69	0,024	0,17	0,38	1,6
2024-04-23	TH 2y	0,045	0,88	0,24	<0,0050	0,45	0,023	0,13	0,32	1,6
2024-05-21	TH 2y	0,073	2	0,38	<0,0050	0,85	0,022	0,15	0,31	13
2024-06-19	TH 2y	0,035	0,8	0,19	<0,0050	0,45	-	0,15	0,21	1,4
2024-07-16	TH 2y	0,038	0,72	0,23	<0,0050	0,37	0,023	0,14	0,22	1,1
2024-08-20	TH 2y	0,024	0,7	0,13	<0,0050	0,46	0,022	0,12	0,17	0,82
2024-09-23	TH 2y	0,02	0,81	0,13	<0,0050	0,47	0,023	0,13	0,14	1,1
2024-10-23	TH 2y	0,035	2,5	0,41	<0,0050	0,92	0,024	0,14	0,17	36
2024-11-20	TH 2y	0,046	1,3	0,22	<0,0050	0,55	0,023	0,19	0,22	2,7
2024-12-17	TH 2y	0,052	0,97	0,36	<0,0050	0,43	0,022	0,15	0,28	1,8

Datum	Ämne	Naftalen	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Bens(a)- antracen	Krysen	Benso(b)- fluoranten
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-01-23	TH 2y	<5,0	<1,0	<1,0	1,3	8,4	3,5	3,3	1,4	<1,0	<1,0	<1,0
2024-03-19	TH 2y	3,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	1,3	<1,0	<1,0
2024-05-21	TH 2y	5,9	<1,0	<1,0	<1,0	2,8	<1,0	2,4	4,3	<1,0	<1,0	<1,0
2024-06-19	TH 2y	170	<1,0	3,4	<1,0	5,6	<1,0	1,7	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-09-23	TH 2y	13	3,8	8,4	9	17	9,5	9,3	4,9	<1,0	<1,0	<2,0
2024-12-17	TH 2y	12	<1,0	<1,0	<1,0	2,3	<1,0	2,6	1,4	<1,0	<1,0	<1,0

Datum	Ämne	Benso(k)- fluoranten	Benzo(a)- pyren	Indeno- (1,2,3-cd)- pyren	Dibens(a,h)- antracen	Benzo- (g,h,i) perylene	ΣPAH16	Σcancerog PAH	Σövriga PAH	PAH-H	PAH-L	PAH-M
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-01-23	TH 2y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	25	<3,5	22	<4,0	<3,5	18
2024-03-19	TH 2y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	9,4	<3,5	5,9	<4,0	<1,5
2024-05-21	TH 2y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	21	<3,5	18	<4,0	6,9	11
2024-06-19	TH 2y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	190	<3,5	180	<4,0	170	9,3
2024-09-23	TH 2y	<1,0	<3,0	<1,0	<1,0	<1,0	80	<5,0	75	<5,5	25	50
2024-12-17	TH 2y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	24	<3,5	21	<4,0	13	7,3

Referensprovtagning TH 3

Provtagningsdag	Ämne	Turbiditet	Färg	Suspenderat material	pH	Temp. vid pH-mätning	Alkalinitet	Konduktion	Klorid	Sulfat	TOC
	Enhet	FNU	mg Pt/l	mg/l		°C	mg/l	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l
2024-03-20	TH 3y	5,6	48	3,5	7,5	20	14	8,3	6,7	9,5	4,6
2024-03-20	TH 3b	4,5		6,9							
2024-04-23	TH 3y	4,5	46	3,7	7,5	19,8	20	8,1	6,6	8,1	4,7
2024-04-23	TH 3b	5,1		3,4							
2024-05-21	TH 3y	2,4	29	<2	7,5	20,1	19	8	5,8	9,3	4,9
2024-05-21	TH 3b	2,7		2,3							
2024-06-19	TH 3y	2,3	25	2,3	7,5	20,1	18	7,1	6,3	8,1	4,9
2024-06-19	TH 3b	2,1		2,9							
2024-07-16	TH 3y	2,0	23	2,3	7,5		14	7,9	5,2	8,5	5,3
2024-07-16	TH 3b	1,8		2,9							
2024-08-20	TH 3y	1,6	21	1,7	7,3	21,3	20	8,4	6,1	8,2	4,8
2024-08-20	TH 3b	3,2		7,3							
2024-09-23	TH 3y	2,9	31	2,9	7,5	20,4	20	8	6,6	8	4,7
2024-09-23	TH 3b	2,3		2,4							
2024-10-22	TH 3y	1,3	23	2	7,4	21,7	20	8,9	6,2	8,7	4,6
2024-10-22	TH 3b	1,9		1,6							
2024-11-20	TH 3y	1,6	17	1,6	7,4	20,5	18	7,9	6,3	9,1	4,5
2024-11-20	TH 3b	1,2		1,8							
2024-12-19	TH 3y	3,1	41	3,7	7,4	22,4	18	8,3	6	8	4,9
2024-12-19	TH 3b	3,1	48	6							

Datum	Ämne	NH4-N	PO4-P	NO3-N	NO2-N	Total fosfor	Total kväve	Arsenik	Barium	Bly	Kadmium
	Enhet	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-03-20	TH 3y	3,5	<0,0050	430	2,8	0,013	0,62	0,22	14	0,22	0,0062
2024-04-23	TH 3y	6,2	<0,0050	380	3,9	0,012	0,59	0,2	13	0,16	0,0049
2024-05-21	TH 3y	11	<0,0050	350	3,2	0,006	0,57	0,19	11	0,17	0,006
2024-06-19	TH 3y	12	0,0062	340	3,1	<0,005	0,59	0,2	11	0,1	0,0049
2024-07-16	TH 3y	26	<0,0050	340	4,3	0,008	0,57	0,18	11	1,7	0,0084
2024-08-20	TH 3y	20	<0,0050	340	3,2	0,006	0,62	0,19	13	0,2	0,0091
2024-09-23	TH 3y	15	<0,0050	330	3,3	0,012	0,59	0,19	11	0,22	0,0061
2024-10-22	TH 3y	8,2	<0,0050	340	2,2	0,010	0,54	0,19	10	0,08	0,0043
2024-11-20	TH 3y	8,9	<0,0050	360	<1,0	0,007	0,62	0,17	10	0,08	<0,0040
2024-12-19	TH 3y	29	<0,0050	400	2,7	0,021	0,74	0,21	13	0,2	0,013

Datum	Ämne	Kobolt	Koppar	Krom	Kvicksilver	Nickel	Strontium	Uran	Vanadin	Zink	Klorofyll
	Enhet	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-03-20	TH 3y	0,066	1,1	0,37	<0,0050	0,69	0,026	0,21	0,53	2,7	
2024-04-23	TH 3y	0,053	0,97	0,27	<0,0050	0,51	0,024	0,17	0,43	1,9	
2024-05-21	TH 3y	0,037	1,6	0,2	<0,0050	0,49	0,023	0,14	0,22	5	
2024-06-19	TH 3y	0,032	1,1	0,25	<0,0050	0,4	0,024	0,13	0,23	1,7	4,9
2024-07-16	TH 3y	0,039	23	0,28	<0,0050	0,8	0,023	0,14	0,23	19	5
2024-08-20	TH 3y	0,031	1,7	0,15	<0,0050	0,54	0,022	0,15	0,18	4,4	3,2
2024-09-23	TH 3y	0,071	1,9	0,26	<0,0050	0,55	0,024		0,3	5,3	5,1
2024-10-22	TH 3y	0,028	1	0,17	0,014	0,6	0,024		0,18	1,9	16
2024-11-20	TH 3y	0,025	1,1	0,22	<0,0050	0,57	0,023	0,11	0,17	1,8	3
2024-12-19	TH 3y	0,081	1,7	0,35	<0,0050	0,69	0,023	0,18	0,32	6	<2

Datum	Ämne	Naftalen	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Bens(a)- antracen	Krysen	Benso(b)- fluoranten
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-04-23	TH 3y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,7	<1,0	1,7	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-06-19	TH 3y	<5,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,4	<1,0	1	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-09-23	TH 3y	10	2,6	10	16	27	10	9,4	6,4	<1,0	<1,0	<2,0
2024-10-22	TH 3y	7,8	<1,0	<1,0	1,9	2,6	<1,0	1,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-11-20	TH 3y	94	<1,0	7,8	8,1	7,3	1,3	<1,0	1,8	<1,0	<1,0	<1,0
2024-12-19	TH 3y	1,5	<1,0	<1,0	<1,0	1,9	<1,0	1,1	1,1	<1,0	<1,0	<1,0

Datum	Ämne	Benso(k)- fluoranten	Benzo(a)- pyren	Indeno- (1,2,3-cd)- pyren	Dibens(a,h)- antracen	Benzo- (g,h,i) perylene	ΣPAH16	Σcancerog PAH	Σövriga PAH	PAH-H	PAH-L	PAH-M
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-04-23	TH 3y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	10	<3,5	6,9	<4,0	<1,5	4,9
2024-06-19	TH 3y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	13	<3,5	9,4	<4,0	<3,5	5,4
2024-09-23	TH 3y	<1,0	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	96	<4,5	92	<5,0	23	69
2024-10-22	TH 3y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	20	<3,5	16	<4,0	8,8	7,1
2024-11-20	TH 3y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	120	<3,5	120	<4,0	100	19
2024-12-19	TH 3y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	12	<3,5	8,1	<4,0	2,5	5,1

Datum	Ämne	E.coli	Intest Enterokocker	Odlingsbara mikroorganismer 22°C	Koliforma bakterier 35°C
	Enhet	cfu/100ml	cfu/100ml	cfu/ml	cfu/100ml
2024-06-19	TH 3y	14	<10		
2024-07-16	TH 3y	22	12		
2024-08-20	TH 3y	53	11	62	66
2024-09-23	TH 3y	9	9	50	260
2024-10-22	TH 3y	<1	140		435
2024-12-19	TH 3y	11	20		91

Referensprovtagning TH 4

Provtagningsdag	Ämne	Turbiditet	Färg	Suspenderat material	pH	Temp. vid pH-mätning	Alkalinitet	Konduktion	Klorid	Sulfat	TOC
	Enhet	FNU	mg Pt/l	mg/l		°C	mg/l	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l
2024-03-20	TH 4y	5,9	46	4,5	7,5	19,3	19	(3,1)	6,7	8,6	4,9
2024-03-20	TH 4b	5,8		3,7							
2024-04-23	TH 4y	5,9	51	4,2	7,5	19,8	19	7,8	6,6	8,2	4,8
2024-04-23	TH 4b	5,5		4,2							
2024-05-21	TH 4y	3,3	30	3,7	7,6	20,1	20	7,9	5,9	8,8	5,1
2024-05-21	TH 4b	2,9		2,8							
2024-06-19	TH 4y	2,4	21	2,6	7,5		19	7,8	6,5	8,2	4,7
2024-06-19	TH 4b	2,4		3,4							
2024-07-16	TH 4y	2,7	24	2,5	7,5		14	7,9	5,5	8,2	5
2024-07-16	TH 4b	1,7		2,7							
2024-08-20	TH 4y	1,5	22	1,5	7,5	19,4	19	7,6	6	7,9	4,4
2024-08-20	TH 4b	1,3		3							
2024-09-23	TH 4y	1,5	24	2,3	7,6	20,4	19	8,2	6,3	7,9	4,5
2024-09-23	TH 4b	1,5		1,8							
2024-10-22	TH 4y	1,7	24	1,4	7,5	20,4	19	8,3	6,3	8,4	4,6
2024-10-22	TH 4b	1,7		2,3							
2024-11-20	TH 4y	1,7	28	2,1	7,4	20,5	19	7,9	6,2	8,4	4,4
2024-11-20	TH 4b	1,5		2,2							
2024-12-19	TH 4y	3,3	40	3,4	7,4	22,5	18	8,6	5,9	8,4	4,7
2024-12-19	TH 4b	4,3		3,6							

Datum	Ämne	NH4-N	PO4-P	NO3-N	NO2-N	Total fosfor	Total kväve	Arsenik	Barium	Bly	Kadmium
	Enhet	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-03-20	TH 4y	3,8	<0,0050	430	2,7	0,012	0,65	0,21	13	0,24	0,0065
2024-04-23	TH 4y	6,9	<0,0050	390	4,8	0,012	0,6	0,21	13	0,23	0,0052
2024-05-21	TH 4y	11	<0,0050	350	3,6	<0,005	0,56	3	11	0,99	0,0084
2024-06-19	TH 4y	12	<0,0050	340	2,9	0,0063	0,56	0,2	11	0,12	0,0051
2024-07-16	TH 4y	26	<0,0050	340	4,4	0,0068	0,57	0,26	12	0,15	0,0052
2024-08-20	TH 4y	7,3	<0,0050	340	3,3	0,0056	0,56	0,2	13	0,094	0,005
2024-09-23	TH 4y	8,7	<0,0050	330	2,4	0,0079	0,5	<0,0050	0,024	0,00014	0,18
2024-10-22	TH 4y	8,9	<0,0050	340	1,8	0,0082	0,57	0,2	11	0,085	0,0046
2024-11-20	TH 4y	9,6	<0,0050	360	1,2	0,0096	0,55	0,16	10	0,064	<0,0040
2024-12-19	TH 4y	17	<0,0050	410	3	0,011	0,58	0,21	13	0,18	0,0048

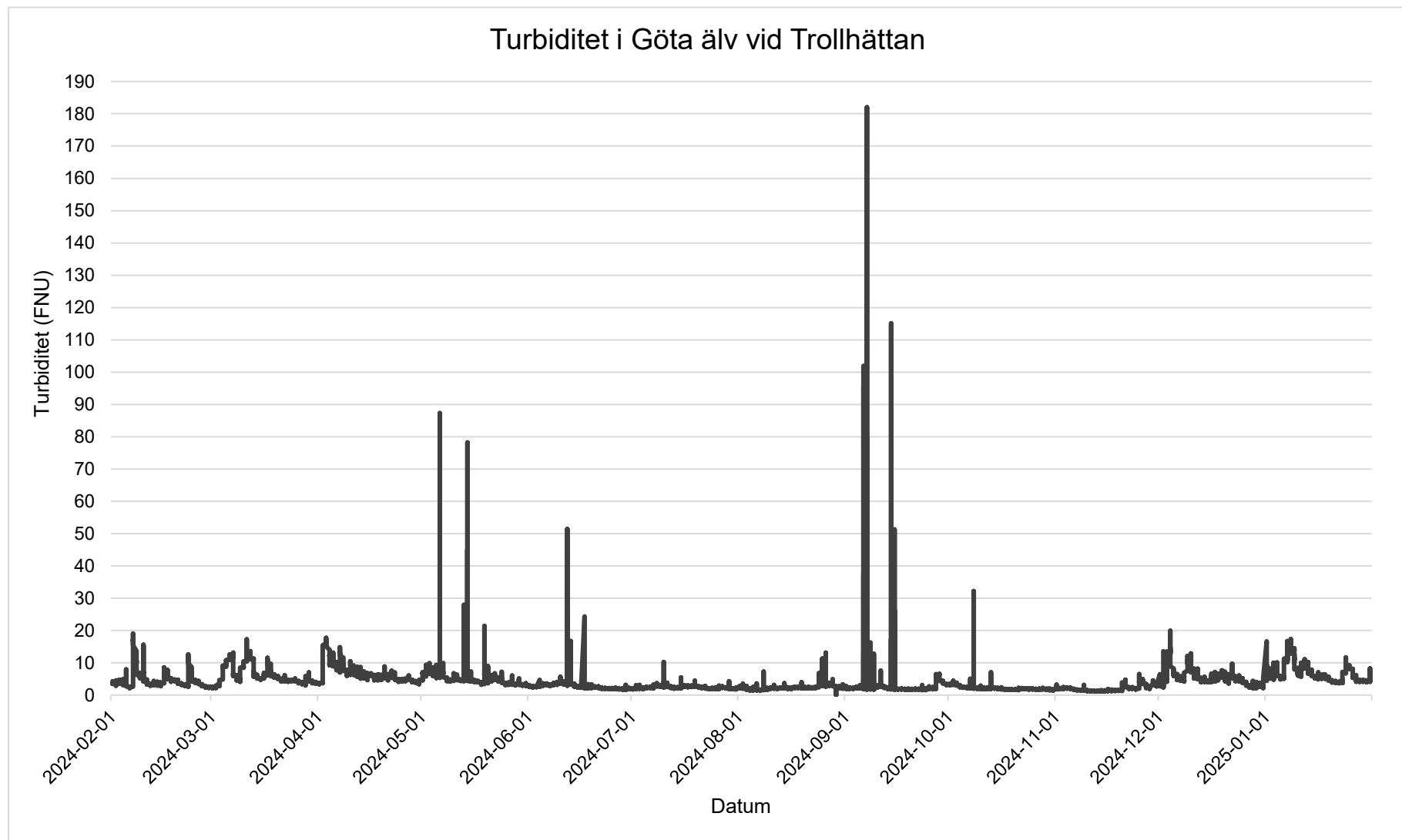
Datum	Ämne	Kobolt	Koppar	Krom	Kviksilver	Nickel	Strontium	Uran	Vanadin	Zink	Klorofyll
	Enhet	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2024-03-20	TH 4y	0,061	1,1	0,31	<0,0050	0,53	0,023	0,21	0,44	2,8	
2024-04-23	TH 4y	0,059	1	0,38	<0,0050	0,47	0,023	0,19	0,47	2	
2024-05-21	TH 4y	0,046	14	1,6	<0,0050	0,58	0,022	0,13	0,26	13	
2024-06-19	TH 4y	0,036	1	0,25	<0,0050	0,4	0,023	0,16	0,23	1,9	
2024-07-16	TH 4y	0,048	1,2	0,37	<0,0050	0,6	0,023	0,14	0,27	2,2	4,1
2024-08-20	TH 4y	0,026	0,89	0,16	<0,0050	0,55	0,022	0,3	0,18	1,5	2,9
2024-09-23	TH 4y	10	0,42	0,0054	<0,0050	0,54	0,024	0,14	0,18	5,5	3,1
2024-10-22	TH 4y	0,033	1,1	0,24	<0,0050	0,91	0,026	0,13	0,18	2,1	<= 2,2
2024-11-20	TH 4y	0,021	0,78	0,15	<0,0050	0,44	0,023	0,13	0,15	1,7	2,8
2024-12-19	TH 4y	0,071	1	0,38	<0,0050	0,52	0,023	0,15	0,39	2,2	1,7

Datum	Ämne	Naftalen	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Bens(a)- antracen	Krysen	Benso(b)- fluoranten
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-04-23	TH 4y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-06-19	TH 4y	<1,0	<2,0	<2,0	<1,0	<5,0	1,9	3,8	12	1,1	<1,0	2,8
2024-09-23	TH 4y	33	5,7	12	17	48	34	19	11	<1,0	<1,0	<2,0
2024-10-22	TH 4y	17	<1,0	<1,0	2,5	2,8	<1,0	1,5	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-11-20	TH 4y	43	<1,0	3	<1,0	2,5	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
2024-12-19	TH 4y	5,3	<1,0	<1,0	<1,0	1,9	<1,0	1,5	1,1	<1,0	<1,0	<1,0

Datum	Ämne	Benso(k)- fluoranten	Benzo(a)- pyren	Indeno- (1,2,3-cd)- pyren	Dibens(a,h)- antracen	Benzo- (g,h,i) perylene	ΣPAH16	Σcancerog PAH	Σövriga PAH	PAH-H	PAH-L	PAH-M
	Enhet	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
2024-04-23	TH 4y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<8,0	<3,5	<4,5	<4,0	<1,5	<2,5	<1,0
2024-06-19	TH 4y	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	31	6,9	24	7,4	<2,5	21	<2,0
2024-09-23	TH 4y	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	180	<4,5	180	<5,0	51	130	<2,0
2024-10-22	TH 4y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	30	<3,5	26	<4,0	18	7,8	<1,0
2024-11-20	TH 4y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	54	<3,5	52	<4,0	47	4,5	<1,0
2024-12-19	TH 4y	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	16	<3,5	<4,0	6,3	5,5	12	<1,0

Datum	Ämne	E.coli	Intest Enterokocker	Koliforma bakterier 35°C
	Enhet	cfu/100ml	cfu/100ml	cfu/100ml
2024-06-19	TH 4y	5	<10	
2024-07-16	TH 4y	23	14	
2024-09-23	TH 4y	4	110	
2024-10-23	TH 4y	5	40	365
2024-11-21	TH 4y	7	<10	84
2024-12-17	TH 4y	2	<10	248

Onlinemätning av turbiditet



Onlinemätning av turbiditet i Göta älv vid fast mätstation vid Åkerström under perioden februari 2024 - januari 2025

Bilaga 2

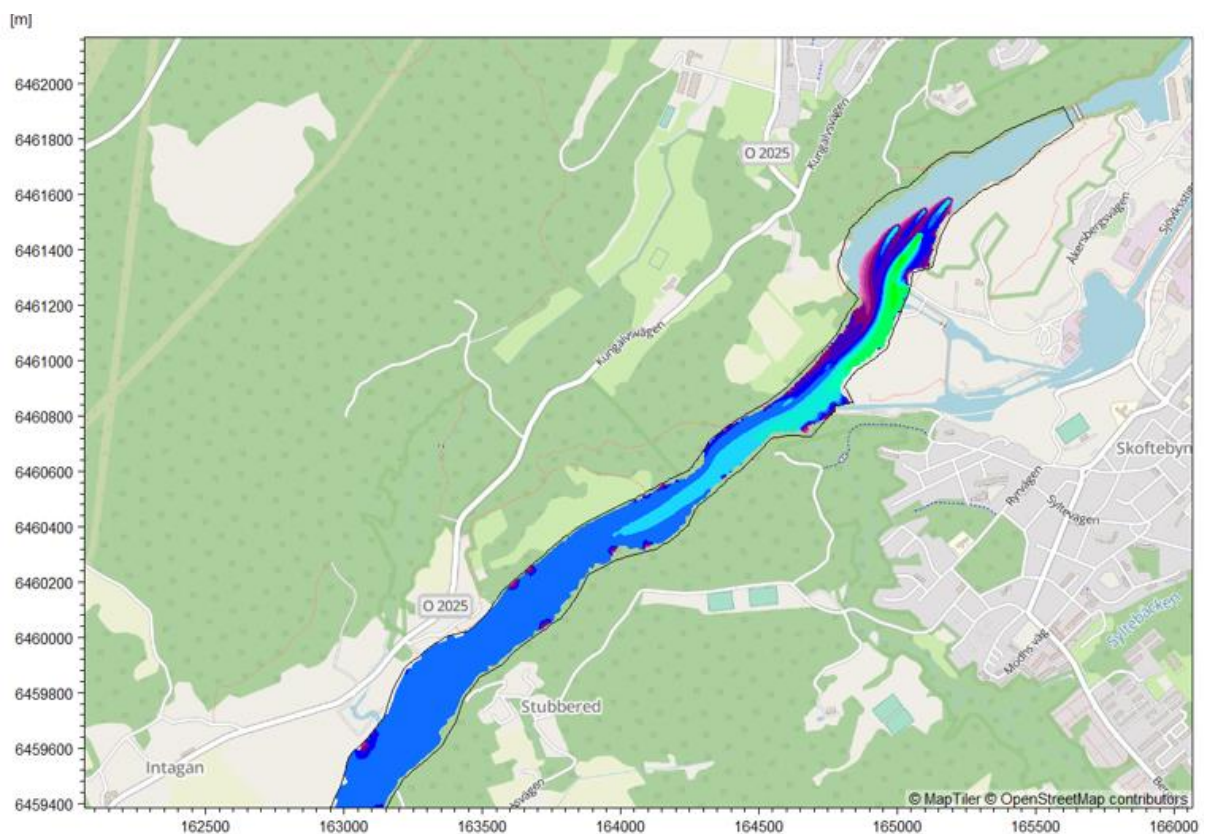
WSP AB

TROLLHÄTTAN NEW LOCKS

MODELLING OF SEDIMENT DISPERSION FROM CONSTRUCTION ACTIVITIES

13 AUGUST 2025

L





TROLLHÄTTAN NEW LOCK

DISPERSION OF SEDIMENT AND
CONTAMINANTS FROM
CONSTRUCTION ACTIVITIES

WSP AB

REPORT
CONFIDENTIAL

PROJECT NO.: 22006875

WSP
LINNES ALLE 2
2630 TAASTRUP
DENMARK
T +45 44 85 86 87
M +45 40211164 WSP.COM



Your ref.: ..

Our ref.: 22006875

13 August 2025

CONFIDENTIAL

Peter Jonsson
WSP AB

QUALITY MANAGEMENT

ISSUE/REVISION	FIRST ISSUE	REVISION 1	REVISION 2	REVISION 3
Remarks				
Date	25.06.2025	13.08.2025		
Prepared by	Martin Fredberg	Martin Fredberg		
Signature				
Checked by	Anders Jensen	Anders Jensen		
Signature				
Authorised by	Lea B. Schmidt			
Signature				
Project number	22006875			
Report number	1			
File reference				

SIGNATURES

PREPARED BY

Martin Bechmann Rogerson Fredberg
Senior Hydraulic Engineer

REVIEWED BY

Anders Jensen
Principal Advisor Coastal Dynamics & Numerical Modelling

1	BACKGROUND AND PURPOSE	9
1.1	Background	9
2	CONCLUSIONS	10
3	MODEL SETUP AND ASSUMPTIONS	11
4	RESULTS.....	14
4.1	Low flow scenario (220 m ³ /s).....	14
4.2	Mean flow scenario (543 m ³ /s)	24
4.3	High flow scenario (885 m ³ /s).....	31
5	REFERENCES.....	38

TABLES

TABLE 3-1 FLOW REGIMES USED IN THE MODEL	12
TABLE 3-2 LOCK DISCHARGES FROM HÖLJAN. ONLY THE MEAN VALUES ARE USED IN THE MODEL	12
TABLE 3-3 GRAIN SIZE DISTRIBUTION USED IN THE MODEL.....	13

FIGURES

FIGURE 3-1 GÖTA ÄLV BATHYMETRY BASED ON MEASUREMENT DATA DELIVERED BY WSP SVERIGE AB. ALL COORDINATES ARE IN SWEREF99_12_00.	11
FIGURE 3-2: SEDIMENT SPILL SOURCE POINTS. RED: DREDGING. GREEN: EROSION PROTECTION. THE MARKED AREAS ARE APPROXIMATE LOCATION OF DREDGING AND EROSION PROTECTION RESPECTIVELY.....	13
FIGURE 4-1: MAXIMUM CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT FROM TROLLHÄTTAN TO LILLA EDET OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. CONCENTRATION AT LILLA EDET: 3.3 MG/L. LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).....	15
FIGURE 4-2: ZOOM OF MAXIMUM CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).....	16
FIGURE 4-3: MEAN CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT FROM TROLLHÄTTAN TO LILLA EDET OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. CONCENTRATION AT LILLA EDET: 1.5 MG/L. LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).....	17
FIGURE 4-4: ZOOM OF MEAN CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).....	18
FIGURE 4-5: MAXIMUM CONCENTRATION OF SUSPENDED SEDIMENT FOR THE DIFFERENT GRAIN SIZES OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. UPPER LEFT: FRACTION 1 = UP TO 3 UM, FRACTION 2 = 3-60 UM, FRACTION 3 = 60 - 200 UMLOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).....	19
FIGURE 4-6: MEAN CONCENTRATION OF SUSPENDED SEDIMENT FOR THE DIFFERENT GRAIN SIZES OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. UPPER LEFT: FRACTION 1 = UP TO 3 UM, FRACTION 2 = 3-60 UM, FRACTION 3 = 60 - 200 UM. LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).....	20
FIGURE 4-7: PERIOD OF EXCEEDANCE OF SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATIONS OVER A SPECIFIC VALUE. UPPER LEFT: >10 MG/L. UPPER RIGHT: >20MG/L. LOWER LEFT: >25MG/L. LOWER RIGHT: >100MG/L. LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).....	21
FIGURE 4-8: DEPOSITION OF SEDIMENT AFTER DREDGING (76 DAYS). LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).	22

FIGURE 4-9: ZOOM OF DEPOSITION OF SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN AFTER DREDGING (76 DAYS). LOW FLOW SCENARIO (220 M ³ /S).	23
FIGURE 4-10: MAXIMUM CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT FROM TROLLHÄTTAN TO LILLA EDET OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. CONCENTRATION AT LILLA EDET: 1.4 MG/L. MEAN FLOW SCENARIO (543 M ³ /S).	24
FIGURE 4-11: ZOOM OF MAXIMUM CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. MEAN FLOW SCENARIO (543 M ³ /S).	25
FIGURE 4-12: MEAN CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT FROM TROLLHÄTTAN TO LILLA EDET OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. CONCENTRATION AT LILLA EDET: 0.6 MG/L. MEAN FLOW SCENARIO (543 M ³ /S).	26
FIGURE 4-13: ZOOM OF MEAN CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. MEAN FLOW SCENARIO (543 M ³ /S).	27
FIGURE 4-14: PERIOD IN DAYS OF EXCEEDANCE OF SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATIONS OVER A SPECIFIC VALUE. UPPER LEFT: >10 MG/L. UPPER RIGHT: >20MG/L. LOWER LEFT: >25MG/L. LOWER RIGHT: >100MG/L. MEAN FLOW SCENARIO (543 M ³ /S).	28
FIGURE 4-15: DEPOSITION OF SEDIMENT AFTER DREDGING (76 DAYS). MEAN FLOW SCENARIO (543 M ³ /S).	29
FIGURE 4-16: ZOOM OF DEPOSITION OF SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN AFTER DREDGING (76 DAYS). MEAN FLOW SCENARIO (543 M ³ /S).	30
FIGURE 4-17: MAXIMUM CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT FROM TROLLHÄTTAN TO LILLA EDET OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. CONCENTRATION AT LILLA EDET: 0.9 MG/L. HIGH FLOW SCENARIO (885 M ³ /S).	31
FIGURE 4-18: ZOOM OF MAXIMUM CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. HIGH FLOW SCENARIO (885 M ³ /S).	32
FIGURE 4-19: MEAN CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT FROM TROLLHÄTTAN TO LILLA EDET OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. CONCENTRATION AT LILLA EDET: 0.4 MG/L. HIGH FLOW SCENARIO (885 M ³ /S).	33
FIGURE 4-20: ZOOM OF MEAN CONCENTRATION OF TOTAL SUSPENDED SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN OVER THE WHOLE SIMULATION PERIOD. HIGH FLOW SCENARIO (885 M ³ /S).	34

FIGURE 4-21: PERIOD IN DAYS OF EXCEEDANCE OF SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATIONS OVER A SPECIFIC VALUE. UPPER LEFT: >10 MG/L. UPPER RIGHT: >20MG/L. LOWER LEFT: >25MG/L. LOWER RIGHT: >100MG/L. HIGH FLOW SCENARIO (885 M ³ /S).....	35
FIGURE 4-22: DEPOSITION OF SEDIMENT AFTER DREDGING (76 DAYS). HIGH FLOW SCENARIO (885 M ³ /S).	36
FIGURE 4-23: ZOOM OF DEPOSITION OF SEDIMENT NEAR TROLLHÄTTAN AFTER DREDGING (76 DAYS). HIGH FLOW SCENARIO (885 M ³ /S).	37

1 BACKGROUND AND PURPOSE

1.1 BACKGROUND

WSP Sverige AB has requested WSP A/S Danmark to model sediment dispersion caused by dredging and other construction activities related to construction of a new lock for ships in Göta Älv at Trollhättan located 13 km downstream from Vänern.

Water intake and a hydroelectric powerplant located downstream of the construction site as well as general environmental concerns require specific knowledge of the transport and dispersion of sediment resulting from the construction activities.

The purpose of this study is to provide information in time and space on the expected concentrations of sediment and sedimentation resulting from sediment spilling activities such as dredging of new entrance channels.

2 CONCLUSIONS

- The highest concentrations are seen in the immediate area where dredging occurs.
- Maximum sediment concentrations at the construction site vary from 5 to 25 mg/l depending on high, medium and low flow scenario.
- Maximum sediment concentrations at Lilla Edet vary from 0.9 to 3.3 mg/l.
- Mean sediment concentrations at the construction site vary from 2 to 9 mg/l depending on high, medium and low flow scenario.
- Mean sediment concentrations at Lilla Edet vary from 0.4 to 1.5 mg/l.
- Only fine fraction particles reach the water intake at Lilla Edet about 3 km downstream of the construction site. Coarser fractions settle before Intagan which is a small place 6 km south of Trollhättan.
- The finest particles ($\leq 3\mu\text{m}$) are suspended indefinitely, i.e. all the way to the sea at Göteborg.
- Spilled sediment accumulates within 1 km from the dredging site, with a depth up to 30 cm. Further downstream the depositions are only 1-3 cm deep. No deposition happens near Lilla Edet.

3 MODEL SETUP AND ASSUMPTIONS

WSP is using the MIKE model tools from DHI. Based on experience WSP is using a horizontal 2-dimensional model with a flexible mesh which allows a very high resolution near the working sites and the sources of sediment spill from dredging and other operations.

MIKE 21FM is the leading software package for 2D modelling of hydrodynamics, waves, sediment dynamics, water quality and ecology. It is a professional software of high reliability, quality and versatility. MIKE 21 is a modular product and includes simulation engines that are aimed at a very wide range of applications. For the analysis a horizontal 2D model is used which provides depth integrated values of sediment concentrations, current velocities etc. as it is assumed that the water column in Göta Älv downstream the construction site is well mixed due to current-induced turbulence. Intrusion of salt water from Kattegat will not reach north of Göteborg and will therefore not be a factor in this part of the model study. The simulation of the transport of fine-grained sediment from the construction and dredging sites are depth averaged values, causing the spill to be released in the entire water column. In a very well mixed fluvial environment, the 2D approach will be well suited to give a realistic picture of the spreading and transport of the spilled sediment.

More documentation of MIKE 21 can be found at: [MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM - Mud Transport Module \(mikepoweredbydhi.help\)](http://mikepoweredbydhi.help).

The model includes sedimentation and resuspension of the spilled sediment and there are no constraints regarding minimum or maximum concentrations.

WSP has established a flexible mesh model covering the distance between the construction site at Trollhättan to Lilla Edet, see Figure 3-1.

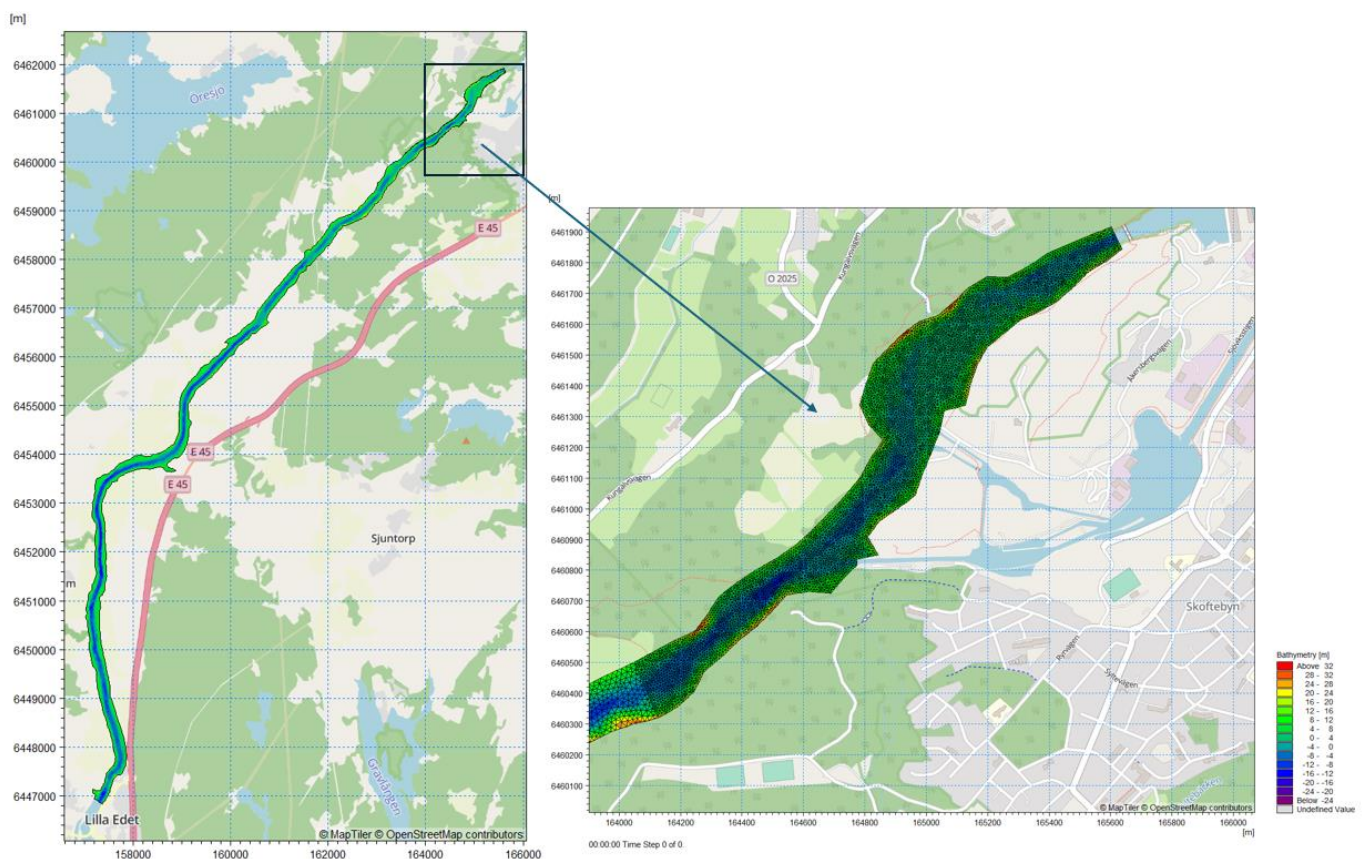


Figure 3-1 Göta Älv bathymetry based on measurement data delivered by WSP Sverige AB. All coordinates are in Sweref99_12_00.

For the simulations three different flow scenarios in Göta Älv are modelled: High flow, mean flow and low flow, see Table 3-1. The flow scenarios are based on simulation data from SMHI's S_HYPE hydrological model delivering calculated, daily flow values for the period from 2010 to 2024. The mean flow is calculated as the statistical mean value whereas the high and low flow are

calculated respectively as the mean of yearly maximum discharges and yearly minimum discharges. The dredging is planned to happen during wintertime wherefore only the maximum and minimum discharges of winter months are taken into consideration.

The flow scenarios are used as upstream boundary condition in the model area.

Table 3-1 Flow regimes used in the model.

	Low	Mean	High
River flow (m ³ /s)	220	543	885

Another upstream boundary condition is the discharge from the lock between Höljan and Göta Älv. Expected minimum, mean and maximum values are listed in Table 3-2. Only the mean values are used for the simulation independent of flow scenario. In the model the mean discharge of 30.8 m³/s is set to happen for 10 minutes, 7 times during the night, every day for the entire simulation period. The lock is mainly used during nighttime hence the dispersion during times of dredging (i.e. daytime) is governed by the mainstream flow in Göta Älv. The lock discharge is seen to be small compared to the general flow in Göta Älv which means that the dispersion is not significantly influenced by the periodic small increases in flow velocities.

Table 3-2 Lock discharges from Höljan. Only the mean values are used in the model.

	Minimum	Mean	Maximum
Single lock filling (m ³ /s)	20,5	30,8	41,0
Operation time (min)	10	10	10
Number of operations per day	6	7	8
Daily lock volume (m ³)	68,947	129,276	206,842
Annual lock volume (m ³)	25,165,800	47,185,875	75,497,400
Average flow per day (m ³ /s)	0,80	1,50	2,39

The downstream boundary condition at Lilla Edet is set as a water level boundary of 8 m. This corresponds well with the observed water level by the power plant at Lilla Edet.

The bed resistance is set as an expected mean Manning value of 25 m^{1/3}/s throughout the entire river section included in the model.

The model considers dredging of 72,000 m³ with a dredging rate of 1000 m³/day (12 working hours). Only a single dredger during construction. Spillage of sediment from dredging is estimated to 3% based on a large number of in situ measurements reported in (Laboyrie, 2018). Blasting also happens during the same period but is not considered in the model. During another period of 4 days 4,000 m³ erosion protection is placed near Skälsbo. The erosion protection consists of blast stones which are covered in blast dust. This dust is dispersed as they are placed. The spillage is unknown but set as 1% of blast stone mass in the model. The total simulation period is 76 days while also considering Saturdays and Sundays to be working days.

As the dredging area covers a larger area near Trollhättan the sediment spill is divided into 9 different source points to capture the differences in flow conditions at different locations of the dredging site, see Figure 3-2. The area of dredging is divided into 6 points with 1/6 of the original source spill rate. The area of erosion protection is divided into 3 points with 1/3 of the original source spill rate.

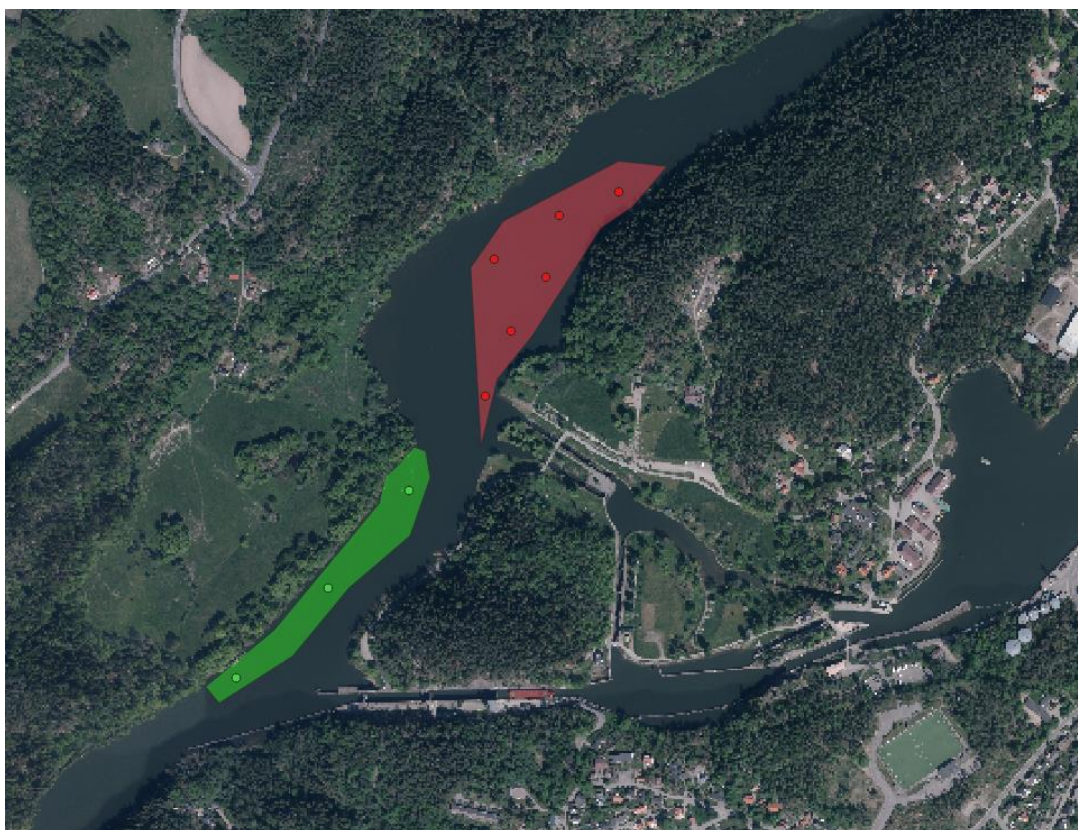


Figure 3-2: Sediment spill source points. Red: Dredging. Green: Erosion protection. The marked areas are approximate location of dredging and erosion protection respectively.

Grain size distribution in the dredged masses is calculated as an average of the analyzed geotechnical samples divided into 3 fractions (coarse silt, medium silt and fine silt). The fractions are further explained in Table 3-3.

Table 3-3 Grain size distribution used in the model.

	Coarse silt	Medium silt	Fine silt
Grain size (µm)	200	60	3
Spill distribution (%)	20	20	60

It was noted from many of the geotechnical samples that about 50% of the sediment had a grain size smaller than the 3 µm of fine silt used in the model. The material is compact in the riverbed but might completely dissolve when dredged. The behavior of these clay-like particles has not been thoroughly studied in relation to what happens during dredging. Either the material might stay together in lumps which will settle close to the dredging sites, or it might completely dissolve to give the situation shown in the model results. Thus, the model results indicate a worst-case scenario regarding suspended sediment concentrations.

Amount of contaminants attached to the sediment can be calculated by multiplying the concentration of the contaminant found in sediment samples with the modelled concentration of the spilled sediment in the river

4 RESULTS

The concentration of sediment spilled during construction is shown on the figures below. The concentrations shown are only representative for the net concentration generated by the construction activities. Background concentration or natural occurring concentration of sediment in the river is not included in the model results but can be added to the results as required.

Total suspended sediment concentrations (SSC) indicate the sum of all three fractions of silt included in the model.

4.1 LOW FLOW SCENARIO (220 M³/S)

The low flow scenario is the most critical in relation to dispersion of sediment material where the highest concentration of suspended sediment is achieved.

The maximum concentration of total suspended sediment during the simulation is shown in Figure 4-1 with a zoom near Trollhättan shown in Figure 4-2. The maximum value is found within the dredging area of 25 mg/l. The suspended sediment is quickly dispersed and converges to a relatively high value of 3.3 mg/l which is also seen at Lilla Edet. The maximum value is the worst-case concentration that occurs during the total dredging period at any given location at any given location, and the figures do not indicate a specific time when these concentrations occur.

Likewise, the mean concentration of total suspended sediment over the simulation period is shown in Figure 4-3 and a zoom near Trollhättan in Figure 4-4. The mean concentrations are generally much lower since the dredging only occurs during daytime. During nighttime the suspended sediment is carried downstream in a pulse (since it takes about 2 days to reach Lilla Edet from Trollhättan). All upstream parts of Göta Älv will then have close to no concentration of suspended sediment during non-dredging hours. The maximum value of the mean concentration is seen to be 9 mg/l located within the dredging area. The concentration at Lilla Edet is 1.5 mg/l. For the lower part of Göta Älv towards Lilla Edet the concentration is mainly governed by the pulses of suspended sediment. The pulse lasts for about 12 hours with a concentration close to the maximum value. During off periods the concentration is close to zero. Since dredging occurs for 12 hours a day the mean concentration near Lilla Edet is about half of the maximum concentration.

The reason why the total suspended sediment concentration is not decreasing steadily towards Lilla Edet is derived from Figure 4-5 and Figure 4-6 showing the maximum and mean concentrations of the different grain fractions respectively. The medium (60 µm) and coarse (200 µm) silt fractions both settle relatively quickly after leaving Trollhättan. On the other hand, the fine silt (3 µm) has a settling velocity that is very small which means that the critical shear stress for settling is always exceeded in all parts of Göta Älv, even for the low flow scenario. Thus, the fine silt never settles after it has been dredged from the riverbed and spilled. This gives that the suspended sediment concentration is constant from about Intagan (a small place 6 km south of Trollhättan shown on the background maps) and all the way to Lilla Edet. The 3.3 mg/l maximum value and 1.5 mean value is solely due to the finest fraction whereas the medium and coarse fractions are both practically zero south of Intagan. Most likely the clay-like material is carried all the way to Göteborg.

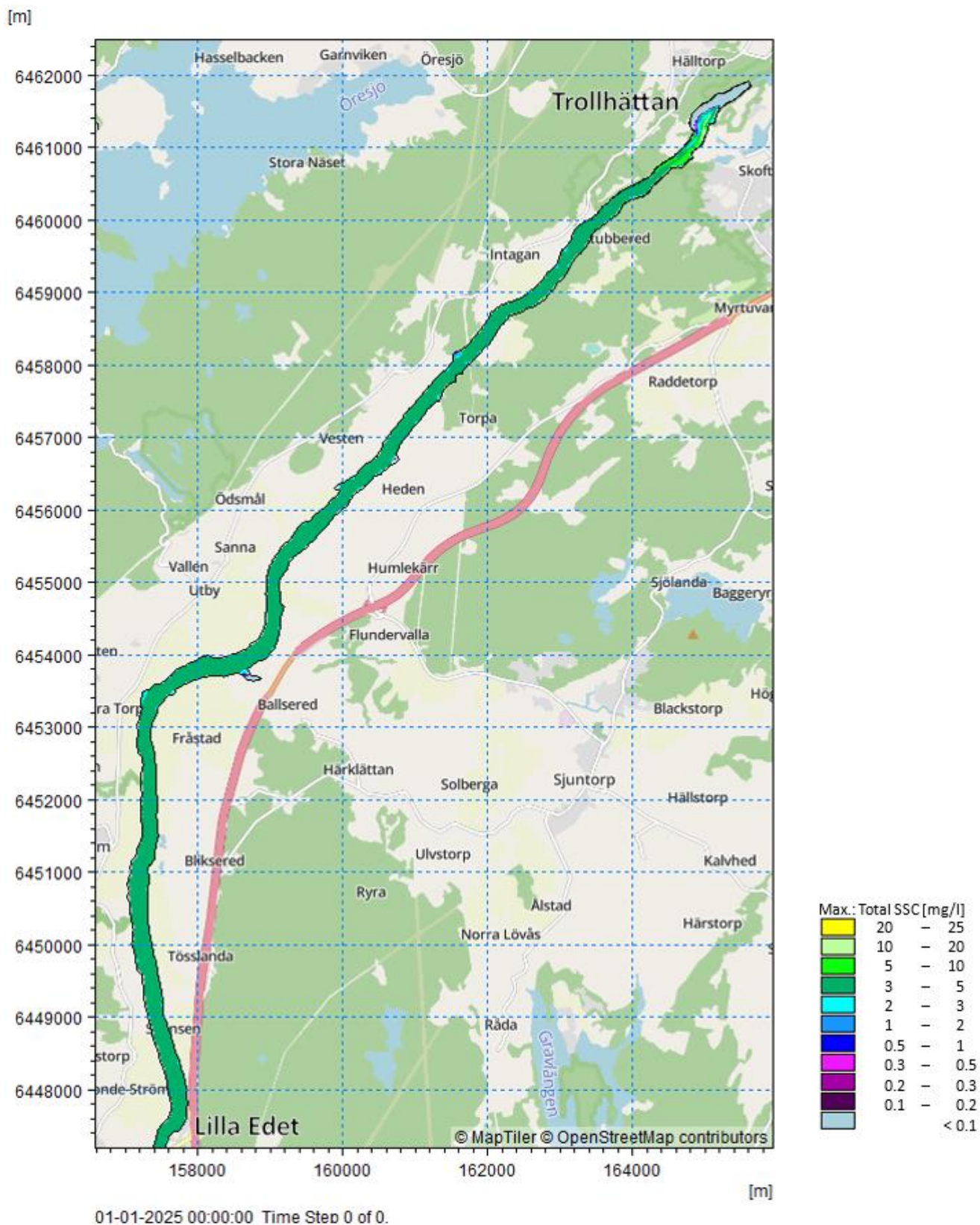


Figure 4-1: Maximum concentration of total suspended sediment from Trollhättan to Lilla Edet over the whole simulation period. Concentration at Lilla Edet: 3.3 mg/l. Low flow scenario (220 m³/s).

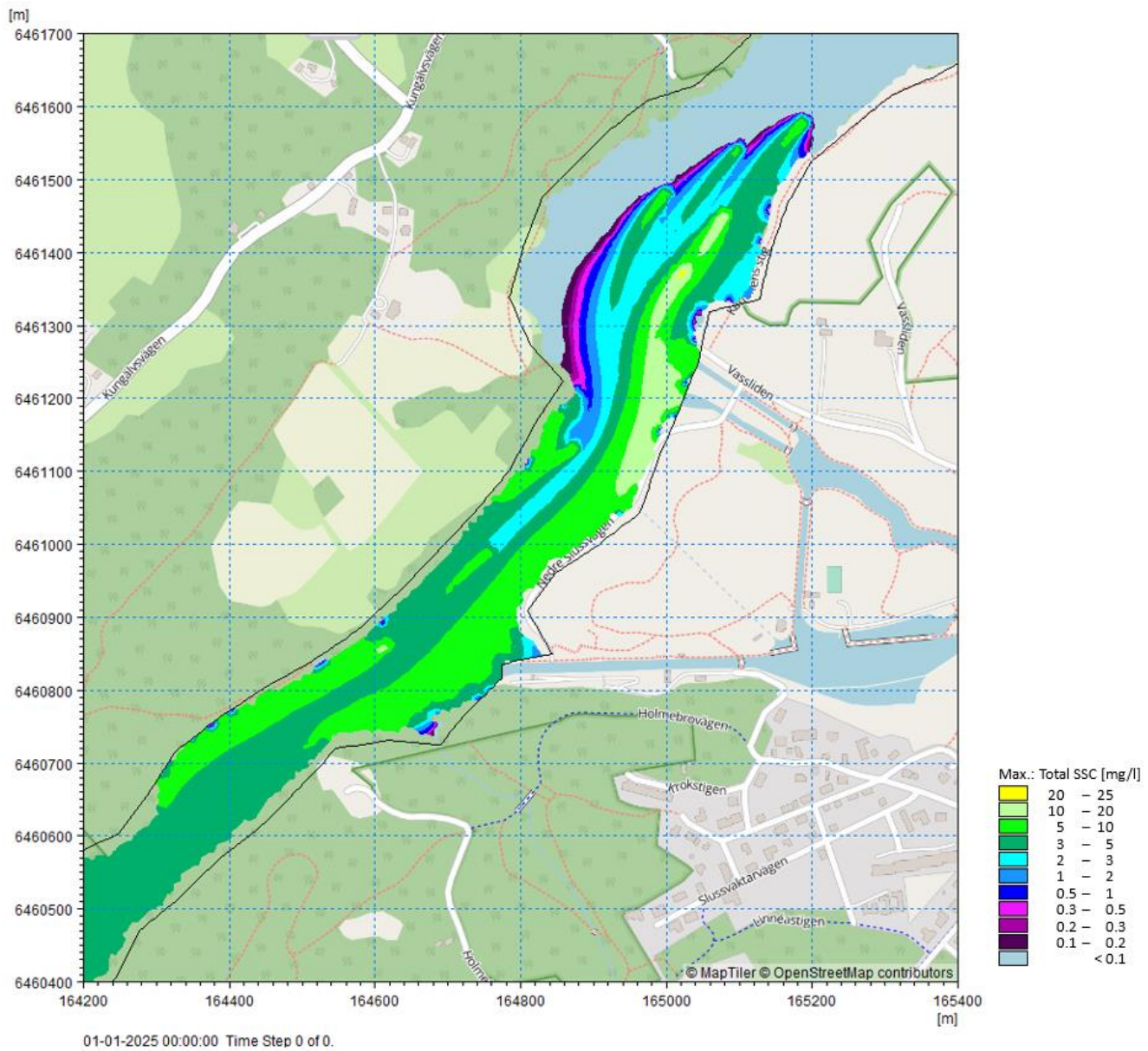


Figure 4-2: Zoom of maximum concentration of total suspended sediment near Trollhättan over the whole simulation period. Low flow scenario ($220 \text{ m}^3/\text{s}$).

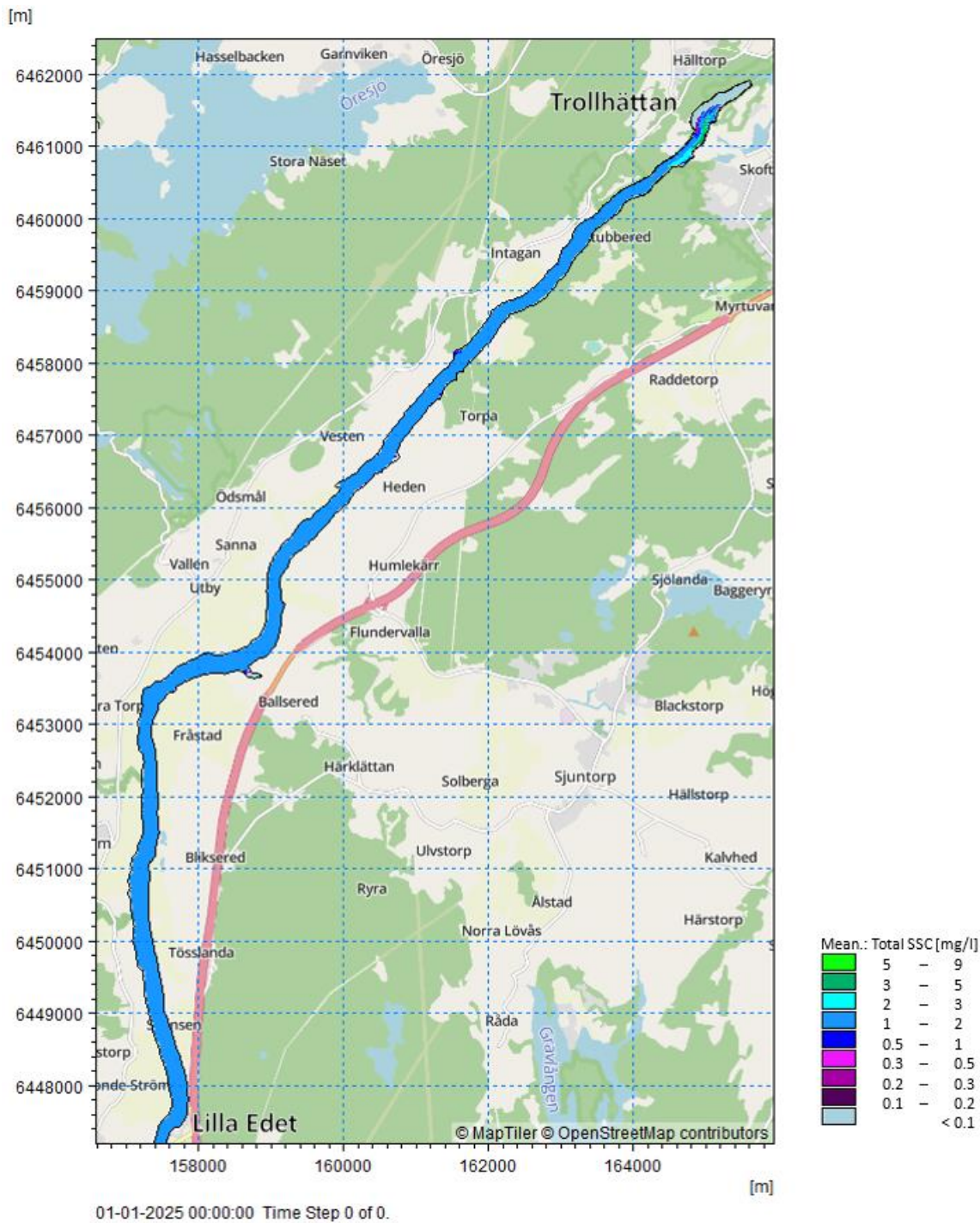


Figure 4-3: Mean concentration of total suspended sediment from Trollhättan to Lilla Edet over the whole simulation period. Concentration at Lilla Edet: 1.5 mg/l. Low flow scenario (220 m³/s).

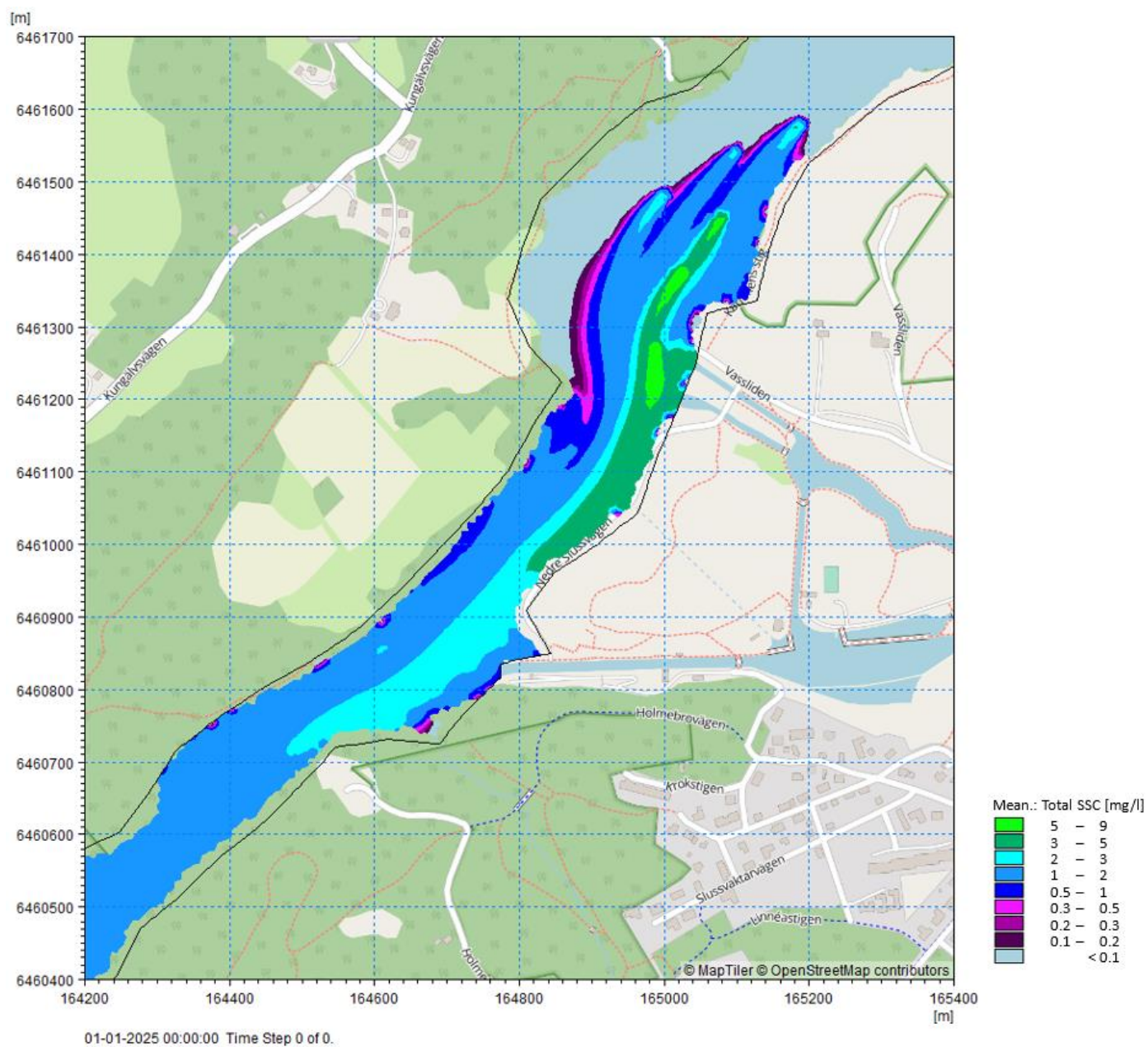


Figure 4-4: Zoom of mean concentration of total suspended sediment near Trollhättan over the whole simulation period. Low flow scenario (220 m³/s).

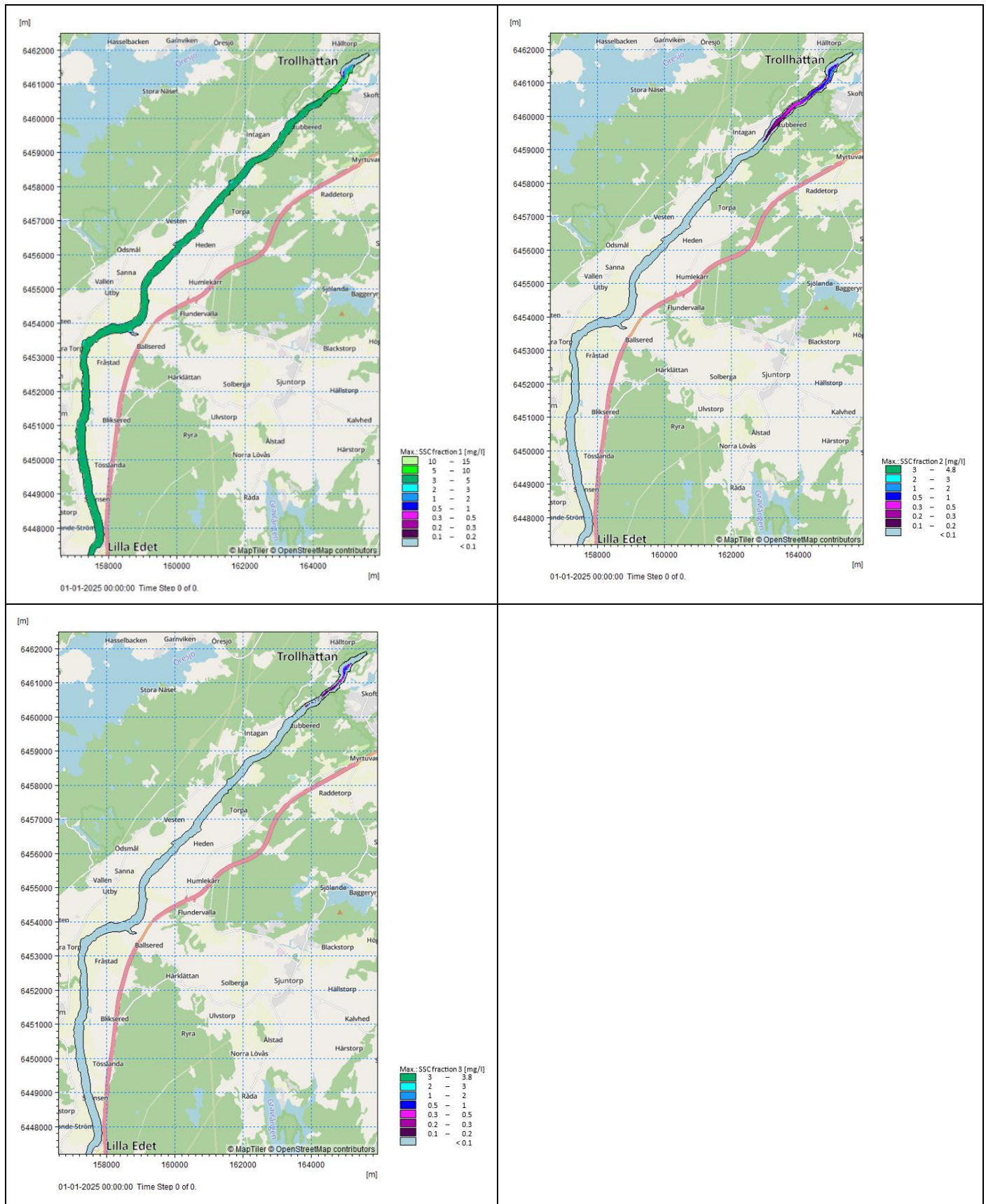


Figure 4-5: Maximum concentration of suspended sediment for the different grain sizes over the whole simulation period. Upper left: Fraction 1 = up to 3 um, fraction 2 = 3-60 um, fraction 3 = 60 - 200 um Low flow scenario (220 m³/s).

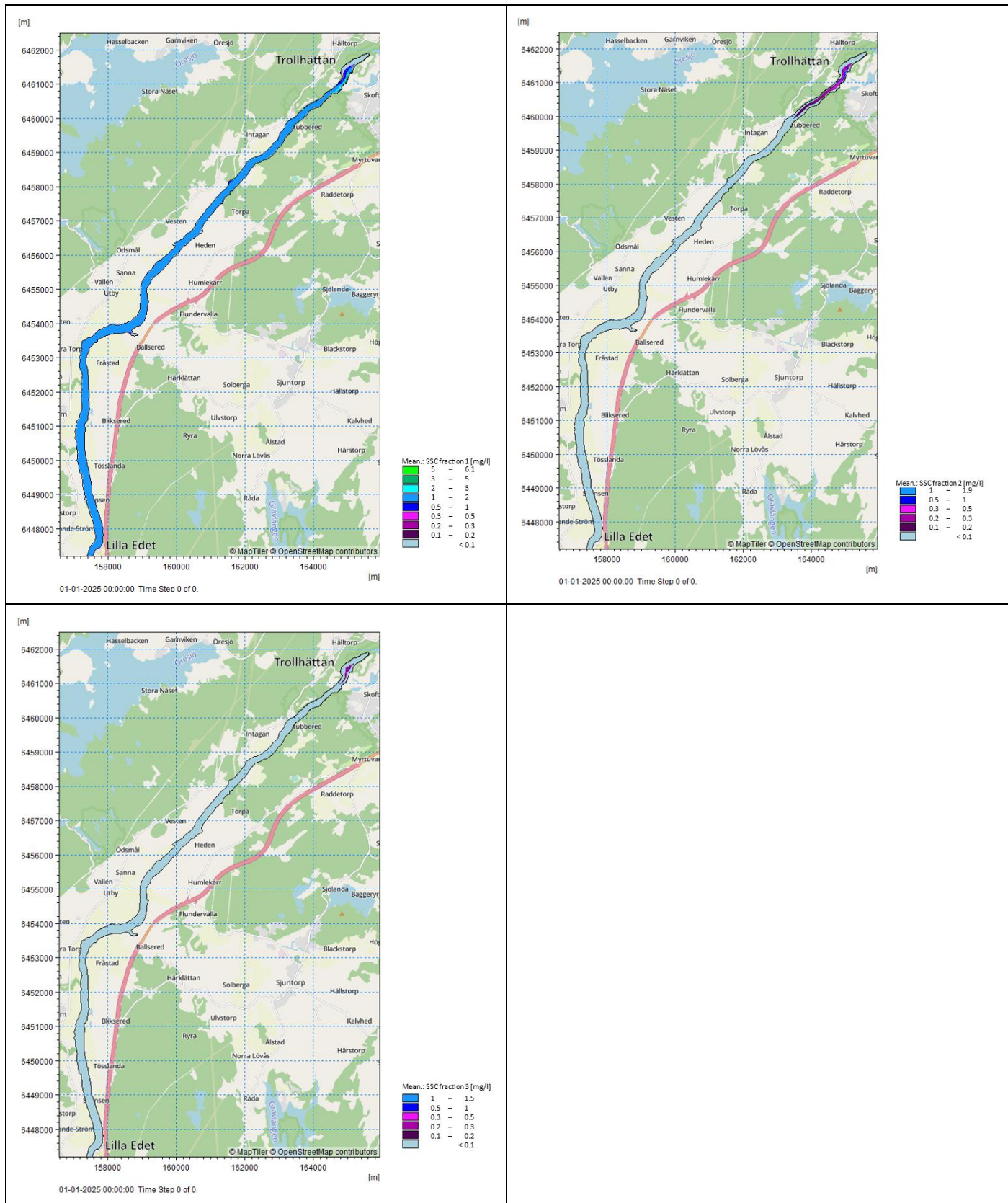


Figure 4-6: Mean concentration of suspended sediment for the different grain sizes over the whole simulation period. Upper left: Fraction 1 = up to 3 um, fraction 2 = 3-60 um, fraction 3 = 60 - 200 um. Low flow scenario (220 m³/s).

Figure 4-7 shows the exceedance periods expressed in days for four different concentration levels: 10, 20, 25 and 100 mg/l. Even for the most conservative low flow these concentrations are only exceeded for more than one day in the dredging area. Concentrations higher than 20 mg/l are only exceeded in the exact location of the dredger. Concentrations of 100 mg/l are never reached.

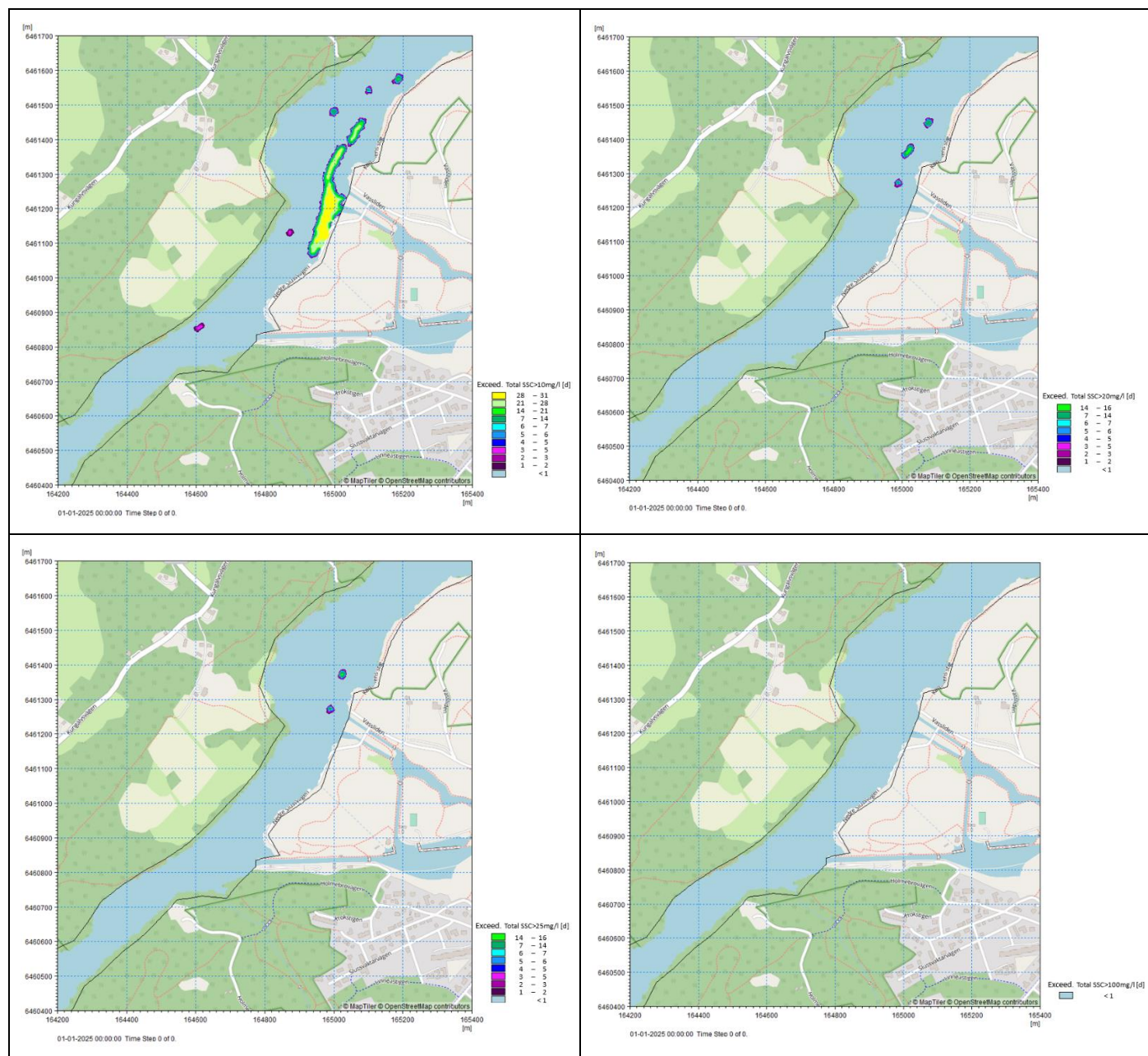


Figure 4-7: Period of exceedance of suspended sediment concentrations over a specific value. Upper left: >10 mg/l. Upper right: >20mg/l. Lower left: >25mg/l. Lower right: >100mg/l. Low flow scenario (220 m³/s).

Figure 4-8 shows the accumulated sediment deposition after the simulation period of 76 days. Figure 4-9 shows a zoom near Trollhättan where the largest depositions occur. The placement of deposition corresponds with the figures of concentrations of medium and coarse silt fractions. The deposition is practically zero downstream of Intagan whereas the concentration of medium and coarse silt is practically zero downstream of Intagan.

It is noted that the depositions happen mainly near the riverbanks whereas no deposition happens near the middle of the river where velocities are largest.

The largest depositions occur at the location of dredging. They reach a maximum of 30 cm in a single source point location. Downstream of Trollhättan the depositions are generally around 1-2 cm.

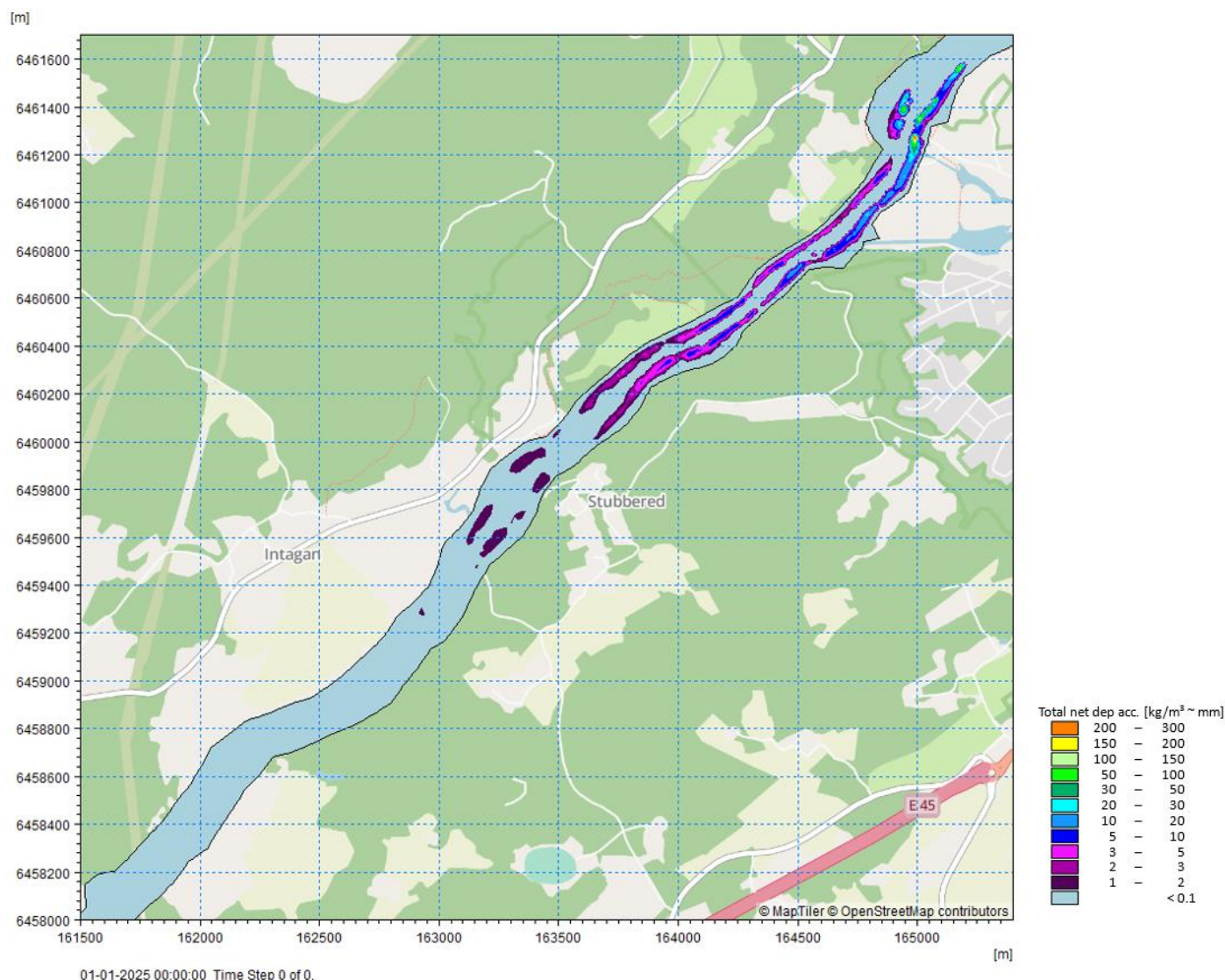


Figure 4-8: Deposition of sediment after dredging (76 days). Low flow scenario (220 m³/s).

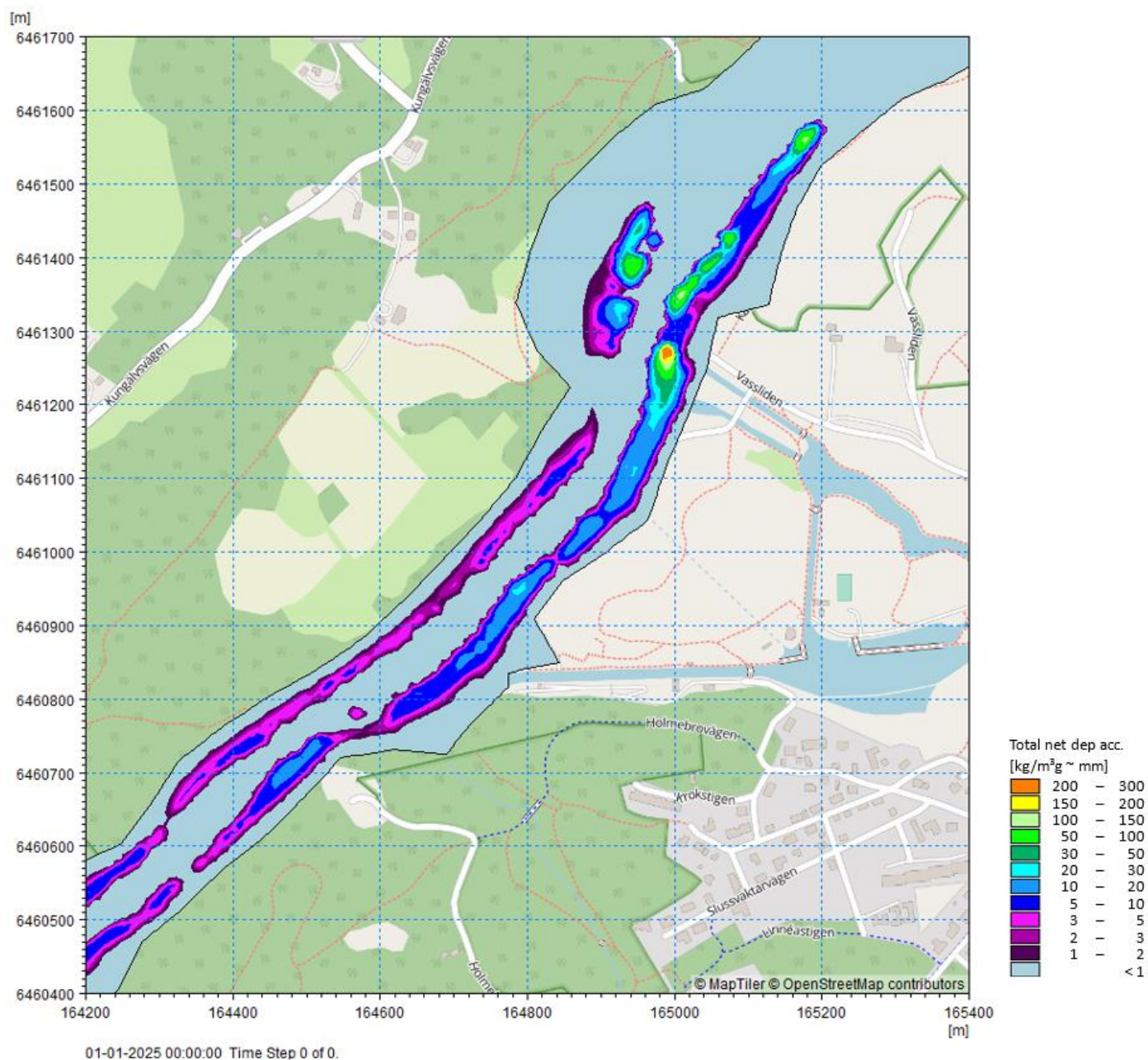


Figure 4-9: Zoom of deposition of sediment near Trollhättan after dredging (76 days). Low flow scenario (220 m³/s).

4.2 MEAN FLOW SCENARIO (543 M³/S)

The mean flow scenario shows the same dispersion patterns as the low flow scenario although the suspended sediment concentrations are lower due to the higher flow velocities. The discussions and conclusions are the same for this scenario.

The maximum concentration of total suspended sediment during the simulation is shown in Figure 4-10 with a zoom near Trollhättan shown in Figure 4-11. The maximum value is found within the dredging area of 10 mg/l. The value near Lilla Edet is 1.4 mg/l.

The mean concentration of total suspended sediment over the simulation period is shown in Figure 4-12 and a zoom near Trollhättan in Figure 4-13. The maximum value of the mean concentration is seen to be 3.7 mg/l located within the dredging area. The concentration at Lilla Edet is 0.6 mg/l.

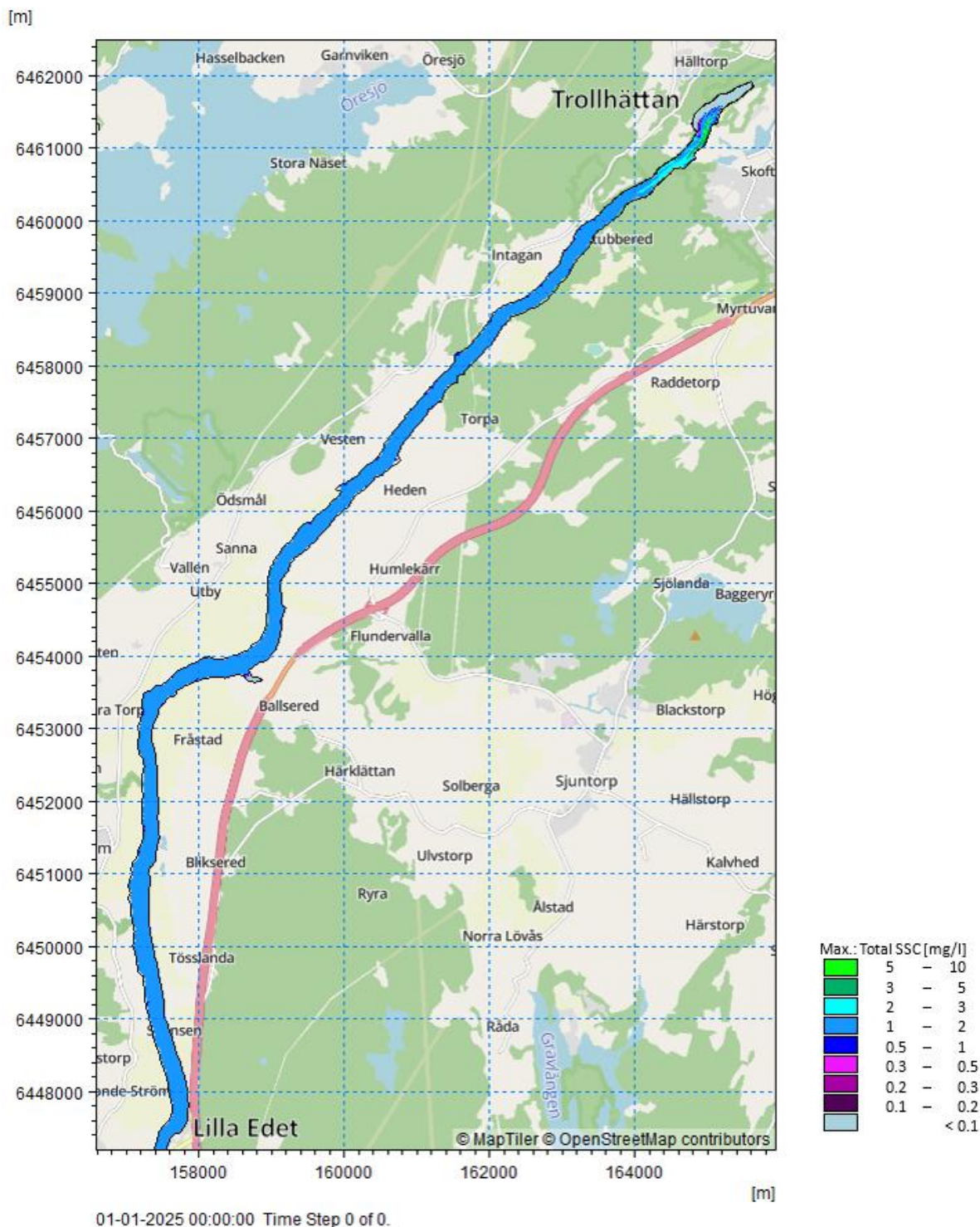


Figure 4-10: Maximum concentration of total suspended sediment from Trollhättan to Lilla Edet over the whole simulation period. Concentration at Lilla Edet: 1.4 mg/l. Mean flow scenario (543 m³/s).

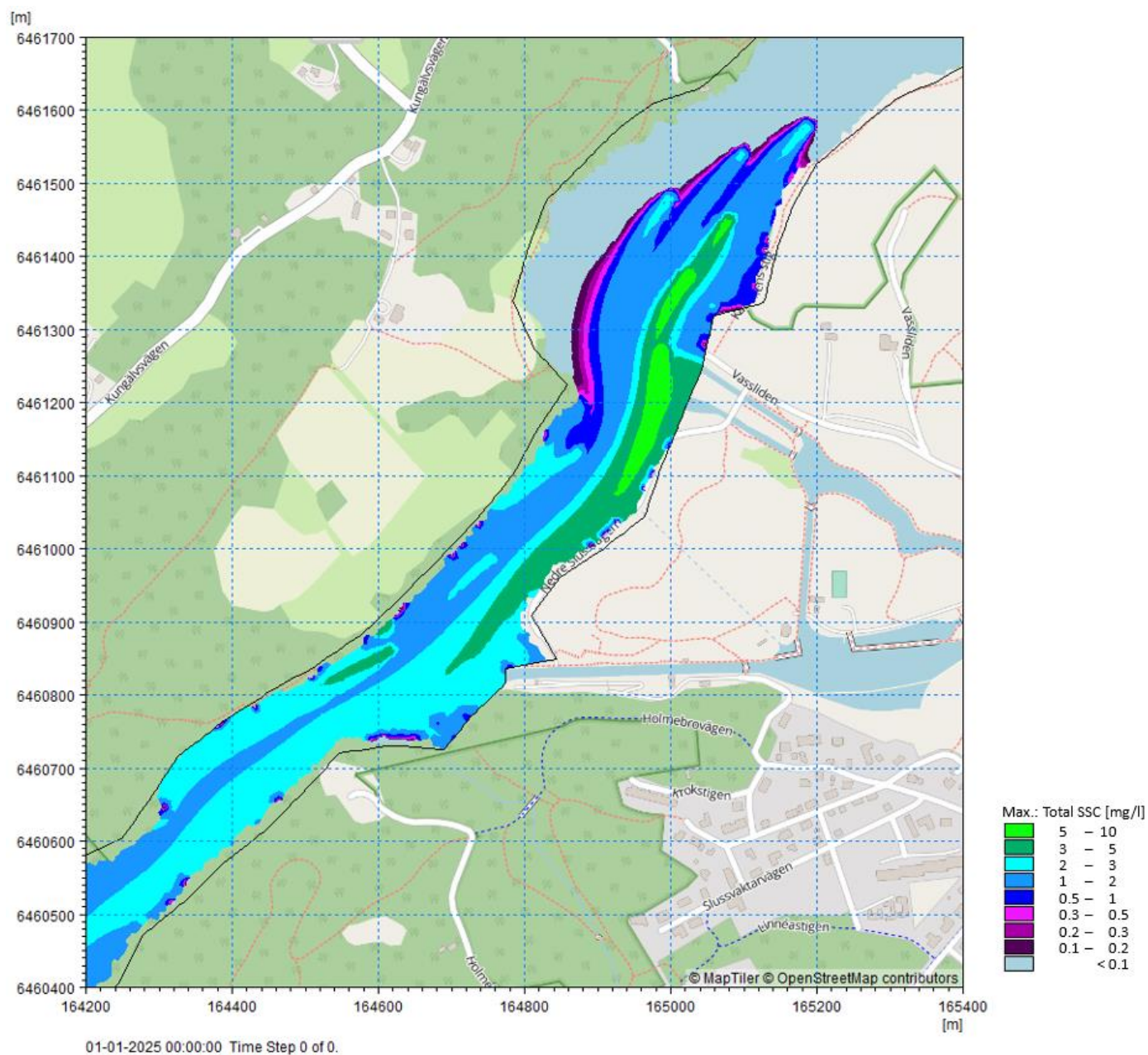


Figure 4-11: Zoom of maximum concentration of total suspended sediment near Trollhättan over the whole simulation period. Mean flow scenario ($543 \text{ m}^3/\text{s}$).

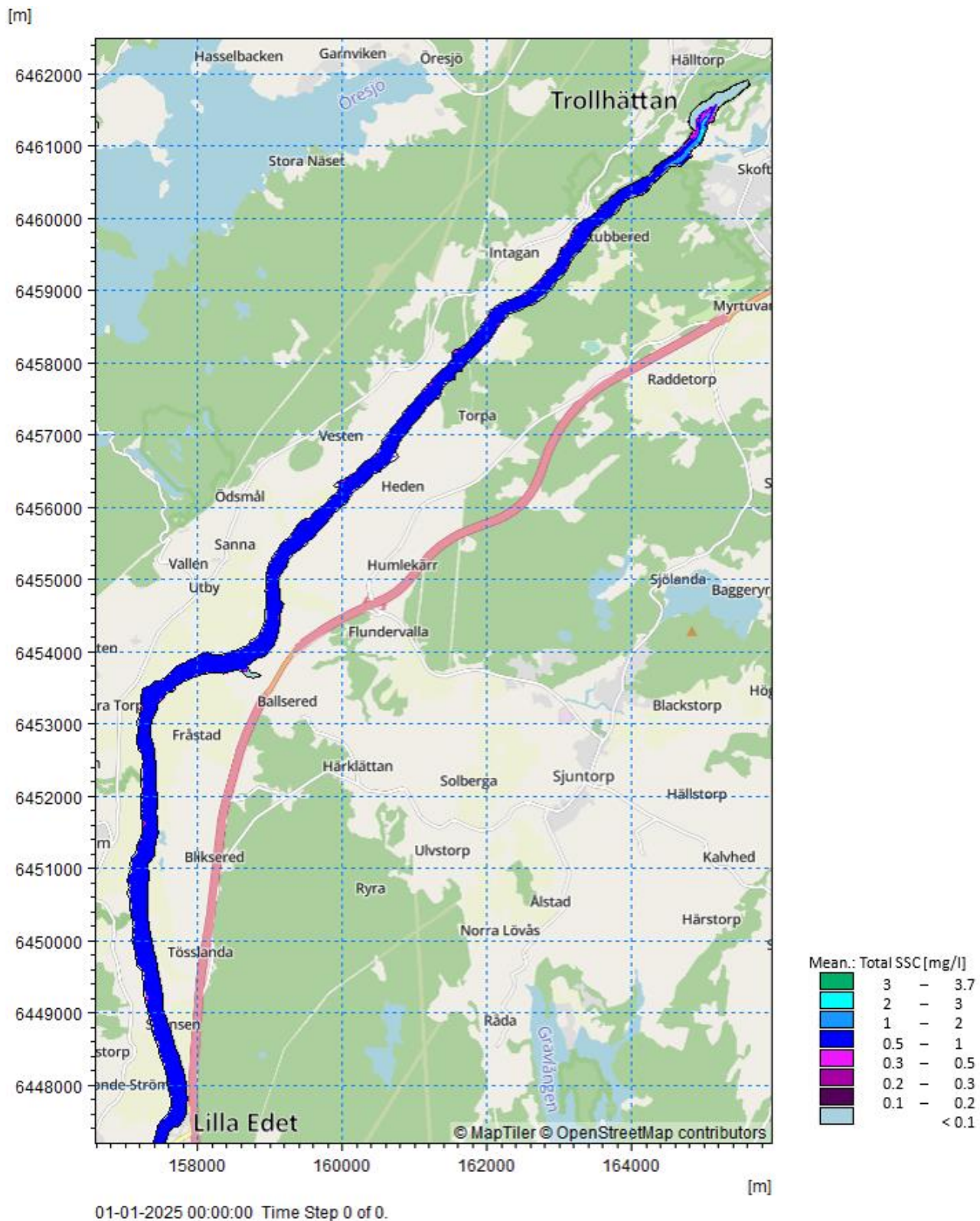


Figure 4-12: Mean concentration of total suspended sediment from Trollhättan to Lilla Edet over the whole simulation period. Concentration at Lilla Edet: 0.6 mg/l. Mean flow scenario (543 m³/s).

Figure 4-14 shows the exceedance periods in days for four different concentration levels: 10, 20, 25 and 100 mg/l. A concentration higher than 10 mg/l is only exceeded in the dredging area. Concentrations higher than 20 mg/l during a whole day are never reached.

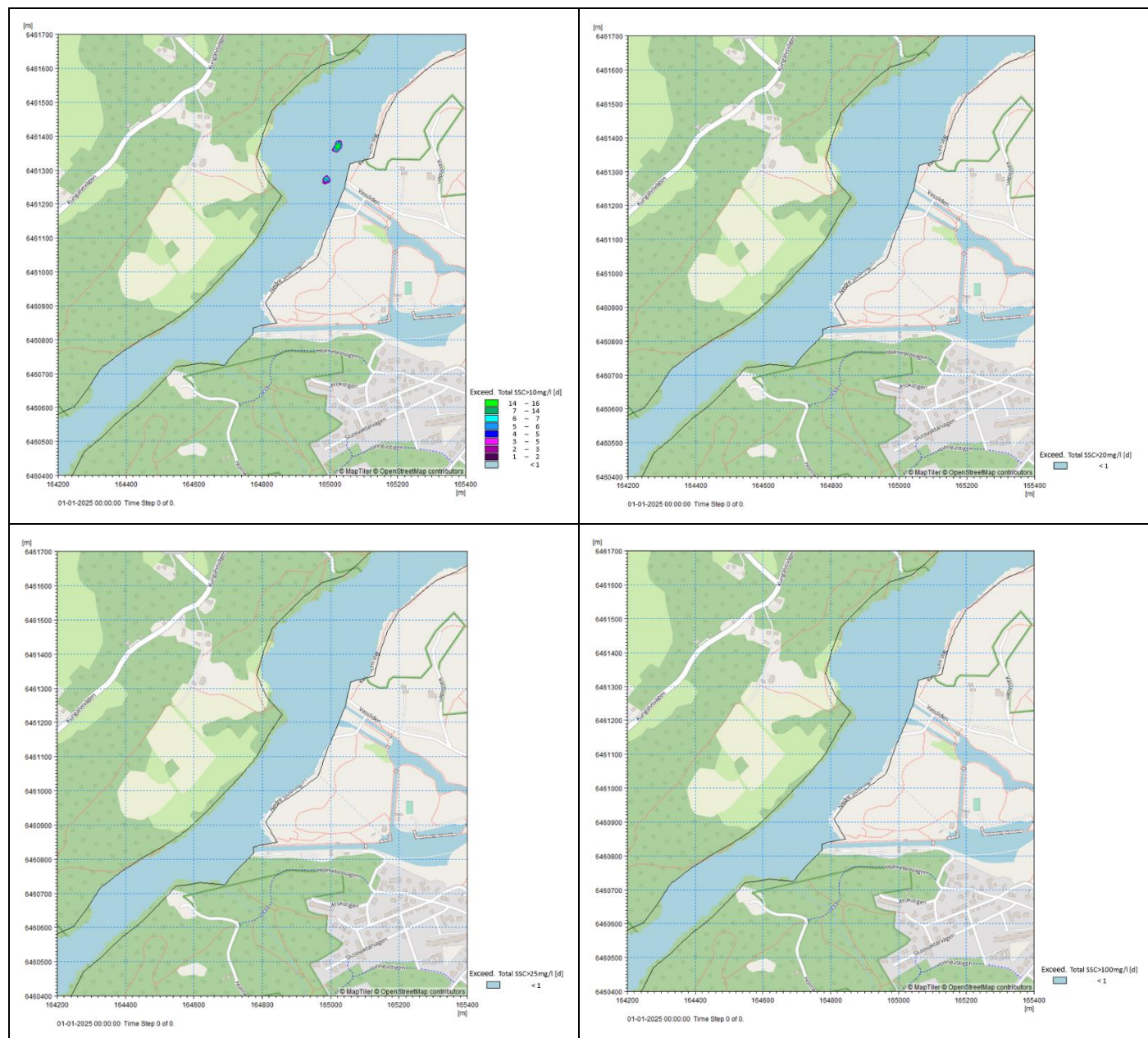


Figure 4-14: Period in days of exceedance of suspended sediment concentrations over a specific value. Upper left: >10 mg/l. Upper right: >20mg/l. Lower left: >25mg/l. Lower right: >100mg/l. Mean flow scenario (543 m³/s).

Figure 4-15 shows the accumulated sediment deposition after the simulation period of 76 days. Figure 4-16 shows a zoom near Trollhättan where the largest depositions occur.

It is noted that the area of depositions near the dredging area are not as large as for the low flow scenario. On the other hand, the depositions happen further downstream.

The depositions occur mainly near the riverbanks whereas no deposition happens near the middle of the river where velocities are largest.

The largest depositions occur at the location of dredging. They reach a maximum of 6,6 cm in a single source point location. Downstream of Trollhättan the depositions are generally around 1-3 cm.

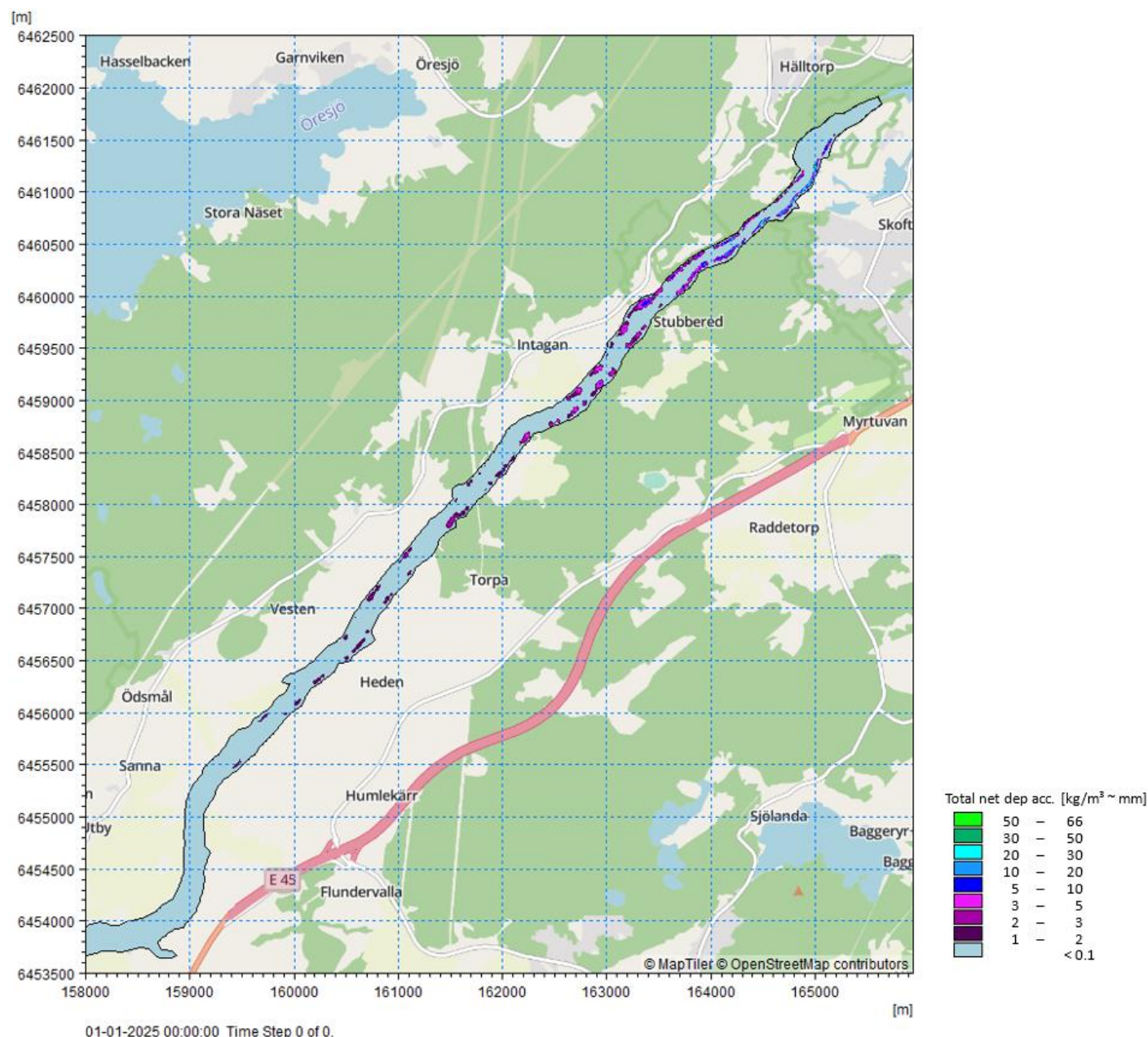


Figure 4-15: Deposition of sediment after dredging (76 days). Mean flow scenario (543 m³/s).

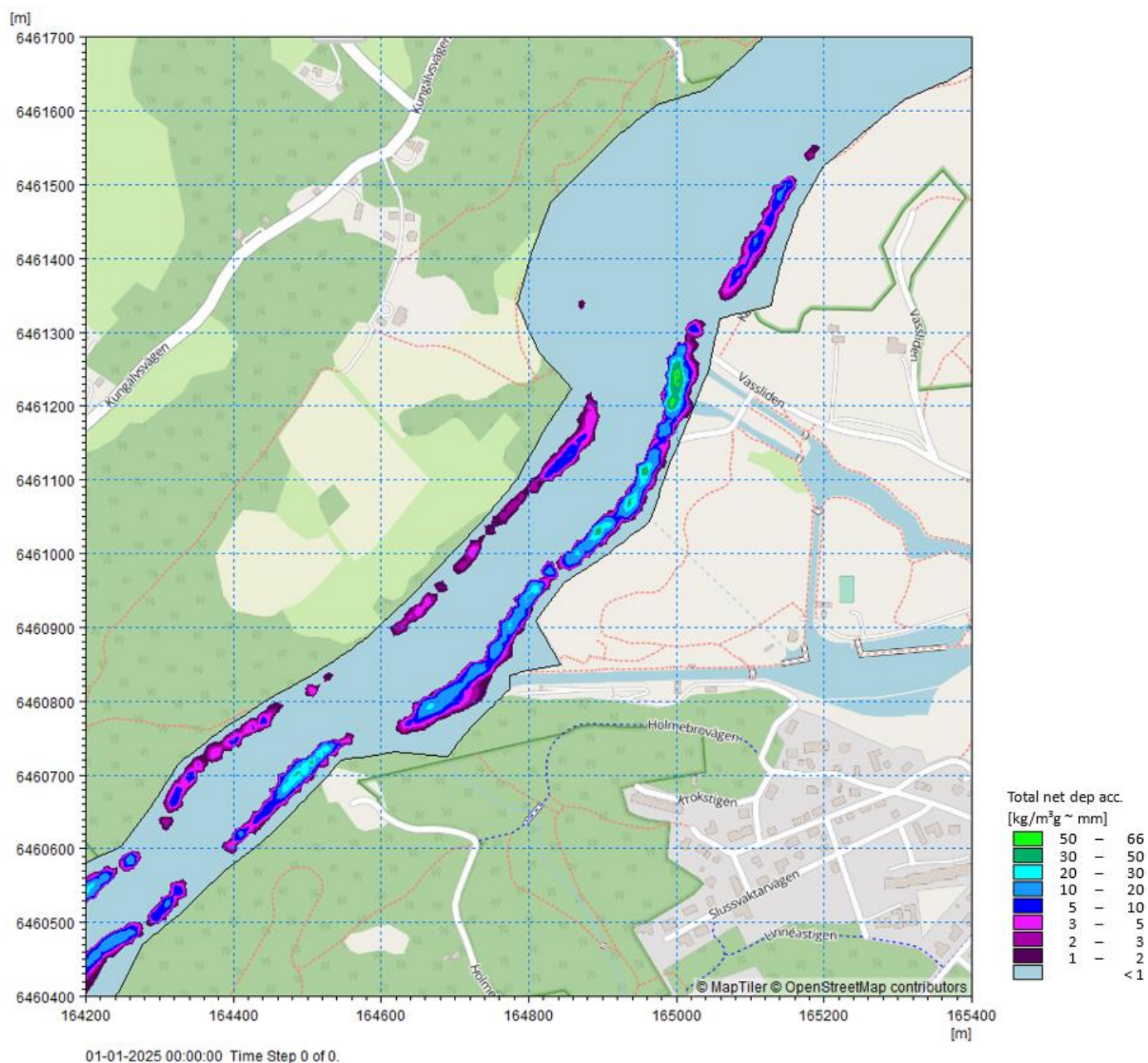


Figure 4-16: Zoom of deposition of sediment near Trollhättan after dredging (76 days). Mean flow scenario (543 m³/s).

4.3 HIGH FLOW SCENARIO (885 M³/S)

The mean flow scenario shows the same dispersion patterns as the low and medium flow scenarios although the suspended sediment concentrations are lower due to the higher flow velocities. The discussions and conclusions are the same for this scenario.

The maximum concentration of total suspended sediment during the simulation is shown in Figure 4-17 with a zoom near Trollhättan shown in Figure 4-18. The maximum value is found within the dredging area of 5.7 mg/l. The value near Lilla Edet is 0.9 mg/l.

The mean concentration of total suspended sediment over the simulation period is shown in Figure 4-19 and a zoom near Trollhättan in Figure 4-20. The maximum value of the mean concentration is seen to be 2.3 mg/l located within the dredging area. The concentration at Lilla Edet is 0.4 mg/l.

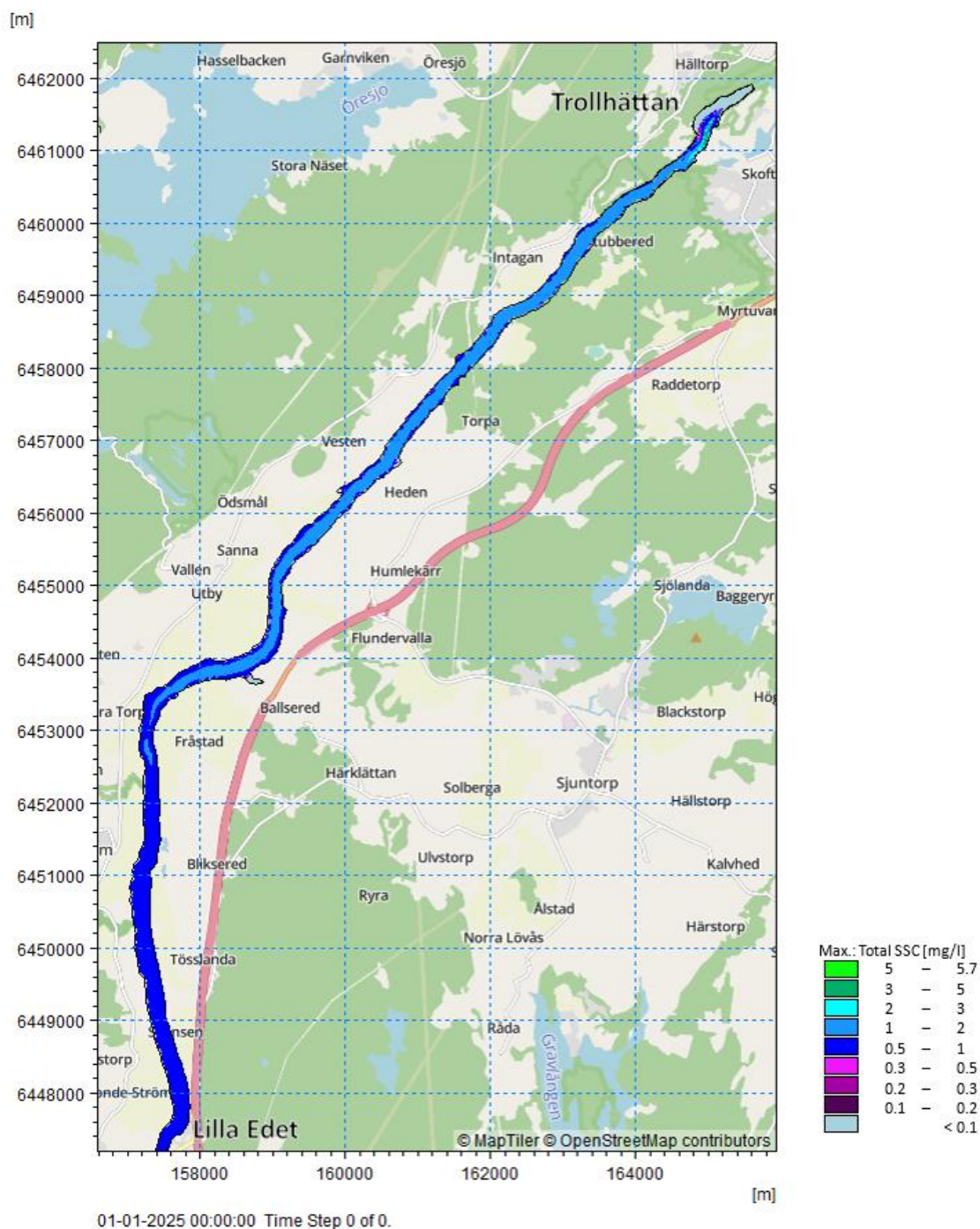


Figure 4-17: Maximum concentration of total suspended sediment from Trollhättan to Lilla Edet over the whole simulation period. Concentration at Lilla Edet: 0.9 mg/l. High flow scenario (885 m³/s).

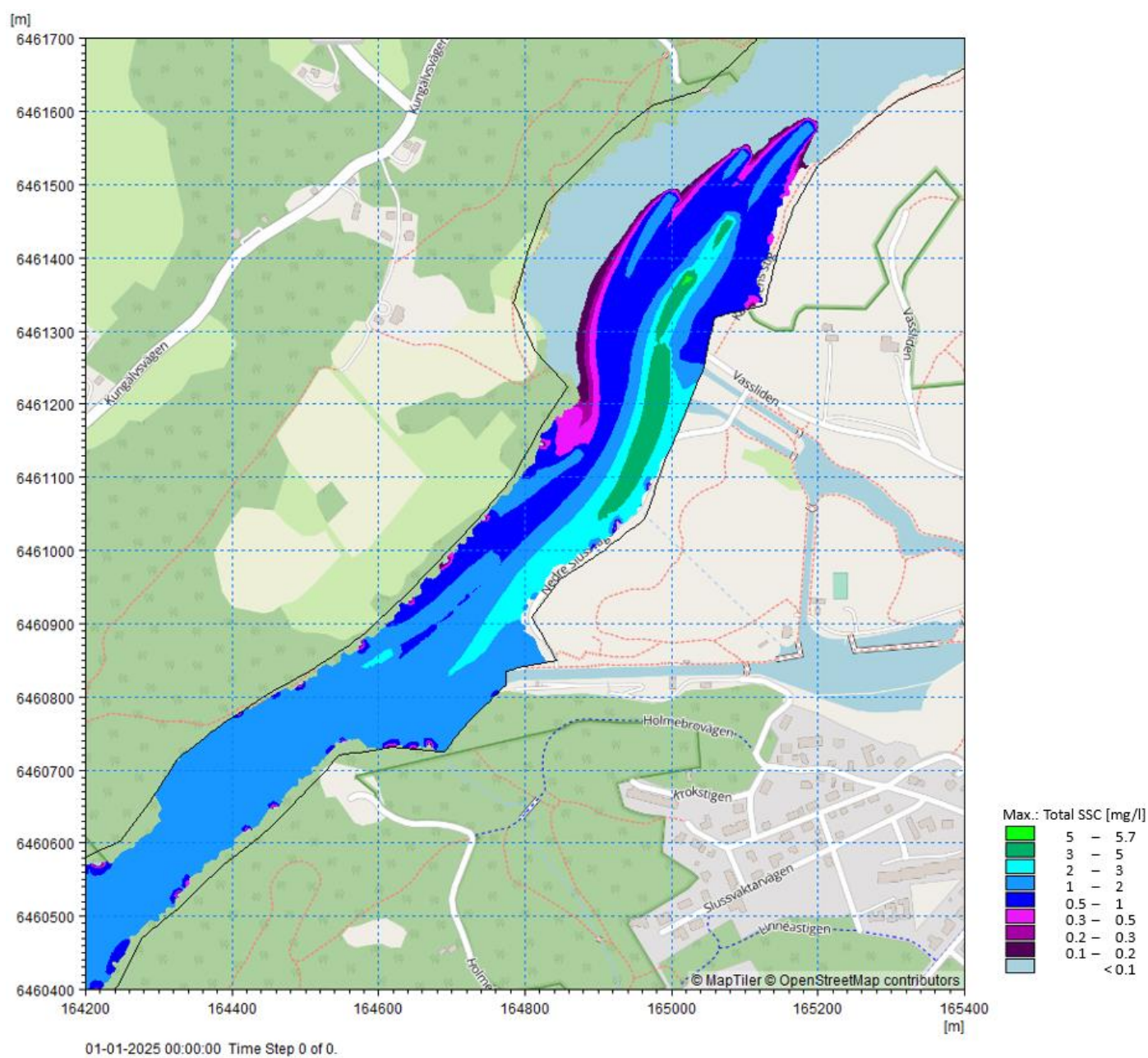


Figure 4-18: Zoom of maximum concentration of total suspended sediment near Trollhättan over the whole simulation period. High flow scenario (885 m³/s).

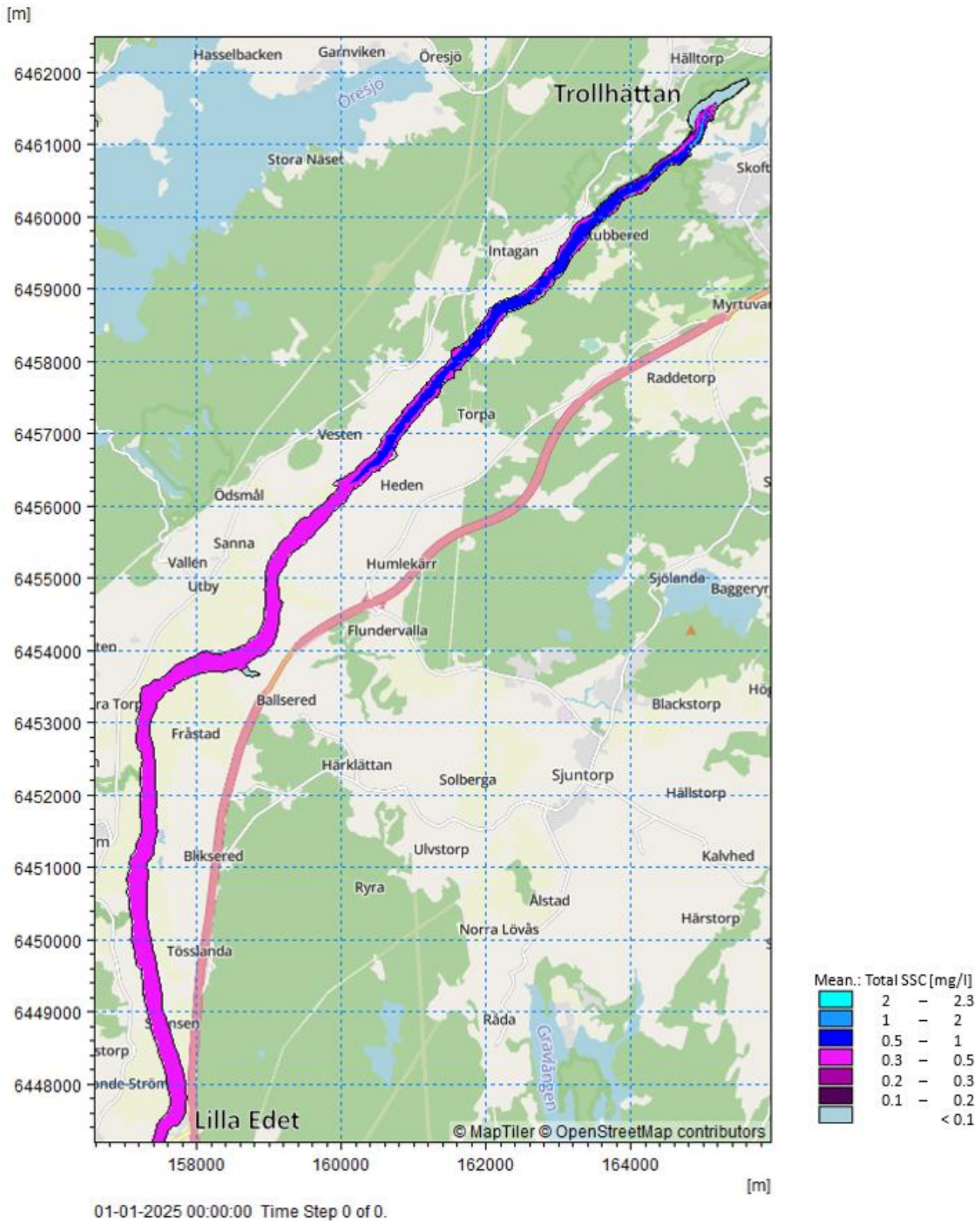


Figure 4-19: Mean concentration of total suspended sediment from Trollhättan to Lilla Edet over the whole simulation period. Concentration at Lilla Edet: 0.4 mg/l. High flow scenario (885 m³/s).

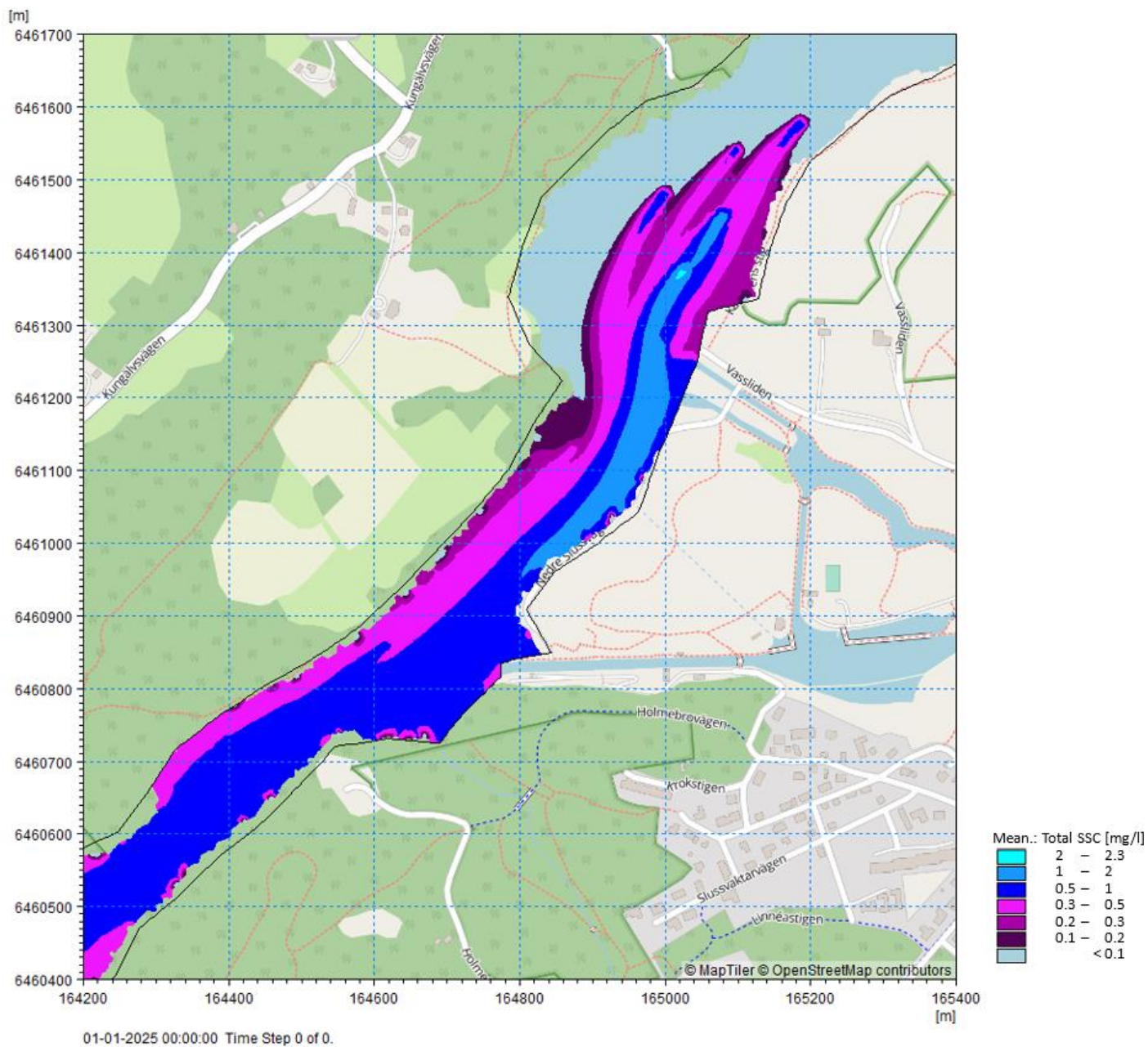


Figure 4-20: Zoom of mean concentration of total suspended sediment near Trollhättan over the whole simulation period. High flow scenario (885 m³/s).

Figure 4-21 shows the exceedance periods in days for four different concentration levels: 10, 20, 25 and 100 mg/l. A concentration higher than 10 mg/l is never reached.

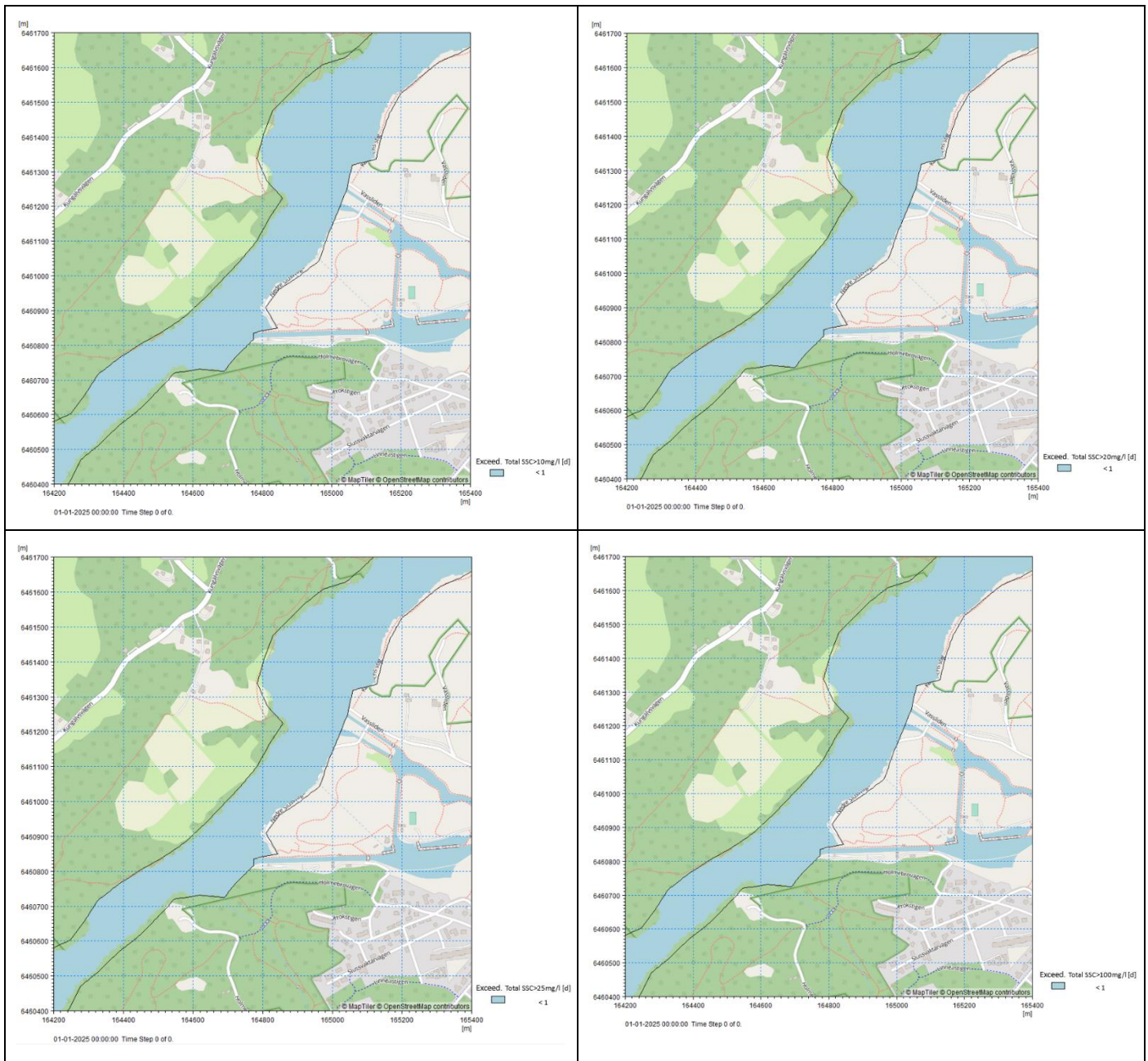


Figure 4-21: Period in days of exceedance of suspended sediment concentrations over a specific value. Upper left: >10 mg/l. Upper right: >20mg/l. Lower left: >25mg/l. Lower right: >100mg/l. High flow scenario (885 m³/s).

Figure 4-22 shows the accumulated sediment deposition after the simulation period of 76 days. Figure 4-23 shows a zoom near Trollhättan where the largest depositions occur.

It is noted that the area of depositions near the dredging area are not as large as for the low flow scenario. On the other hand, the depositions happen further downstream.

The depositions occur mainly near the riverbanks whereas no deposition happens near the middle of the river where velocities are largest.

The largest depositions occur at the location of dredging. They reach a maximum of 4 cm in a single source point location. Downstream of Trollhättan the depositions are generally around 1-2 cm.

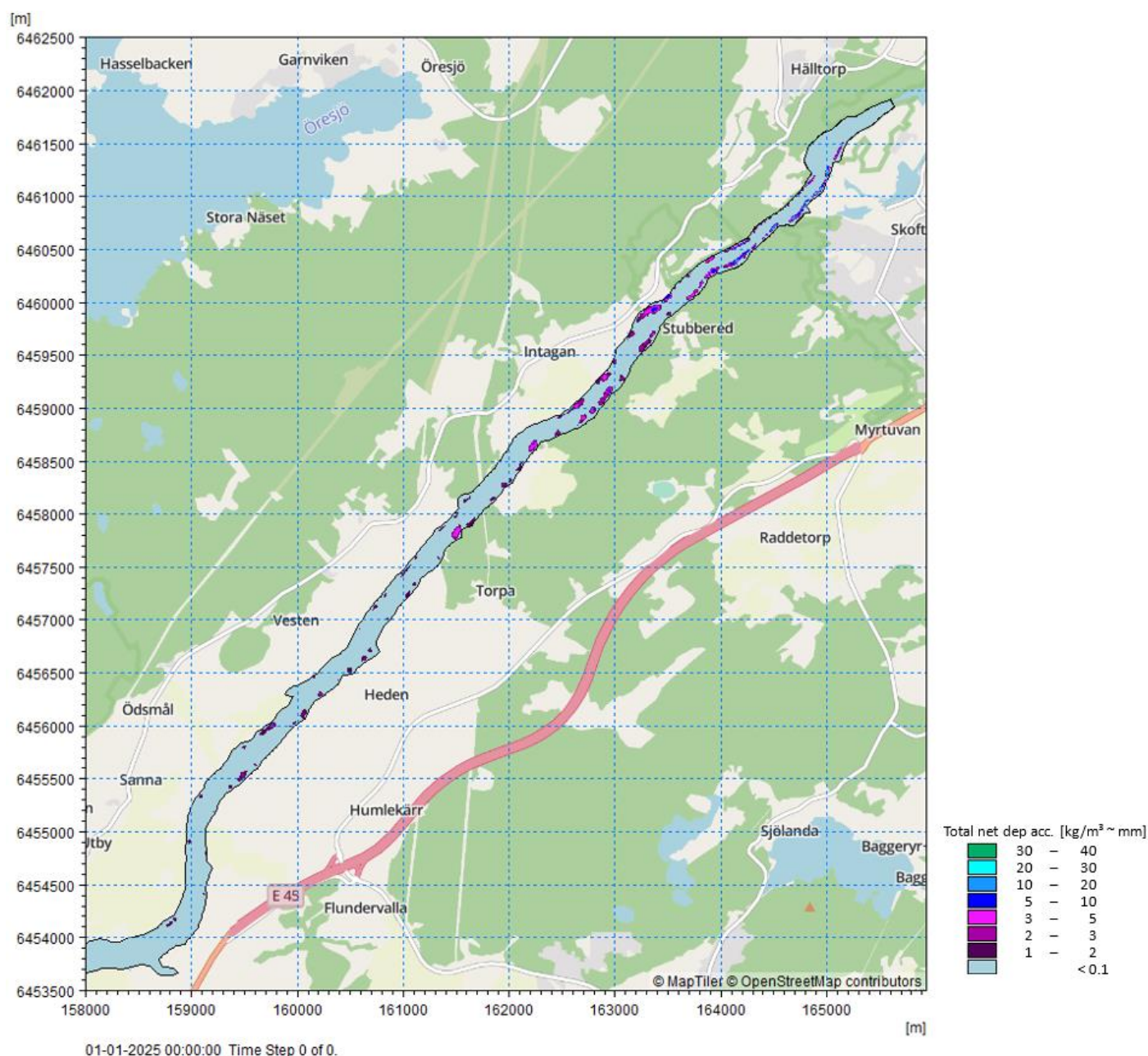


Figure 4-22: Deposition of sediment after dredging (76 days). High flow scenario (885 m³/s).

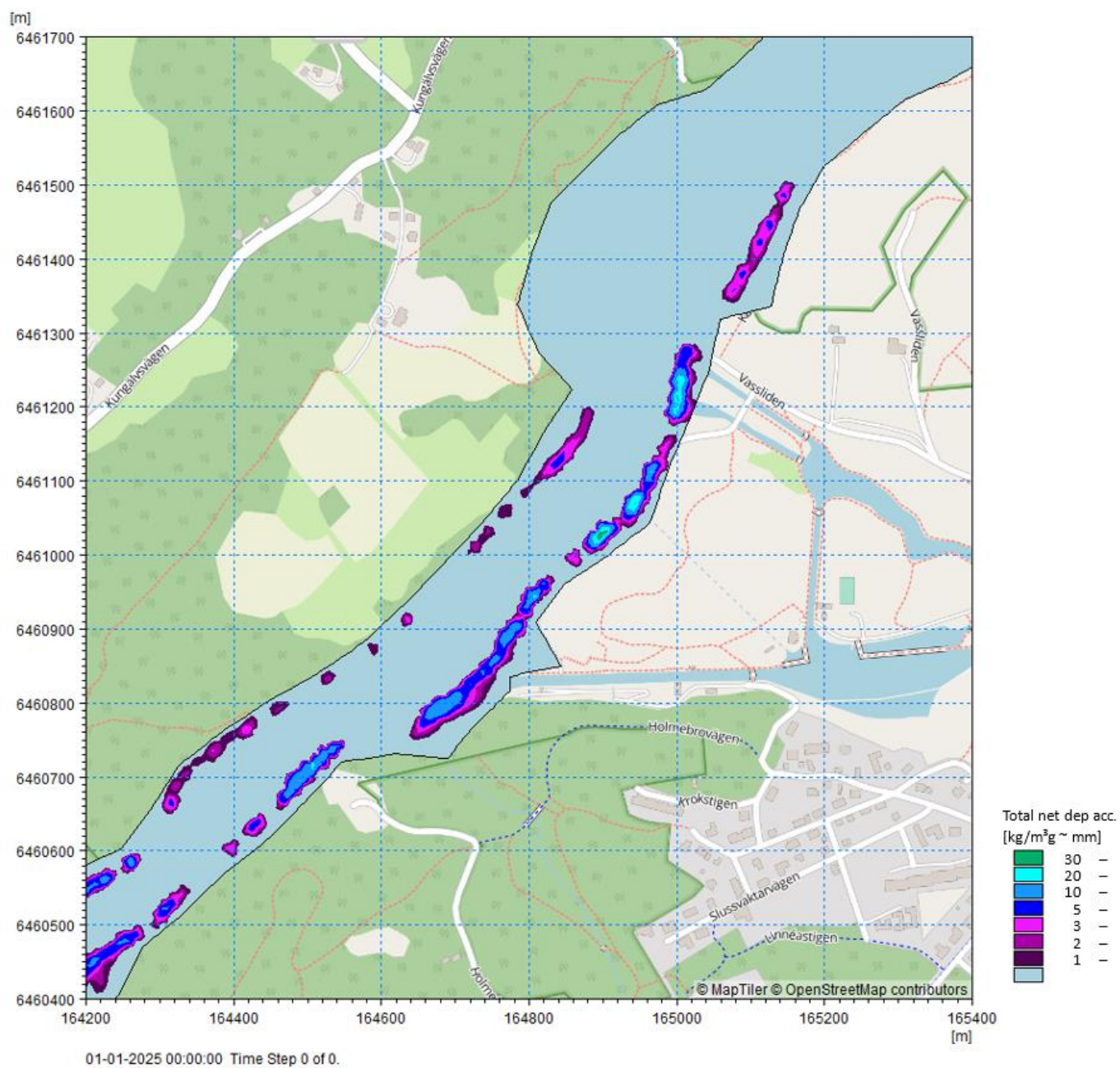


Figure 4-23: Zoom of deposition of sediment near Trollhättan after dredging (76 days). High flow scenario (885 m³/s).

5 REFERENCES

- Laboyrie, H. P. (2018). *(201Dredging for Sustainable Infrastructure". CEDA / IADC. The Hague, the Netherlands : CEDA / IADC.*
- Öresundskonsortiet. (2000). *Miljøpåvirkninger i forbindelse med anlæg af Øresundsforbindelsen.* København, Danmark: Öresundskonsortiet.