

TEKNISK BESKRIVNING

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av ny sluss med mera i Lilla Edet

Lilla Edets kommun, Västra Götalands län
Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken
2025-01-17



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 4, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

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

Konfidentialitetsnivå: 1

Dokumenttitel: TEKNISK BESKRIVNING, Slussar i Trollhätte kanal, Anläggande av ny sluss med mera i Lilla Edet, Lilla Edets kommun, Västra Götalands län, Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken

Konsult: WSP Sverige AB

Dokumentdatum: 2025-01-17

Ärendenummer: TRV 2022/121060

Kontaktperson: Lars Johansson, Trafikverket

Foto: WSP Sverige AB (om inget annat anges)

Illustration: WSP Sverige AB (om inget annat anges)

Innehåll

I. Allmänna utgångspunkter	6
1 Orientering	6
2 Inledning	8
2.1 Bakgrund	8
2.2 Omfattning	8
2.3 Tidigare utredningar	9
3 Höjd- och koordinatsystem	10
4 Mark- och vattenförhållanden	10
4.1 Översiktliga geologiska förhållanden	10
4.2 Topografiska och batymetriska förhållanden	12
4.3 Geotekniska förhållanden	13
4.4 Bergtekniska förhållanden	17
4.5 Hydrogeologiska förhållanden	17
4.6 Hydrologiska förhållanden	24
5 Andra tekniska förutsättningar	27
5.1 Trafikförhållanden farled	27
5.2 Trafikförhållanden land	27
5.3 Påverkan från is	28
II. Nuvarande och planerad verksamhet	30
6 Befintliga anläggningar	30
6.1 Befintliga konstruktioner	30
6.2 Historik	31
6.3 Sluss	31
6.4 Broar	35
6.5 Ledverk, kajer och erosionsskydd	37
6.6 Dämmande konstruktioner	41
6.7 Ledningar	41
6.8 Byggnader	42
7 Ansökt och övrig planerad verksamhet	44
7.1 Övergripande beskrivning	44
7.2 Geotekniska åtgärder	45
7.3 Muddring av farled	48
7.4 Ny sluss och anslutning till farleden	53
7.5 Bortledning av grundvatten	57
7.6 Dämmande konstruktioner	65
7.7 Övriga anläggningar i vattenområdet	69
7.8 Övriga anläggningar på land	78
7.9 Masshantering	82
7.10 Rivning av anläggningar och fyllning av sluss	89
III. Övergripande frågor	91
8 Förhållanden under anläggningstiden	91
8.1 Byggmetoder	91

8.2 Tillfälliga anläggningar	97	
8.3 Trafik under anläggningstiden	103	
9 Risker och säkerhet	105	
9.1 Identifiering av risker och behov	105	
9.2 Utrustning och installationer för livräddning och brandsläckning		105
10 Skyddsåtgärder	107	
10.1 Övergripande om skyddsåtgärder	107	
10.2 Reglering av tider	107	
10.3 Sedimenteringsdamm för rening av länsvatten		107
10.4 Övriga anpassningar	109	
10.5 Försiktighetsåtgärder	110	
10.6 Återställning och kompensation	110	
10.7 Klimatanpassning	111	
11 Tider	115	
12 Ord- och begreppslista	117	
13 Referenser	121	

Bilagor

Bilaga B:1	PM Hydrogeologi
Bilaga B:2	Beräknings-PM Släntstabilitet ny sluss och farled
Bilaga B:3	Beräknings-PM Sättningar inom påverkansområde grundvatten
Bilaga B:4	Ritningar
Farled	Plan – S.14+TK.T.A00-VEE.R.101 Sektioner – S.14+TK.T.A00-VEE.R.203 Sektioner – S.14+TK.T.A00-VEE.R.204
Konstruktion	Gemensamt konstruktioner – Planritning – S.14+TK.T.C00-XDA.R.101 Gemensamt konstruktioner – Planritning – S.14+TK.T.C00-XDA.R.102 Gemensamt konstruktioner – Planritning – S.14+TK.T.C00-XDA.R.103 Gemensamt konstruktioner – Planritning – S.14+TK.T.C00-XDA.R.104 Gemensamt konstruktioner – Planritning – S.14+TK.T.C00-XDA.R.105 Gemensamt konstruktioner – Sektion – S.14+TK.T.C00-XDA.R.201 Gemensamt konstruktioner – Sektion – S.14+TK.T.C00-XDA.R.202 Gemensamt konstruktioner – Sektion – S.14+TK.T.C00-XDA.R.203 Slusskonstruktioner – Planritning – S.14+TK.T.C01-XDA.R.101 Slusskonstruktioner – Sektion – S.14+TK.T.C01-XDA.R.201 Slusskonstruktioner – Sektion – S.14+TK.T.C01-XDA.R.202 Slusskonstruktioner – Sektion – S.14+TK.T.C01-XDA.R.203
Geoteknik	Förslagsritning, blad 05: sponter till sluss och fångdammar – S.14+TK.T.A00-BDC.R.101 Förslagsritning: sponter för fångdamm nedströms sluss, sektion A-A – S.14+TK.T.A00-BDC.R.201 Förslagsritning: Sponter för sluss, sektion B-B – S.14+TK.T.A00-BDC.R.202 Förslagsritning: Sponter för fångdamm uppströms sluss, sektion C-C – S.14+TK.T.A00-BDC.R.203 Förslagsritning, blad 02: Förstärkning inblandningspelare uppströms sluss – S.14+TK.T.A00-ACC.R.101 Förslagsritning, blad 03: Förstärkning inblandningspelare uppströms sluss, plan – S.14+TK.T.A00-ACC.R.102 Förslagsritning, blad 05: Förstärkning inblandningspelare nedströms sluss, plan – S.14+TK.T.A00-ACC.R.103 Förslagsritning, blad 06: Förstärkning inblandningspelare nedströms sluss, plan – S.14+TK.T.A00-ACC.R.104

I. ALLMÄNNA UTGÅNGSPUNKTER

1 Orientering

Denna tekniska beskrivning utgör en del av tillståndsansökan enligt miljöbalken (1998:808) i projektet *Slussar i Trollhätte kanal, anläggande av ny sluss med mera i Lilla Edet*.

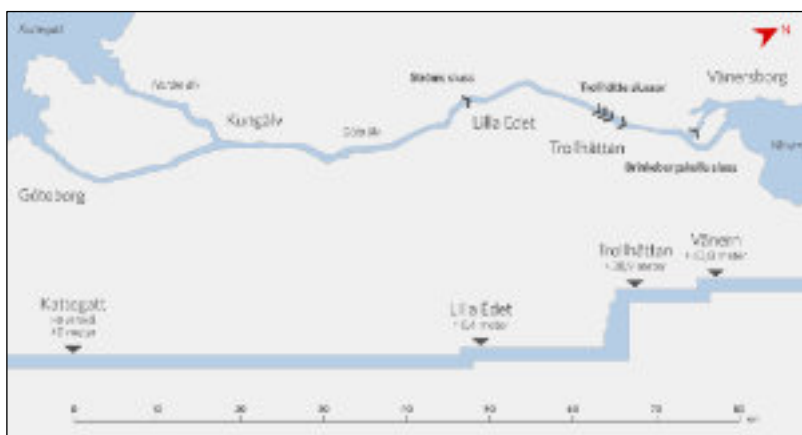
Dokumentet beskriver förutsättningar, planerade åtgärder och genomförande av dessa i syfte att utgöra underlag för tillståndsprövning enligt miljöbalken. Till tillståndsansökan finns även en miljökonsekvensbeskrivning (Bilaga C). Inför och i samband med upphandling av utförare och genomförande kommer mer detaljerade handlingar att tas fram.

Trollhätte kanal är den allmänna farleden mellan Vänersborg och Göteborg (Skandiahammen–Normansgrundet, nr 955) som går genom Göta älv mellan Vänern och Västerhavet (Sjöfartsverket, 2013). Farleden är cirka 82 kilometer lång, varav cirka 10 kilometer utgörs av en grävd och sprängd kanal. Resterande sträckor går i Göta älvs fåra. Nivåskillnaden om 44 höjdmeter mellan Vänern och havet möjliggörs av sammanlagt sex sluss-steg. Befintliga slussanläggningar finns i Vänersborg (Brinkebergskulle sluss), Trollhättan (Trollhätte slussar) och Lilla Edet (Ströms sluss). Slussen i Lilla Edet utgör den sjätte slussen i ordningen från Vänern (Figur 1). Sjöfartsverket har ansvaret att sköta drift och underhåll av farleden samt att ansvara för att sjövägen genom Trollhätte kanal är framkomlig, tillgänglig och säker.

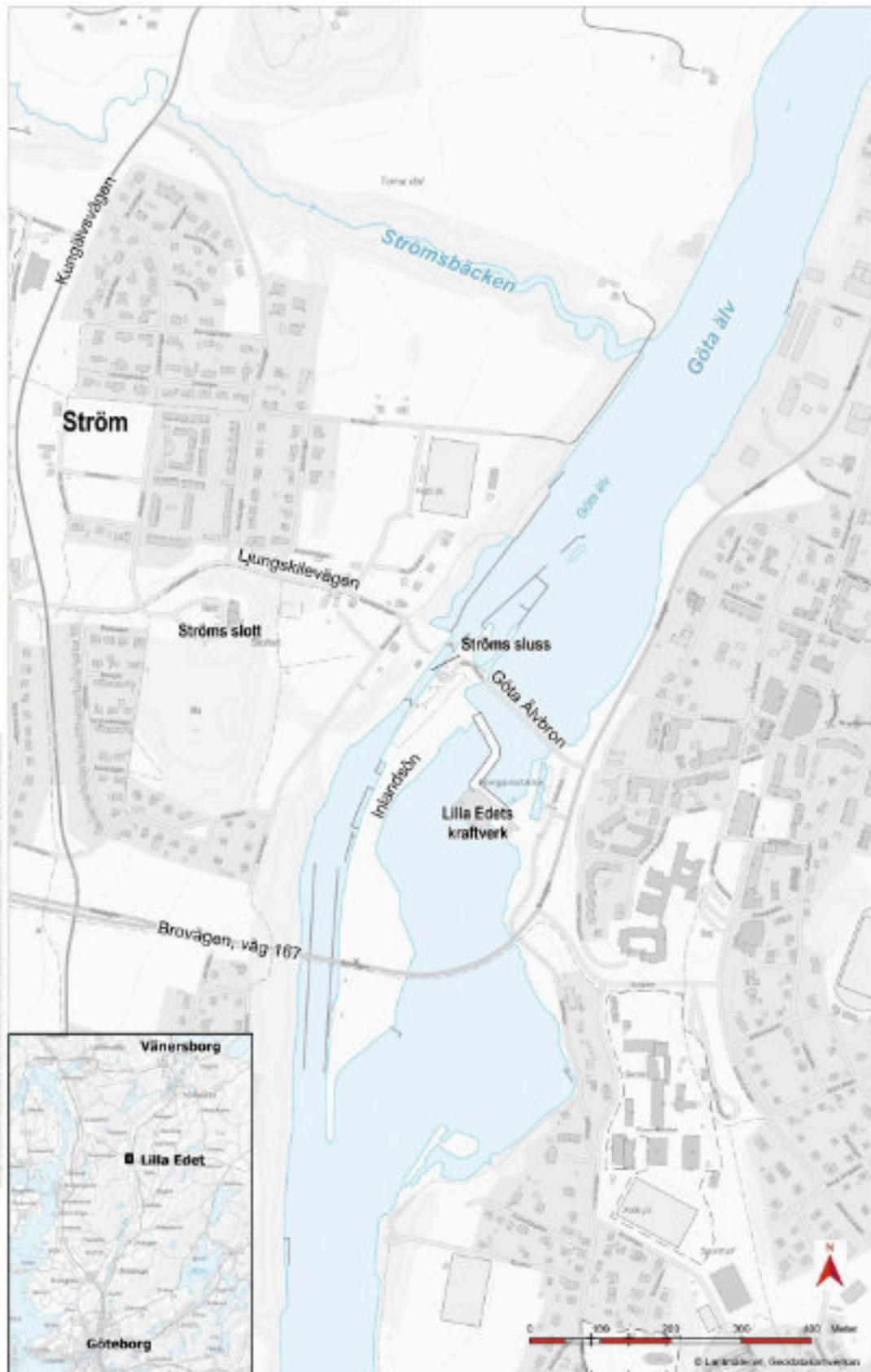
De befintliga slussarna bedöms nå sin tekniska livslängd kring år 2030 och behöver därför bytas ut. Projektet är en del av uppgraderingen av samtliga slussar i Trollhätte kanal. Ansökt verksamhet avser i första hand att vidmakthålla dagens farledsfunktion men dimensioneras för att medge en framtida utveckling av farleden. Projektet ingår i regeringens nationella plan för infrastrukturen för åren 2022 - 2033.

Den nya slussen anläggs i nytt läge strax väster om den befintliga. Anläggandet av den nya slussanläggningen innebär utöver själva slussen bland annat anpassning av farleden genom muddring och åtgärder för släntstabilisering i omgivningen. När den nya slussen har tagits i drift planeras den befintliga slussen att stängas och säkras mot framtida dammbrott, läckage och rasrisker. Anläggningstiden planeras att pågå 2027 – 2032.

Området för ansökta verksamheter är beläget i Lilla Edet, Lilla Edets kommun, Västra Götalands Län (SWEREF99 TM; N 6447623, E 330377), se Figur 2.



Figur 1. Trollhätte kanal. Schematisk illustration i plan och profil med ungefärliga vattennivåer genom farleden. Källa: Sjöfartsverket.



Figur 2. Orienteringskarta för befintliga verksamhets lokalisering i Lilla Edet. Den nya slussanläggningen anläggs strax väster om den befintliga.

2 Inledning

2.1 Bakgrund

Farleden Trollhätte kanal utgör ett utpekat riksintresse för transporter och är viktig för godstrafiken i Vänerregionen (Vänersjöfarten). Enligt Trafikverkets basprognoser förväntas godstrafiken i Trollhätte kanal att öka i framtiden (Trafikverket, 2024a). Sjöfarten utgör en viktig del i det övergripande arbetet med att åstadkomma ett långsiktigt hållbart transportsystem, begränsa belastningen på väg- och järnvägsnäten samt för att uppnå nationella miljömål. Slussarnas funktion är avgörande för att säkra den framtida handels-sjöfarten (Trafikverket, 2013).

Cirka 1 100 fraktfartygspassager sker årligen genom Göta älv med sammanlagt cirka två miljoner ton gods. Utöver handelssjöfarten trafikerar även cirka 2 500 fritidsbåtar slussleden årligen.

2.2 Omfattning

Den nya slussen i Lilla Edet planeras att anläggas väster om den befintliga och en anpassning av den befintliga farleden med tillhörande anläggningar görs. Slussen blir längre och bredare än den befintliga för att möjliggöra passage av något större fartyg i framtiden, med storleken 110 x 16,5 meter och djupgående 5,4 meter. Trafik med större fartyg är dock inte möjlig utan ytterligare ändringar i farleden.

Planerade åtgärder omfattar utöver den nya slussen att en justerad farledssträckning muddras i anslutning till denna samt att kringliggande anläggningar kopplat till sjötrafiken anpassas till den nya anläggningen. Längs farleden kommer erosionskydd att anläggas för att skydda mot påverkan från fartyg.

I projektet ingår även nya ledverk och väntelågen samt åtgärder för att motverka skred och erosion av slänter och farledsbotten. Efter färdigställandet av den nya slussen och tillhörande konstruktioner kommer den befintliga slussen att stängas. Säkring av dess dämmande konstruktioner och funktioner utförs. Anläggningsdelar och andra konstruktioner som inte fortsatt ska användas, exempelvis vissa ledverk och den befintliga slussen, avvecklas och rivs helt eller delvis.

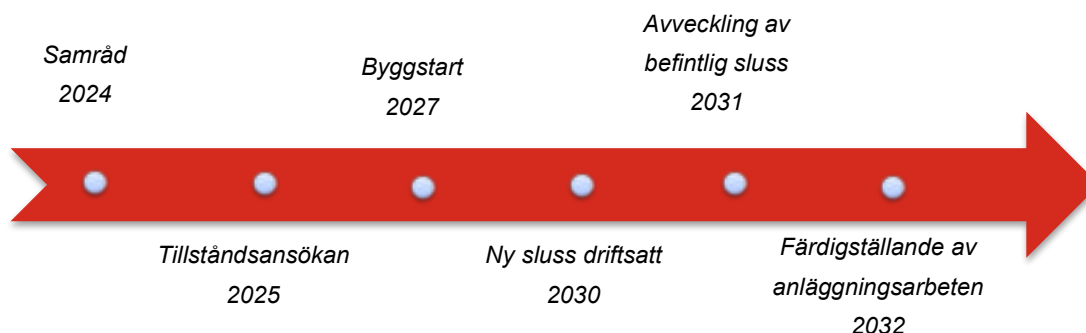
Göta älv är dämnd vid Lilla Edet. Fallhöjden är cirka 7 meter. Den dämmande funktionen består både av slussanläggning, Vattenfalls dammar och tätskärmar som ansluter till dessa anläggningar. Befintliga dämmande anläggningar och konstruktioner, som ingår i projektet och ansluter till Vattenfalls anläggning i öster, kommer att ersättas med nya anläggningar såväl av tillfällig som av permanent karaktär. Dämningen och Vattenfalls möjlighet att innehålla gällande regleringsbestämmelser ska inte påverkas.

För att genomföra projektet och skydda mot framtida skred krävs stabilitetsförbättrande åtgärder i form av markavlastning och markförstärkning längs den västra stranden av Göta älv, från Lilla Edet-bron i söder och vidare norrut till norr om Strömsbäcken på en total sträcka av cirka 1 100 meter.

Därutöver behövs flytt, rivning och anläggande av ledningar samt temporära åtgärder under anläggningsskedet i form av byggvägar, etableringsytor, ytor för masshantering med mera.

Parallellt med arbetet för ny slussanläggning pågår en detaljplaneprocess enligt plan- och bygglagen (PBL) som geografiskt delvis sammanfaller med slussprojektet och som drivs av Lilla Edets kommun.

Samråd för planerade åtgärder genomfördes under våren/sommaren 2024 och byggstart är planerad till år 2027 för att anläggningen i Lilla Edet ska kunna vara driftsatt år 2030. När den nya slussen har tagits i drift kommer den befintliga slussen att avvecklas. Arbetena planeras att kunna slutföras 2032, se Figur 3.



Figur 3. Tidsaxel. Ungefärlig planering av projektet.

2.3 Tidigare utredningar

En trafikslagsövergripande stråkstudie och åtgärdsvalsanalys för Göta älv-Vänerstråket genomfördes 2013, med syfte att skapa ett beslutsunderlag inför Trafikverkets åtgärdsplanering för åren 2014–2025 (Trafikverket, 2013). Under åren 2016–2017 genomfördes en fördjupad åtgärdsvalsstudie (Trafikverket, 2017). Resultatet av studierna kan sammanfattas enligt följande:

- Befintliga slussar är uttjänta år 2030 och renovering av dagens slussar för användning under en längre tid är inte möjlig.
- Nybyggnation i befintlig sträckning är förenat med stora osäkerheter och risker, inte minst vad gäller påverkan på sjöfarten under byggtiden.
- Trafikverkets och Sjöfartsverkets samlade bedömning är att byggnation av nya slussar i nytt läge är den enda möjligheten för att bibehålla och utveckla Vänersjöfarten.

Nya slussar i Trollhätte kanal finns som ett objekt i nationell plan för transportsystemet år 2018–2029 och ligger med i planen för år 2022–2033. Jämfört med Trafikverkets förslag och den ursprungliga planen har regeringen år 2022 i den nu gällande planen gjort vissa ändringar och bland annat ökat satsningarna på sjöfart.

En lokaliseringstudie för den nya slussen i Lilla Edet togs fram år 2021 (Trafikverket, 2021). Korridorer för ett västligt och ett östligt alternativ studerades eftersom en ny sluss bedömdes kunna förläggas antingen väster eller öster om den befintliga slussen. Utredningsalternativen benämndes Väst respektive Öst. Utredningen kom fram till att alternativ Väst var det mest fördelaktigt att utreda vidare, främst på grund av tillgängligheten till arbetsområde och arbetsytor samt att historiska värden på Inlandsön kan behållas.

Alternativa utformningar har studerats för en ny sluss inom den valda lokaliseringen i korridor Väst (Trafikverket, 2024b). En triangulär utformning av slusskammaren medger att farleden och sjöfart gör en vinkelförändring under eller i samband med slussning. En triangelformad sluss väster om den befintliga slussen bedöms i detta fall vara mest fördelaktigt bland annat för att markinrång och masshantering kan reduceras jämfört med en traditionell rak sluss.

3 Höjd- och koordinatsystem

I projektet används följande geodetiska referenssystem:

Referenssystem i plan SWEREF 99 12 00

Höjdsystem RH 2000

Tidigare vattendomar har ibland utgått från äldre höjdsystem. Omräkning av höjd kring Lilla Edet sluss görs enligt nedan:

$$RH_{2000} = RH_{00} + 0,262 \text{ m}$$

$$RH_{70} = RH_{00} + 0,160 \text{ m}$$

I detta dokument refereras alla plushöjder och nivåer till RH 2000 om inte annat anges.

4 Mark- och vattenförhållanden

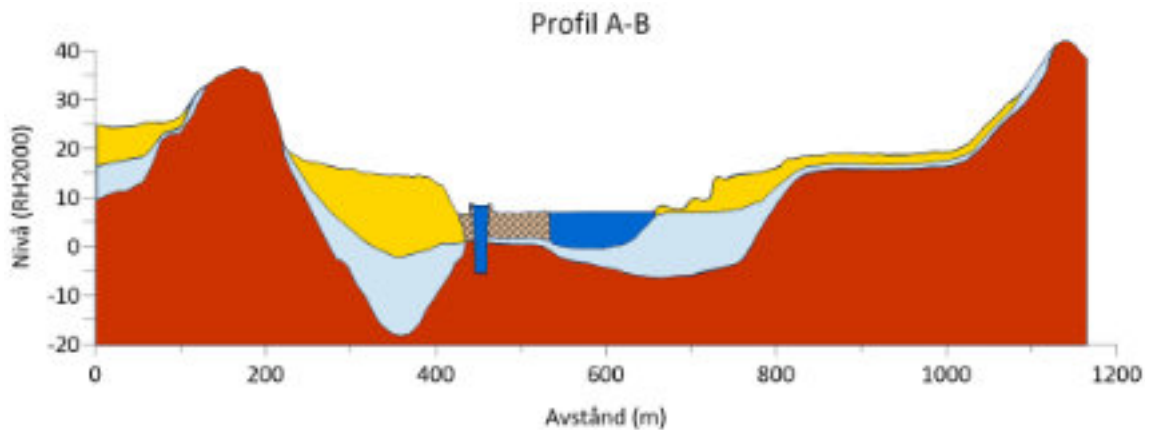
4.1 Översiktliga geologiska förhållanden

I Göta älv-dalen och i arbetsområdet för anläggande av den nya slussanläggningen utgörs de ytliga jordarterna huvudsakligen av glacial lera, se Figur 4. Under leran finns friktionsjord och därunder berg. Friktionsjorden utgörs av en sandig morän med mer eller mindre inslag av grus och silt. Lokalt förekommer block i moränen. Berggrunden består av uppsprucken gnejs i form av kristallint urberg. Ställvis sticker berget upp genom jordlagren som höjder i parallella stråk i ungefärlig nord-sydlig riktning. I anslutning till berghöjderna kommer även moränen upp genom leran. Morän utgör till stor del även botten i älven strax nedströms slussen och strax uppströms Strömsbäckens utlopp. Runt den befintliga slussen och bakom befintlig spontkaj uppströms slussen består marken av fyllnadsjord. Även på Inlandsön finns fyllnadsjord på berg och på morän.

En konceptuell geologisk tvärsektion längs profillinje A-B presenteras i Figur 4 och illustreras som tolkad jordlager- och bergprofil i Figur 5.



Figur 4. SGU:s jordartskarta 1:25 000 – 100 000. Profilinje A-B illustrerar sträckning för konceptuell geologisk tvärsnitt (se Figur 5 nedan).



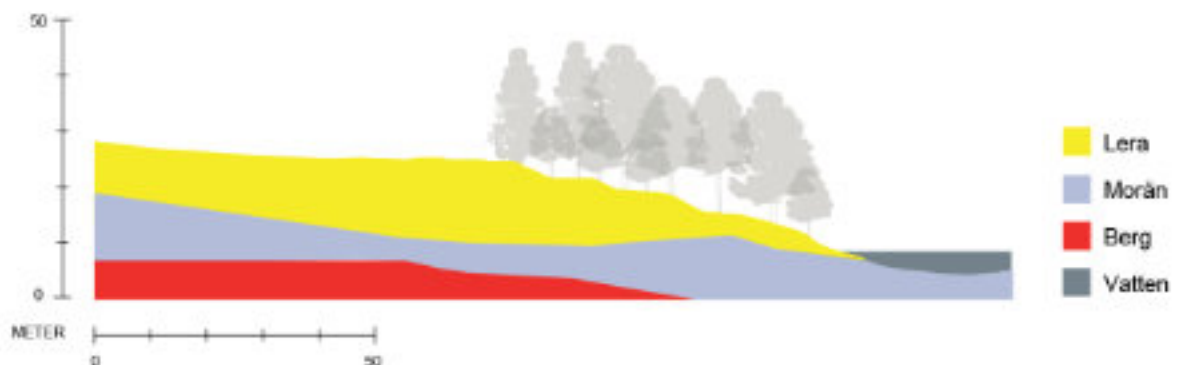
Figur 5. Konceptuell geologisk tvärsnitt med översiktligt tolkad jordlager- och bergprofil, ej skalenlig, längs profilinje A-B enligt figur 4. Gul färg = lera, ljusblå färg = morän, röd färg = berg, mörkblå färg = vatten, rutnät = fyllnadsjord.

Jorddjupet varierar generellt mellan cirka 0 – 30 meter inom området för planerade åtgärder. De största jorddjupen påträffas i den norra och södra delen. Inom området där den nya slussen och anpassade farledssträckningen med tillhörande anläggningar planeras varierar jorddjupet generellt mellan cirka 5 – 30 meter. Jorddjupet är generellt grundare där morän utgör ytjordart.

Grundvatten förekommer både i jordlager och i berggrunden. Lerlagret har låg genomsläpplighet, vilket innebär att grundvatten rör sig långsamt i leran, medan det kan röra sig snabbare i moränen och i sprickor i berggrunden. Moränen och berggrundens sprickor utgör avgränsade hydrauliska enheter som benämns grundvattenmagasin. Även grundvattengradienten, det vill säga grundvattentryckytans lutning, påverkar grundvattnets rörlighet då grundvatten rör sig snabbare där gradienten är kraftigare. Grundvattnets generella strömningsriktning är mot Göta älv från den högre terrängen väster om älven.

4.2 Topografiska och batymetriska förhållanden

Översiktligt varierar marknivåerna inom området för planerad verksamhet mellan cirka +35 vid Ströms slott och cirka +1 längs älvkanten nedströms slussen. Längs Göta älvs västra sida löper en slänt med nivåskillnader som varierar mellan 7 och 14 meter mellan släntkrön och släntfoten mot Göta älvs strand, se exempel i Figur 6. Den västra älvstranden sluttar generellt i sydostlig riktning ned mot älven.



Figur 6. Typsektion som illustrerar nivåskillnad för befintliga slänter ned mot älven. Väster motsvarar vänster i figur.

Topografin nedströms den befintliga slussen utgörs av en brant slänt med nivåskillnader på cirka 14 meter mellan släntkrön (+15) och älvkant (+1). Inom området för Slottsparken är markytan flackare med nivåer som varierar mellan +16 och +13 som lutar upp mot Ströms slott som har en nivå på +35. Ytorna kring den befintliga slussen ligger på nivå cirka +8. Uppströms slussen finns en slänt i flera etapper med mellanliggande terrasser, vilket till viss del är ett resultat av tidigare stabilitetsförbättrande åtgärder som genomförts genom avschaktningar. Nivåskillnaden är cirka 7 meter mellan släntkrön (+14) och älvkant (+7). Från vattenlinjen och ner till farledsbotten återfinns en undervattensslänt med en lutning på cirka 1:2–1:4. Befintliga slänter närmast älvkanten är anlagda genom muddring och är erosionsskyddade i skalvpzonen, generellt från medelvattenytan och cirka +/- 2 meter ovan/under.

Batymetrisk mätning i Göta älv har utförts vid ett flertal tillfällen där den senaste utfördes 2020–2021 (Marin miljöanalys AB, 2021). Nedströms slussen på den västra sidan av Inlandsön uppgår vattendjupet till cirka 7 meter. Uppströms varierar vattendjupet mellan cirka 7 och 19 meter där de djupaste delarna återfinns strax öster om Strömsbäckens mynning (Figur 42).

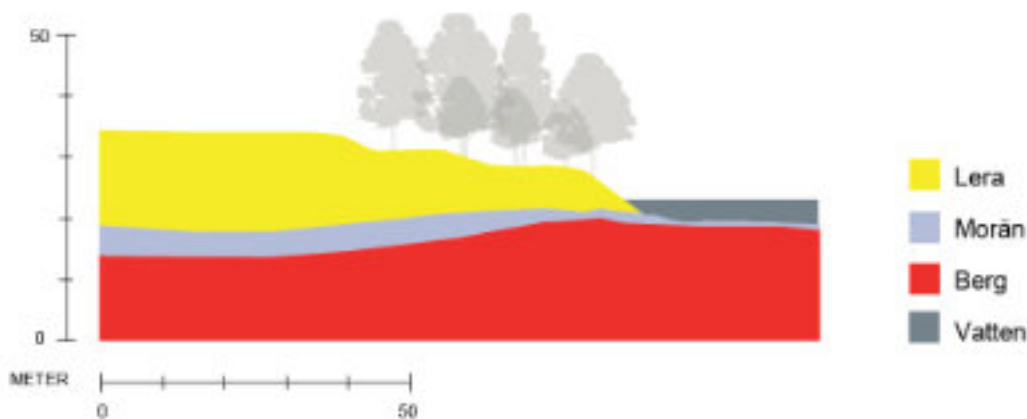
4.3 Geotekniska förhållanden

Rådande förhållanden och behov av geotekniska förstärkningsåtgärder för anläggandet av den nya slussen och anpassningen av farleden beskrivs detaljerat i ”Beräknings-PM Släntstabilitet ny sluss och justerad farled” (Bilaga B:2). Nedan ges en översiktlig beskrivning av de geotekniska förhållandena.

4.3.1 Jordlagerförhållanden på land

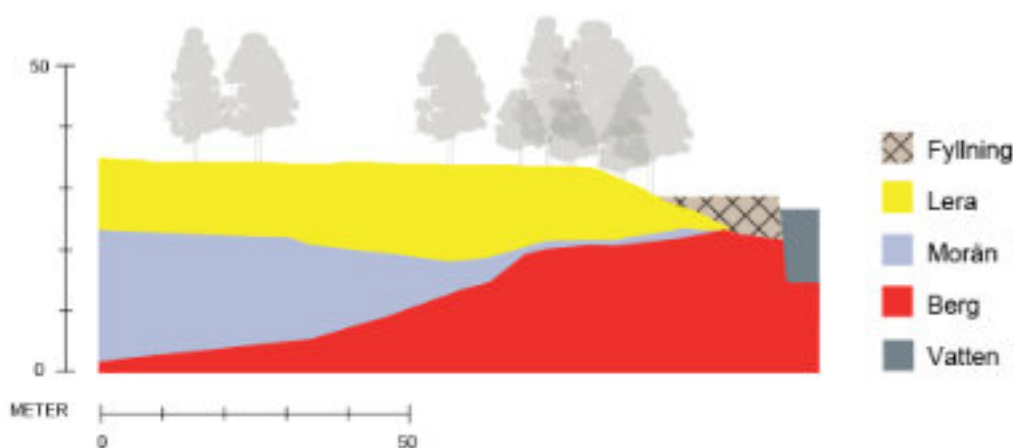
Jordlagerföljden inom området kring den befintliga slussen utgörs generellt av lera följt av morän som vilar på berg. Övre delen av leran har vanligen utvecklats till en torrskorpelera.

I området uppströms den befintliga slussen utgörs marken närmast älven av lera med en mäktighet mellan 10 och 25 meter. Närmast markytan utgörs leran av ett tunnare lager av torrskorpelera. Under leran finns ett moränlager av varierande mäktighet som vilar på berg. I de västligare delarna finns områden där berg sticker upp genom jordlagren. Lokalt förekommer områden med fyllnadsjord, vilka huvudsakligen är lokaliserade bakom befintlig spontkaj uppströms den befintliga slussen. Jorddjupet varierar längs farleden och är mindre vid kajen, omkring 10 meter. Moränen förekommer ytligare närmast älven. En typsektion för området uppströms slussen ses i Figur 7.



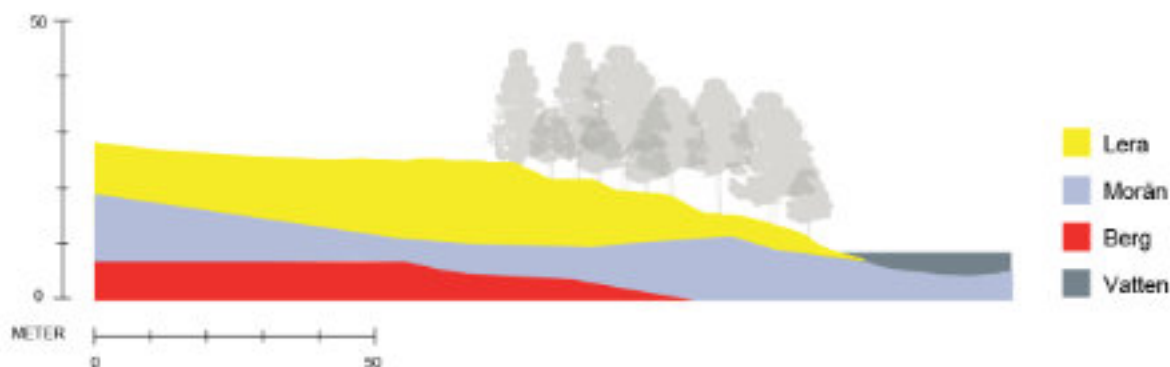
Figur 7. Typsektion uppströms den befintliga slussen. Väster motsvarar vänster i figur.

Närmast den befintliga slussen återfinns cirka 5 till 7 meter fyllnadsjord direkt på berg. Från släntfot och västerut mot Ströms slott utgörs jordlagerföljden överst av torrskorpelera och därunder lera, följt av morän som vilar på berg. Lerlagret har en mäktighet som varierar mellan någon enstaka meter, närmast befintlig farled, till upp emot cirka 16 meter. Moränlagrets mäktighet varierar mellan någon enstaka meter till drygt cirka 20 meter. Djupet till berg ökar påtagligt i västlig och nordlig riktning och uppgår till drygt 30 meter under Slottsparken och strax norr om slussen. En typsektion för området vid slussen ses i Figur 8.



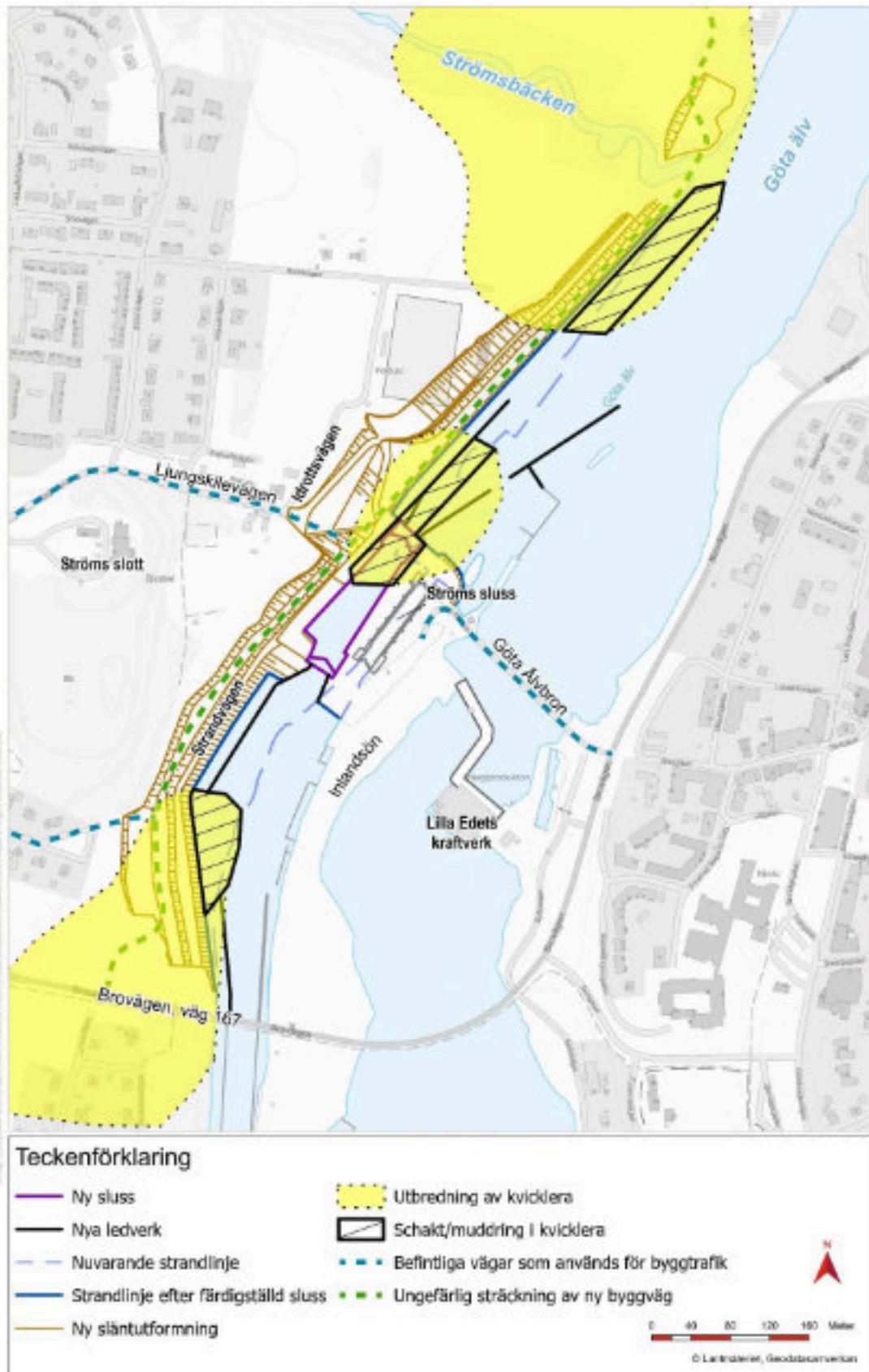
Figur 8. Typsektion vid den befintliga slussen. Väster motsvarar vänster i figur.

Nedströms den befintliga slussen, längs älvkant och i älvbotten återfinns moränen ytligast i lagerföljden. Jordlagren utgörs i området nedströms slussen generellt av cirka 5 till 15 meter siltig lera följt av morän som vilar på berg. Lerdjupet är minst närmast älven. Närmast markytan förekommer ett tunnare lager av torrskorpelera, dock inte vid terrasseringarna där avschaktningar tidigare har utförts. En typsektion för området nedströms slussen ses i Figur 9.



Figur 9. Typsektion nedströms den befintliga slussen. Väster motsvarar vänster i figur.

Lerans skjuvhållfasthet är låg i övre delen och ökar mot djupet. I stora delar av området längs den västra älvstranden, i den nedre delen av lerprofilen, förekommer lera med hög sensitivitet vilken klassas som kvicklera. Kvikleran förekommer från Parkvägen och söderut, lokalt uppströms den befintliga slussen, i området från Strömsvallen och norrut samt längs Strömsbäcken. I Figur 10 visas bedömd utbredning av kvicklera samt områden där schakt/muddring för den nya slussen och justerad farledsslänt berör kvicklera.



Figur 10. Bedömd utbredning av kvicklera och ungefärliga områden där schakt/muddring för den nya slussen och justerad farledsslänt sker i kvicklera.

4.3.2 Jordlagerförhållanden i älven

I Göta älv består farledens botten till största del av naturligt lagrad jord och sediment. Den översta 0,5 - 1 metern utgörs av ett sedimentlager som i huvudsak består av lera och/eller silt. En lagerföljd med friktionsjord som överlagras av lera eller siltig lera dominerar i området. På några platser (strax nedströms slussen, uppströms befintlig spontkaj och uppströms Strömsbäckens utlopp i älven) ligger moränen grundare och utgör botten i farleden.

4.3.3 Befintliga stabilitetsförhållanden

I området längs västra älvstranden, mellan Strömsbäcken och Lilla Edet-bron, har det tidigare utförts stabilitetsförbättrande åtgärder. Mellan den befintliga slussen och Strömsbäcken har avschaktningar utförts som terrasser i slänten i kombination med utläggning av stödfyllning i älvkanten. Även längs sträckan mellan slussen och Lilla Edet-bron har avschaktning utförts i slänten, som terrasserats ner mot Göta älv.

För att hindra erosion i strandzonen har ett erosionsskydd lagts ut på båda sidor av farleden längs hela sträckan för planerade åtgärder. Skyddet utgörs av sorterade stenmassor och sträcker sig en eller ett par meter över och under normalvattennivån.

På uppdrag av Lilla Edets kommun genomfördes fördjupade stabilitetsutredningar för tre delområden längs den västra älvstranden (Ramböll, 2013), (Ramböll, 2015a) och (Ramböll, 2015b). Utredningarna visade att stabilitetsförbättrande åtgärder skulle krävas för att uppfylla rekommenderad säkerhetsnivå för befintlig bebyggelse och anläggning strax uppströms den befintliga slussen samt för hela området nedströms befintlig sluss ner till området strax söder om väg 167 (även benämnt Östra Berg). I och med projektet Slussar i Trollhätte kanal har det gjorts en stor mängd ytterligare undersökningar i fält samt avancerade laborieförsök. Utförda beräkningar som tar hänsyn till de nya undersökningarna visar att stabiliteten i hela området mellan Strömsbäcken och väg 167 är tillfredsställande för befintliga förhållanden.

Lilla Edets kommun, med stöd av Statens geotekniska institut (SGI), driver ett pågående projekt för området Östra Berg söder om väg 167, där stabilitetsförbättrande åtgärder planeras att utföras innan föreliggande projekt. Kompletteringar har utförts i samband med detaljprojekteringen och därmed har åtgärdsbehovet kunnat minskas jämfört med tidigare fördjupade utredning (Ramböll, 2015a).

På uppdrag av Statens geotekniska institut (SGI) har en fördjupad stabilitetsutredning vid Torna dal genomförts (COWI, 2024). Utredningen innefattar Strömsbäcken och fastigheter norr därom. Utredningen visar bland annat att det krävs stabilitetsförbättrande åtgärder strax norr om Strömsbäckens utlopp i Göta älv för att uppfylla rekommenderade säkerhetskrav för befintlig bebyggelse och anläggning enligt IEG rapport 4:2010 (IEG, 2010).

4.3.4 Sättningsförhållanden

Den övre delen av leran inom området för planerade åtgärder har historiskt varit utsatt för betydligt högre belastningar jämfört med dagens belastning, delvis som ett resultat av de avschaktningar som har gjorts tidigare i området. Detta medför att den övre delen av leran är överkonsoliderad och inte är sättningskänslig, förutsatt att belastningar begränsas till den ungefärliga tidigare belastningen. Belastningsförhållandena i den undre delen av leran motsvarar normal- till svagt överkonsoliderad, vilket innebär att leran kan vara något känslig för exempelvis förändrade grundvatten- och portrycksförhållanden.

Inom området väster om Strandvägen och Idrottsvägen (Figur 10) är leran generellt svagt överkonsoliderad i den övre delen av jordprofilen och överkonsoliderad på större djup.

Under älven är leran starkt överkonsoliderad. Orsaken till den höga överkonsolideringen är den avlastning som erosion och muddring av befintlig farled har givit upphov till. Se vidare ”Beräknings-PM Sättningar inom påverkansområde grundvatten” Bilaga B:3.

4.4 Bergtekniska förhållanden

Enligt utförda kärnborrningar består berggrunden av en grå medelkornig, tonalitisk och granodioritisk gnejs, vilket är typiskt för Göta älvdalens berggrund. Bergnivån i området närmast den nya och befintliga slussen är som högst i läget för den befintliga slussen. Bergytan vid den nya slussen faller därefter djupare mot väst, nord och syd.

Berget bedöms huvudsakligen vara stor- till medelblockigt uppsprucket. Med underlag från utförda hållkarteringar och kärnborrningar har tre dominerande sprickriktningar identifierats. Två brantstående spricket med strykning ostsydost-västnordväst med medelvärde 98/79° respektive 273/68°. Den tredje dominerande sprickriktningen utgörs av undulerande foliationsparallella sprickor som stryker i en nord-sydlig ritning med medelvärde 180/38°. Vid byggnationen av den befintliga slussen har sprickor påträffats, som i dokumentationen beskrivits som sandfyllda slag. Undersökningar indikerar att sprickorna är fyllda med sand och silt samt att sprickorna är vattenförande till kraftigt vattenförande.

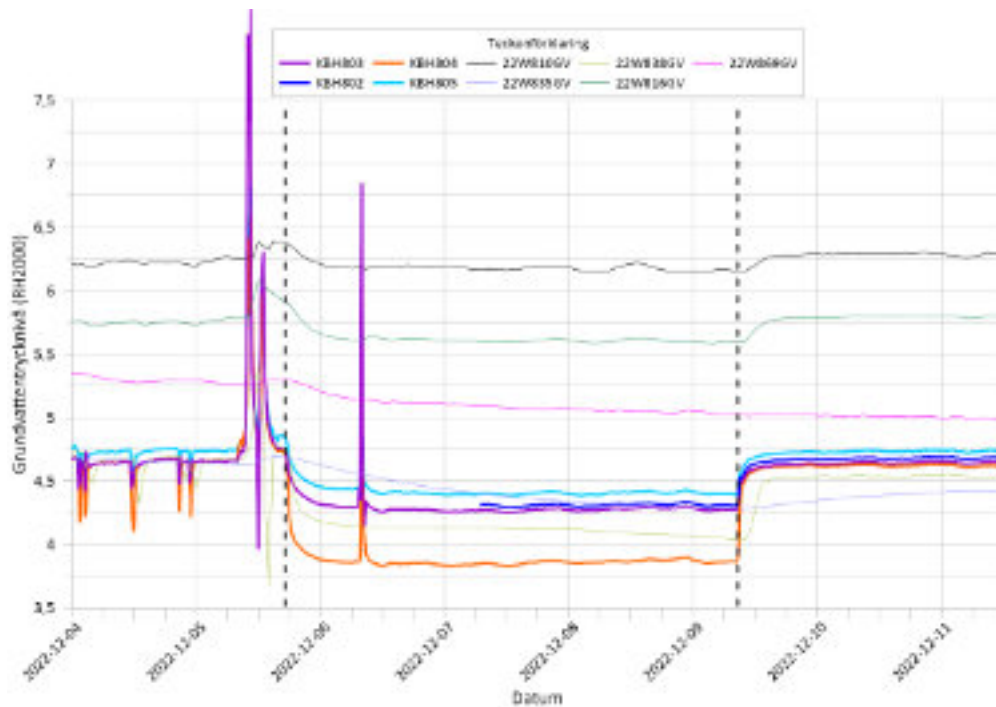
För utredningen av berget har tolv kärnborrhål utförts inom projektområdet för att undersöka förekommande sprickors fysiska egenskaper. Borrhålen har efter färdigställande filmats med borrhålskamera och vattenförlust har mätts i sektioner om 3 meter samt i hela hålens längd frånsett partier där detta inte har varit möjligt. Hållkartering har utförts samt refraktionsseismiska undersökningar i sluss- och farledsområde för att erhålla en indikation på djup till berg och förekomst av eventuella svaghetszoner (Trafikverket, 2024e).

4.5 Hydrogeologiska förhållanden

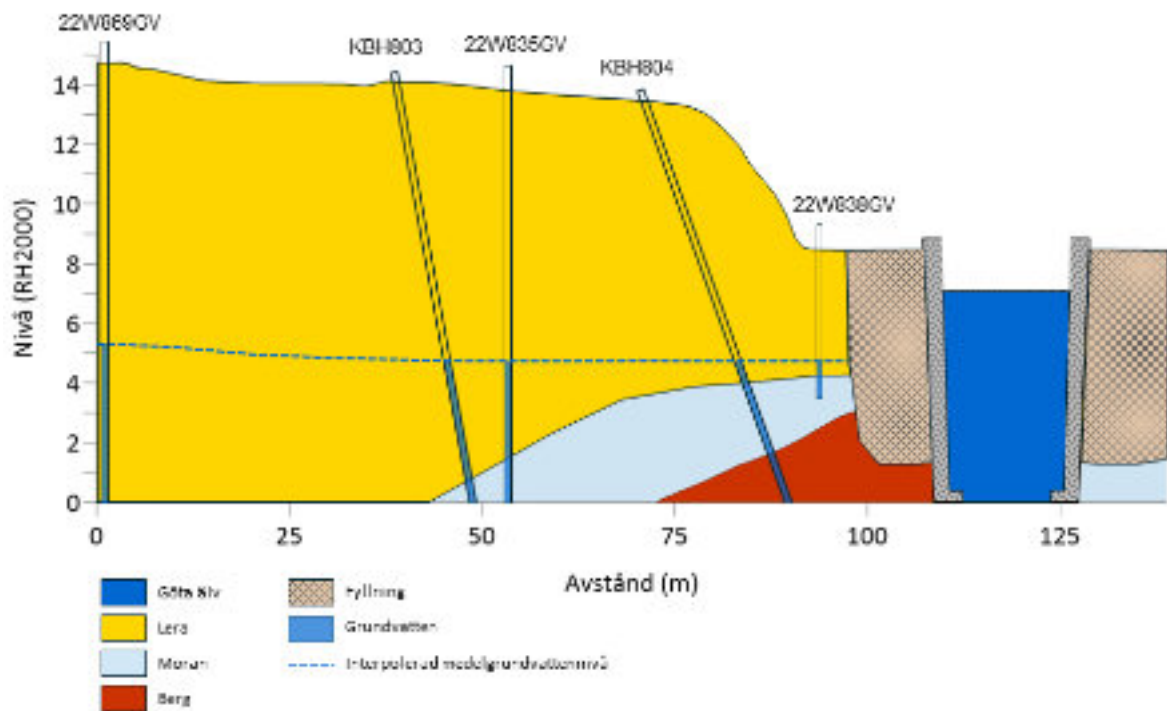
Hydrogeologiska förutsättningar redovisas i sin helhet i PM Hydrogeologi i (Bilaga B:1).

Vid den planerade nya slussen förekommer rörligt grundvatten i ett undre grundvattenmagasin i morän samt i det kristallina bergets sprickor. Grundvattenmagasinen i morän och berg har inte kontakt med atmosfärstrycket på grund av det tätande ovanliggande lerlagret och utgör således av slutna grundvattenmagasin.

Grundvattentrycknivåerna i morän och berg längs den västra stranden bedöms huvudsakligen styras av ytvattennivåerna i älven och påverkas tydligt av förändringar i vattennivå inne i den befintliga slussen, se Figur 11. Vidare står grundvattentrycknivåerna i morän och berg på samma nivåer vid platsen för den nya slussen, vilket bedöms innebära att det finns en god hydraulisk kontakt mellan moränen och sprickor i berget, se principskiss i Figur 12. I fyllnadsjorden närmast den befintliga slussen bedöms det kunna förekomma ett litet öppet, övre grundvattenmagasin.



Figur 11. Utsnitt av uppmätta grundvattentrycknivåer i morän (grundvattenrör) och berg (kärnbrorhål) som illustrerar den tydliga påverkan som förändringar i vattennivå i den befintliga slussen har på vattennivån i grundvattenmagasinet i morän och berg. De svarta streckade linjerna visar start och slut för en period då vattennivån i den befintliga slussen sänktes till älvens nivå nedströms slussen under ett antal dagar innan den fylldes upp igen. När vattennivån i slussen sänks sjunker grundvattennivån direkt i de mätpunkter som är belägna närmst slussen. Av figuren framgår även några stora nivå toppar strax innan och strax efter att vattennivån i slussen sänkts. Dessa är orsakade av pågående kärnbrorning, där trycket från borringen höjer grundvattennivån i omkringliggande kärnbrorhål..



Figur 12. Principskiss över uppmätta medelgrundvattentrycknivåer i undre grundvattenmagasin i morän (grundvattenrör 22W838GV, 22W835GV, 22W869GV) och berg (kärnbrorhål KBH803 och KBH804) väster om den befintliga slussen. Avståndsmätning enligt X-axeln utgår från grundvattenrör "22W869GV" (se figur 13) och går strax öster om befintlig sluss.

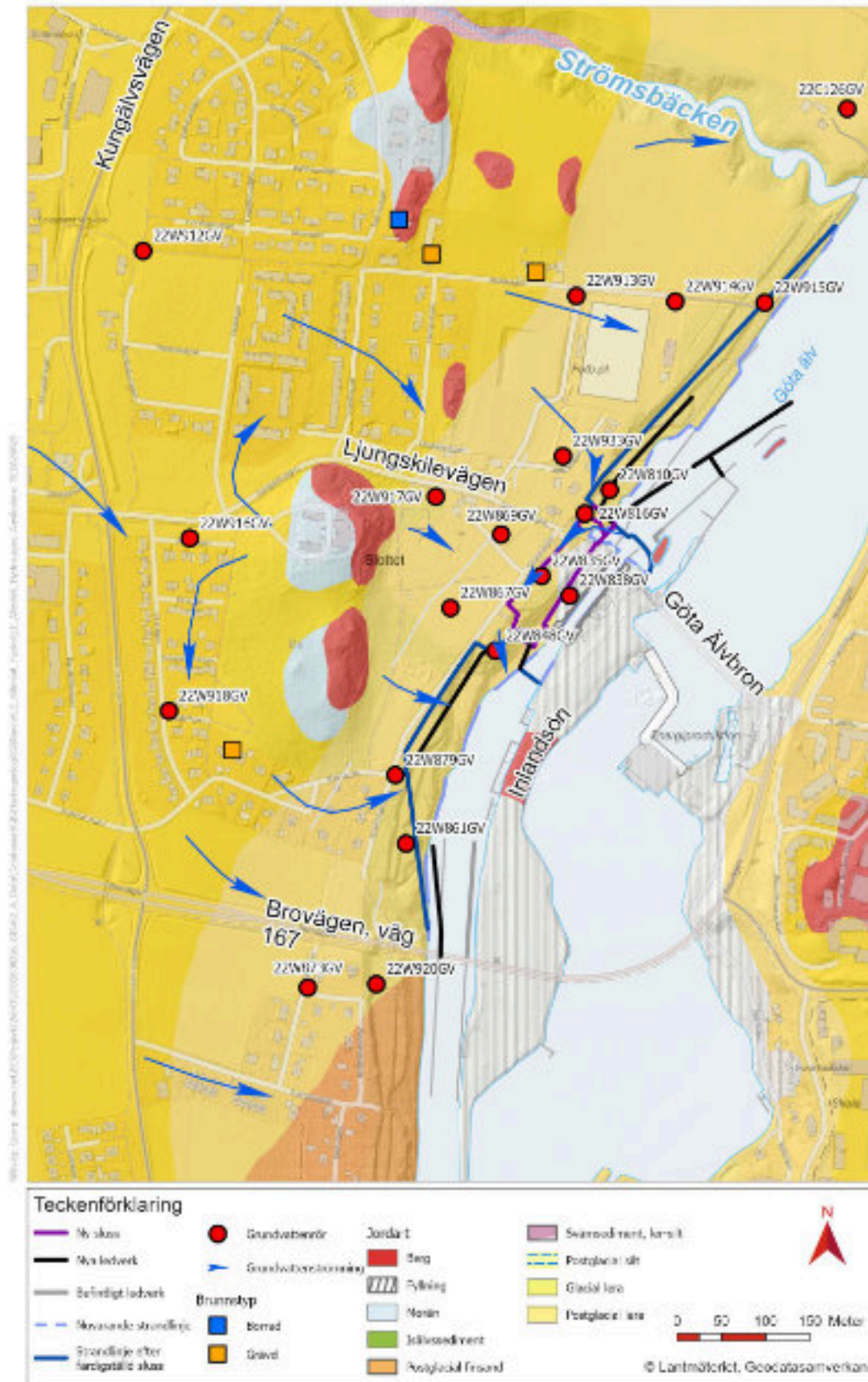
Mätning av grundvattentrycknivåer i moränen utförs i grundvattenrör samt i enskilda brunnar. Lägen för grundvattenrören och de enskilda brunnarna redovisas i Figur 13. Mätning av grundvattentrycknivå pågår sedan oktober 2022. Uppmätta grundvattentrycknivåer visar att grundvattenströmningen generellt är riktad mot Göta älv, det vill säga från väst till öst. Ytligt berg vid Ströms slott och strax söder om slottet bedöms utgöra lokala grundvattendelare. Närmst Göta älv följer grundvattentrycknivåerna nivåerna i älven, vilket innebär högre grundvattentrycknivåer uppströms än nedströms den befintliga slussen. Här bedöms grundvattenströmningen vara parallell med flödet i älven och den befintliga slussen. Göta älv bedöms således påverka grundvattnets strömningsbild lokalt, se tolkade strömningsriktningar i Figur 13.

Grundvattentrycknivåer i berg mäts bland annat i borrhål som använts för att undersöka bergets hydrauliska egenskaper vid den nya slussen, så kallade kärnborrhål. Lägen för de kärnborrhål som mäts redovisas i Figur 14 tillsammans med medelvärden för uppmätta grundvattentrycknivåer i berg och morän vid planerad ny sluss.

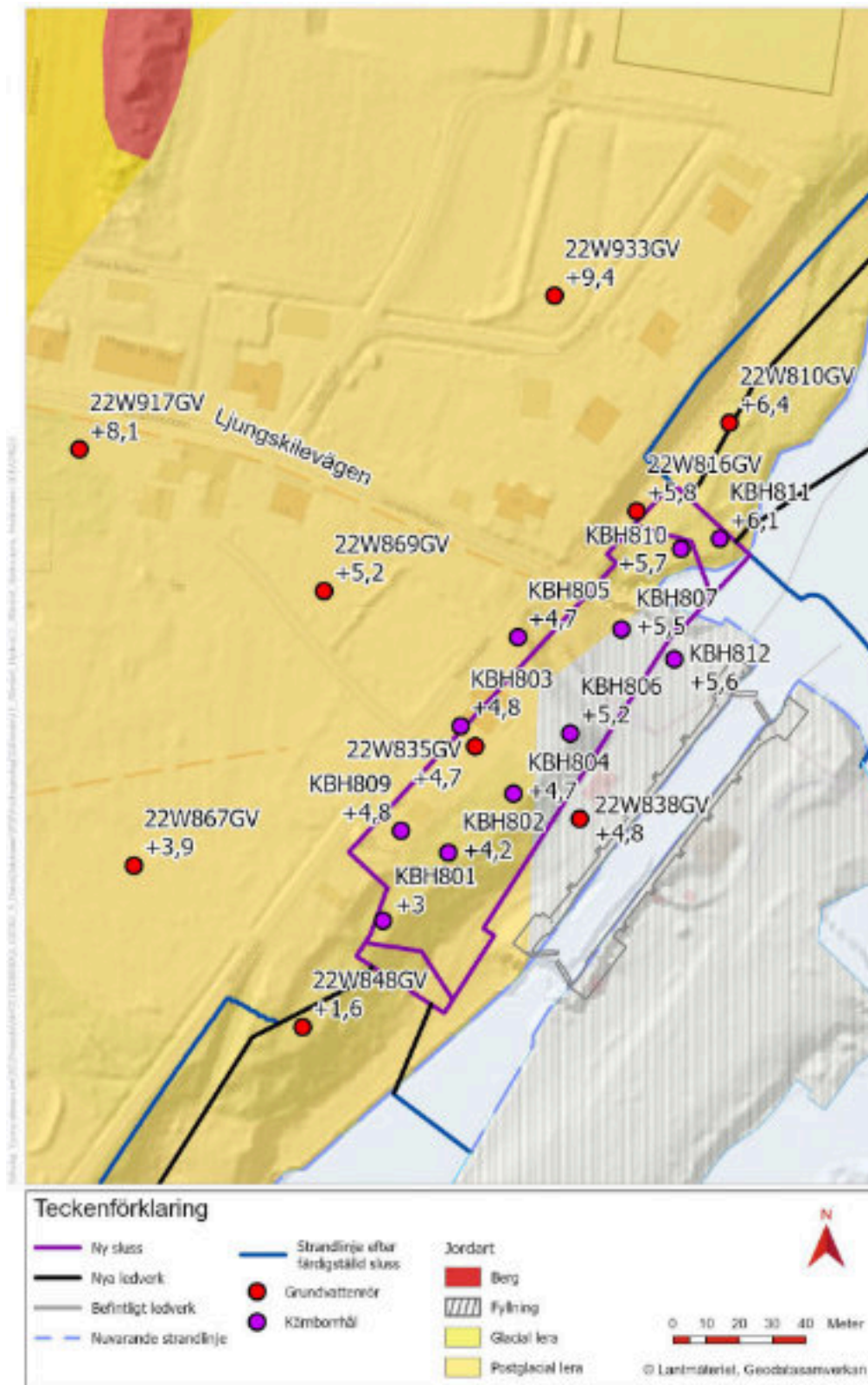
Mätning av portryck i lerlagret har även utförts. Lägen för portrycksmätrören framgår av Figur 15 och Figur 16 tillsammans med medelvärden.

Hydrogeologiska förhållanden har undersökts genom vattenförlustmätningar i 12 kärnborrhål samt hydrauliska tester, så kallade slugtest, i 18 grundvattenrör. En provpumpning har även utförts under perioden 2023-09-13 – 2024-09-15 i läge för den nya slussen.

Utförd brunnsinventering har identifierat 51 enskilda brunnar inom inventeringsområdet, huvudsakligen energibrunnar. Av dessa är 4 grävda, 46 borrhål i berg och 1 av okänd typ.



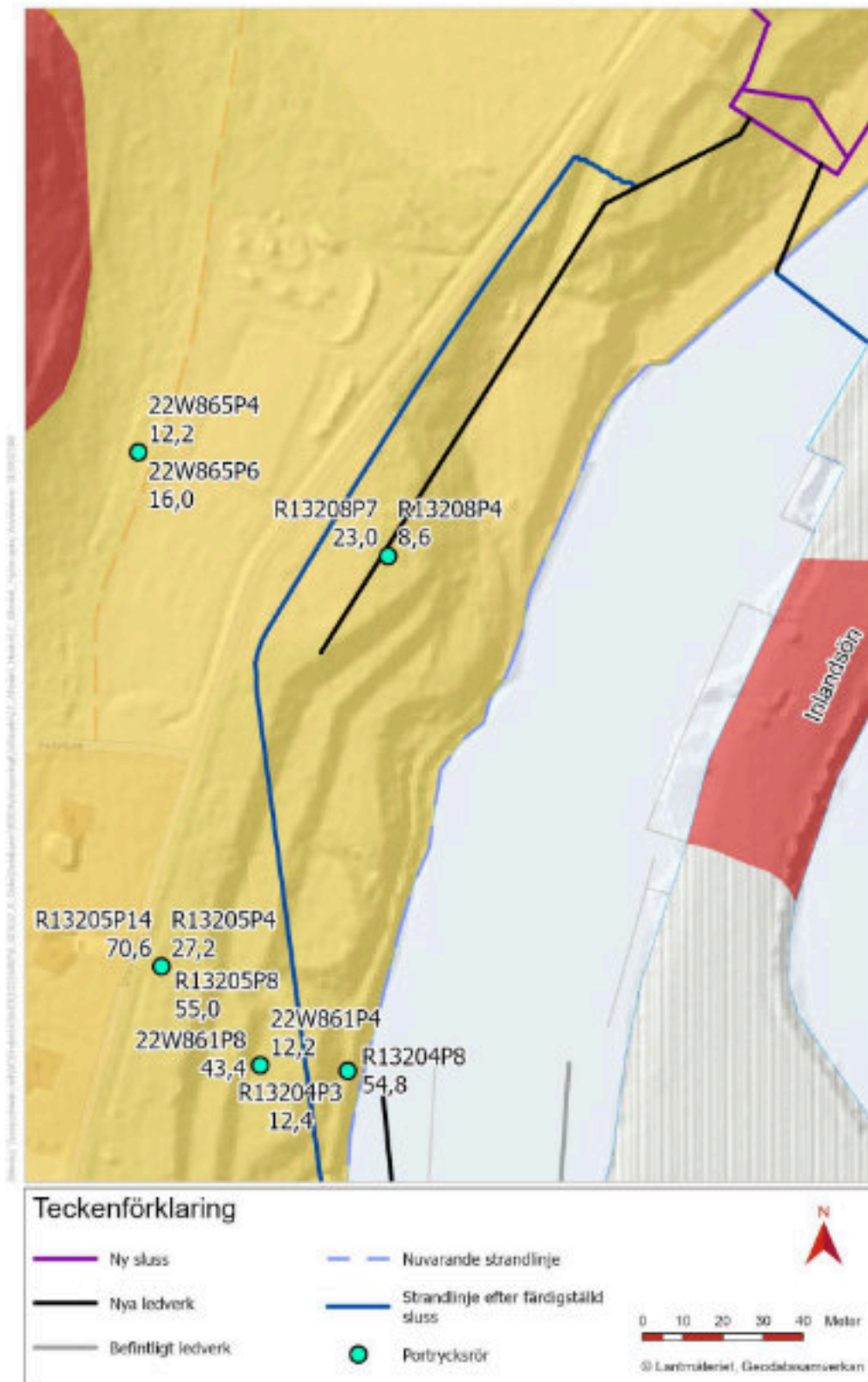
Figur 13. Lägen för grundvattenrör i jord samt i enskilda brunnar där nivåmätningar utförs. Blå pilar illustrerar bedömd strömningsriktning för grundvatten i morän under leran (undre magasin). Göta älvs strömningsriktning går generellt från nordnordost mot söder i figuren.



Figur 14. Lägen för grundvattenrör i morän samt kämborrhål där nivåmätningar utförs inom och i närheten av planerat nytt slussläge. Medelnivåer för grundvatten i morän och berg redovisas vid observationspunkt som nivåer i RH 2000. Medelvärden är beräknade för perioden september 2022 till april 2024.



Figur 15. Lägen för portrycksrör med mätserier längre än tre månader. Medelvärden för portrycksmätningarna redovisas för varje observationspunkt i kilopascal (kPa). Flertalet observationspunkter finns i samma läge med portrycksspets på olika djup och har namngivits så att siffran efter "P" anger antalet meter under markytan som respektive portrycksspets är installerad på.



Figur 16. Lägen för porttrycksrör i södra delen av slussområdet med mätserier längre än tre månader. Medelvärden för porttrycksmätningarna redovisas för varje observationspunkt i kilopascal (kPa). Flertalet observationspunkter finns i samma läge med porttrycksspets på olika djup och har namngivits så att siffran efter "P" anger antalet meter under markytan som respektive porttrycksspets är installerad på.

4.6 Hydrologiska förhållanden

Göta älv har sitt flöde från Vänern i norr till utloppet i Kattégatt vid Göteborg i söder, en sträcka på cirka 93 kilometer med en sammanlagd fallhöjd om cirka 44 meter. Älven är Sveriges största vattendrag och har ett totalt avrinningsområde om 48 500 km² (SMHI, 2024a). Majoriteten av älvens flöde, cirka 93 %, kommer från avrinningsområden uppströms Vänern. Vattenkvaliteten i älven är därför i stort sett den samma som i Vänern, vilken generellt bedöms som god.

Vid Lilla Edet har älven en medelvattenföring på 557 m³/s enligt SMHI:s vattenwebb (statistisk 1991–2020). Tabell 1 anger karaktäristiska flöden baserat på uppmätta data från Vattenfalls dammanläggning för åren 2000–2021.

Tabell 1. Karaktäristiska flöden i Göta älv vid Lilla Edet (baserat på uppmätta flöden 2000–2021).

Flödesstatistik 2000 – 2021	Flöde (m ³ /s)
MLQ	186
MQ	576
MHQ	944

4.6.1 Vattendomar och reglering

Det finns fyra kraftverk i Göta älvs huvudfåra: Vargön, Olidan, Hojum och Lilla Edets kraftverk. Vattenfall äger samtliga anläggningar. Utlödet från Vänern regleras vid Vargöns kraftverk enligt gällande vattendom. De övriga drivs i praktiken som strömkraftverk med beaktande av vissa föreskrifter avseende reglering i respektive tillstånd för kraftverken. Detta innebär att flödet vid Lilla Edet till största delen beror av regleringen i Vargön.

Vattennivåer i Vänern och tappning till Göta älv regleras i första hand av Vänerns vattendom där huvuddomen utfärdades år 1937 (Vänerns reglering, 1937). Denna vattendom bestämmer till vilka vattenstånd och flöden som Göta älv ska regleras.

Efter 1937 har vissa mindre ändringar av regleringsbestämmelserna gjorts. Till exempel bestämmelser att vattenflödet vid Göteborg inte får bli för lågt i syfte att minska risken för att saltvatteninträngning (Vänerns reglering, 1955) samt avseende vattenståndet nedströms Lilla Edets kraftstation från 2015 (Omprövning av vattenståndet Lilla Edets kraftstation, 2015).

I samband med inrättandet av Trollhätte Kanal och vattenkraftreglering av Göta älv ägdes båda anläggningstyperna av staten som var tillståndshavare. I samband med att Vattenfall bolagiserades upprättades ett avtal mellan staten genom dåvarande Kanalverket och Vattenfall. När Kanalverket uppgick i Sjöfartsverket 1994, övertog Sjöfartsverket ansvaret för Trollhätte kanal och avtalsförvaltningen. Avtalet reglerar bland annat frågor om ansvarsfördelning och närmare reglering av hur verksamheterna, inom ramen för tillstånden, ska bedrivas av hänsyn till respektive verksamhetsutövare.

4.6.2 Tappningsstrategi - Vänern

Inom ramen för gällande tillstånd styrs tappningen även av den tappningsstrategi som tillämpas av Vattenfall. Historik och nuvarande tappningsstrategi sammanfattas nedan.

År 2000–2001 inträffade översvämningar kring Vänern och år 2008 antogs därför en tappningsstrategi för att minska risken för översvämning och för att hålla nivån i Vänern något lägre än tidigare (Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Vattenfall, 2008).

Strategin fick dock en del oönskade effekter på grund av att variationen av vattennivån minskades ytterligare från vattensystemets naturliga fluktuationer.

År 2018 bildades Vänerrådet i syfte att få till stånd en säker och naturanpassad tappningsstrategi för Vänern. En överenskommelse om en ny tappningsstrategi undertecknades av Länsstyrelsen i Västra Götaland och Vattenfall i december 2022 (Vänersamarbetet, 2024). Den nya tappningsstrategin syftar till att öka vattenståndsvariationerna i Vänern under året och mellan åren, samtidigt som regleringen håller sig inom vattendomens bestämmelser. Strategin ämnar att bättre följa den naturliga variationen över året och skapa mer naturliga isförhållanden samt högre högvatten under vår och försommar vilket medför större svämzoner. Sammantaget är syftet att motverka de problem som uppstod kopplat till strategin från 2008. Strategin enligt Vänersamarbetet planeras att implementeras fullt ut när den pågående ombyggnaden av dammen vid Lilla Edets kraftstation har färdigställts.

4.6.3 Reglering i Lilla Edet

Öster om den befintliga slussen ligger Lilla Edets vattenkraftverk vars utbyggnadsvattenföring, det vill säga det maximala flödet som kan ledas igenom kraftstationens turbiner, är cirka 775 m³/s.

Det pågår ett arbete med att bygga om kraftverksdammen i Lilla Edet och arbetet beräknas vara klart i slutet av år 2027. Dammens avbördningskapacitet (hur mycket vatten per tidsenhet som maximalt kan passera vid en viss vattennivå) kommer att ökas i och med ombyggnaden. Avbördningskapaciteten ökas av dammsäkerhetsskäl och möjliggör även större tappning från Vänern. Detta eftersom Lilla Edets kraftverksdamm idag utgör en begränsning i förhållande till den högre avbördningskapaciteten i Vargön och Trollhättan.

Tabell 2 redovisar för slussverksamheten dimensionerande dämningarnivåer uppströms Lilla Edets sluss enligt Sjöfartsverket och Vattenfalls avtal. I tabellen motsvarar *HVY* (högvattenyta) den högsta dämningensgräns enligt vattendom. *LVY* (lågwaternyta) är sänkningsgräns enligt vattendom. *LVY** (lågwaternyta) är den lägsta sänkningsgräns enligt avtal mellan Sjöfartsverket och Vattenfall. *NVY* (normalwaternyta) utgör den normala nivån i området uppströms kraftverk och sluss.

Tabell 2. Vattennivåer uppströms Lilla Edet sluss med beaktande av avtal mellan Sjöfartsverket och Vattenfall (Sjöfartsverket & Vattenfall AB, 1994). Höjderna är omräknade till höjdsystem RH 2000.

	LVY	LVY*	DG	HVY	NVY
	Enligt vattendom	Enligt avtal	Enligt vattendom	Enligt vattendom	
Befintlig sluss	+6,53	+6,86	+7,56 vid flöde upp till 600 m ³ /s +7,36 vid flöde upp till och över 900 m ³ /s	+7,56	+7,1

Gällande vattendom sätter begränsningar för vattennivån nedströms Lilla Edet kopplat till nivån i havet. Tappningen ska vid behov sänkas för att behålla vattennivåerna nedströms Lilla Edet under +2,16 meter. Denna regleringsbestämmelse anses normalt överordnad övriga bestämmelser. Regleringen är till för att skydda skredkänsliga och låglänta områden med betydelsefull infrastruktur och industrier, som ligger nedströms Lilla Edet, från stora skador på grund av översvämning eller skred.

För att säkerställa att saltvatten inte tränger in till råvattenintag nedströms finns även en bestämmelse i vattendomen som anger att Lilla Edets kraftverk ska tappas så att vattenföringen i Göteborgsgrenen av Göta älv inte understiger 125 m³/s under måndag-lördag och 110 m³/s under söndagar. I praktiken tillämpas en tappning som tar hänsyn till fler aspekter än det som regleras i vattendomen.

5 Andra tekniska förutsättningar

5.1 Trafikförhållanden farled

Farledens minsta djup i Trollhätte kanal ska hållas till 6,3 meter. Med dispens tillåts fartyg med följande maxdimensioner: längd 89, bredd 13,4 och djupgående 5,4 meter. Majoriteten av de fartyg som trafikerar farleden har dispens och överskrider den utan dispens föreskrivna maximala storleken om längd 87, bredd 12,8 och djupgående 4,7 meter (Sjöfartsverket, 2022).

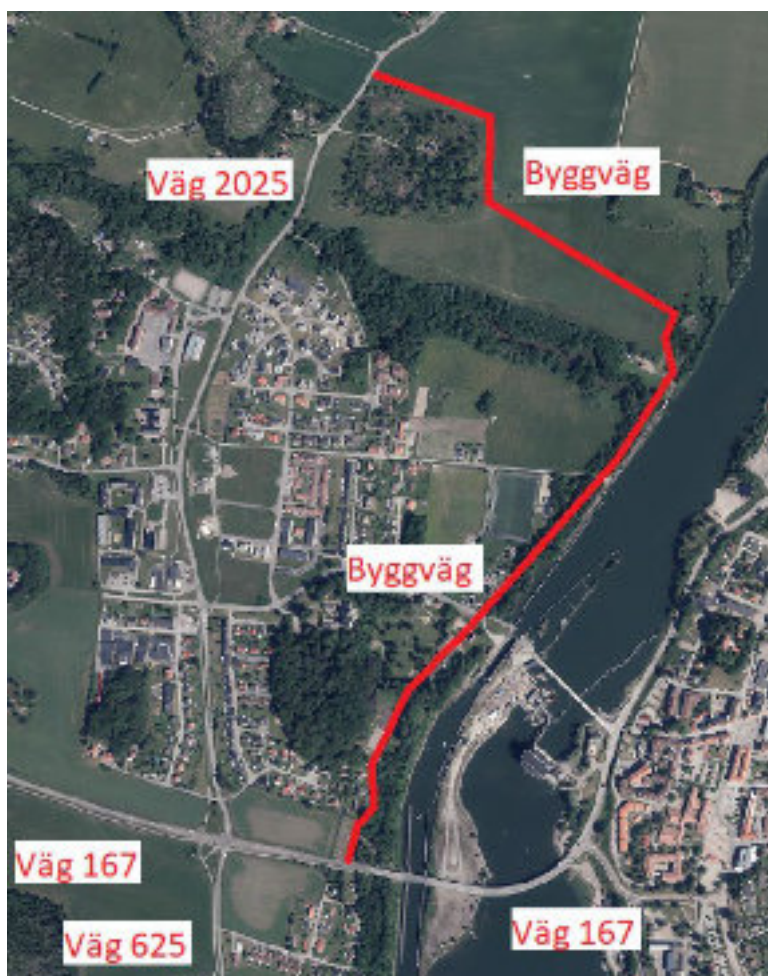
Ett flertal broar med låg segelfri höjd finns längs farleden vilket kan innebära viss väntan och påverkar den totala gångtiden genom farledssystemet. Elva broar behöver öppnas för den absoluta merparten av fartygen, där fyra av dessa broar ligger nedströms slussen i Lilla Edet, inklusive Lilla Edet-bron, och sju uppströms. Gångtiden från Göteborg upp till hamn i norra/östra Vänern är för handelssjöfarten cirka 16 till 18 timmar och till Lilla Edet ungefär 5 timmar.

I nuläget genomförs totalt cirka 1 100 fraktfartygspassager årligen genom Göta älv och slusslederna. Fartygspassagerna är relativt jämnt fördelade över årets månader och i snitt genomförs runt 45 syd- respektive nordgående slussningar i Lilla Edet varje månad. En mindre nedgång i fartygstrafiken inträffar i juli och december.

Utöver handelssjöfarten trafikerar även cirka 2 500 fritidsbåtar slussen årligen. Denna trafik bedrivs huvudsakligen under perioden maj-september, med en topp under juni-augusti. Handelssjöfarten har prioritet och fritidsbåtarnas slussningar anpassas utifrån det, vilket kan innebära viss väntan. Vidare är det sällan rationellt att låta en enskild båt passera slussen. Därför ackumuleras ofta ett antal fritidsbåtar så att fyllnadsgraden i och nyttjandet av slussen blir högre vilket kan orsaka en del väntan för fritidstrafiken.

5.2 Trafikförhållanden land

I projektets närområde går bland annat vägarna Brovägen (167) och Kungälvsvägen (2025 och 625), se Figur 17. Vägarna 167 och 2025 kommer att få anslutningar med planerade byggvägar (Trafikverket, 2024c). Trafikmängden, uttryckt som årsdygnstrafik (ÅDT) vid planerade anslutningspunkter är på väg 167, cirka 8 000 och på väg 2025 cirka 3 500.



Figur 17. Principiell dragning av planerad byggväg och ungefärliga anslutningar mot det allmänna vägnätet.

5.3 Påverkan från is

Anläggningen påverkas periodvis av is som bildas i farleden, Göta älv och Vänern. Isen färdas längs älven och genom farleden, kraftverk, isutskov och slussarna. Enligt SMHI (SMHI, 2017b) bildades is på Vänern 15 av 19 år under perioden 1997–2015 och i genomsnitt 36 dagar per år. Antalet år med isbildning antas på grund av klimatförändringar att minska i framtiden. Enligt prognosen kommer det perioden 2032–2050 att vara 10 av 19 år med is och antalet dagar minskar i genomsnitt till 14 per år.

Sjöfartsverkets uppdrag är att hålla farleden till Vänern inklusive slussarna öppna året runt. Under vintertid kan isläggning uppstå i olika omfattning. Den största delen av den is som bildas uppströms Strömsbäcken förs ner mot utskov 3 i vattenkraftverkets dammanläggning öster om slussen, se Figur 34. En begränsad del av denna is, samt den is som bildas strax norr om slussen, se Figur 18, kommer dock att följa med strömmen genom slussen. Isen kan föras med in i slussen vid slussning, se Figur 19, och ansamlas längs väggarna. Det har hänt att isen har blivit ett sådant problem att fartyg har fastnat mellan de istäckta slussväggarna. Isen kan även fastna bakom portarna och därmed ge problem för öppning och stängning av dessa.



Figur 18. Is samlas i den marina rastplatsen uppströms slussen i Lilla Edet.

Is kan även bildas inuti slussen. När vattnet lyfts och sänks fryser vattnet på slussväggarna och även på portarna. Detta ger en extra tyngd på portarna som därmed ger en större belastning på lager och maskineri. Konsekvensen kan bli att portarna inte kan öppnas/stängas, eller att utrymmet i slussen minskas.



Figur 19. Is som hopats nedströms slussen och kan föras med in i slussen av fartyg.

Utöver de rent slusstekniska utmaningarna med is finns även en personskaderisk i slussområdet. Under de kalla dagarna på året fryser gångområdet ovan slussväggarna och orsakar halka. Detta ger en arbetsmiljörisk för personal som vistas i området.

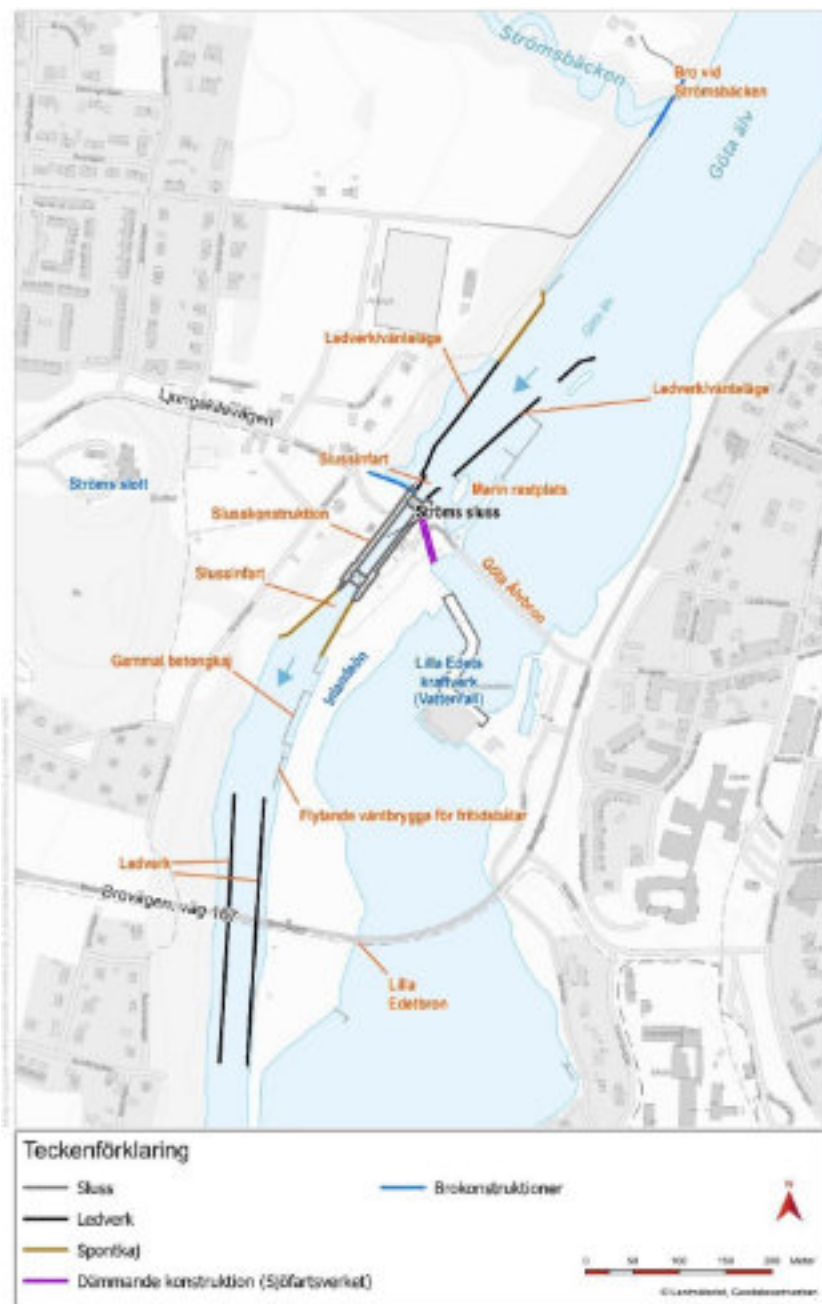
Isproblematiken hanteras med diverse tekniska lösningar i dagens sluss, se kapitel 6.3.4. Liknande system kommer att finnas för den nya slussen, se kapitel 7.4.4 och i PM Ishantering (Trafikverket, 2024d).

II. NUVARANDE OCH PLANERAD VERKSAMHET

6 Befintliga anläggningar

6.1 Befintliga konstruktioner

Figur 20 visar de befintliga konstruktionerna i Lilla Edets slussområde och dess närhet. Området sträcker sig från Lilla Edet-bron (väg 167) i söder till strax norr om Strömsbäckens i norr. Här emellan finns ett flertal befintliga konstruktioner, såsom sluss, byggnader, erosionsskydd, broar, ledverk, spontkajer, bryggor och sjömärken med mera.



Figur 20. Översikt av dagens slussområde, befintliga broar, ledverk och kajer med mera i Lilla Edet. Orange text anger befintliga konstruktioner och blå text anger generella intressepunkter.

6.2 Historik

Under tidigt 1600-tal inleddes de första arbetena med det som skulle bli Trollhätte kanal, bland annat genom anläggandet av en sluss vid den östra älvstranden i Lilla Edet. Slussen, invigd 1607, betraktas som Sveriges första och finns delvis bevarad på älvens östra sida. När Trollhätte kanal utvidgades under 1800-talets första hälft anlades två nya slussar i Lilla Edet vid älvens västra sida. Dessa var i bruk fram tills att dagens sluss uppfördes under tidigt 1900-tal, delvis i den gamla farleden.

Nuvarande slussanläggning i Lilla Edet utgör den sjätte och sista slussen i Trollhätte Kanal räknat från Vänern och nedströms och består av en enkelsluss, det vill säga ett sluss-steg, se Figur 21. När den befintliga slussen togs i drift år 1916 konstruerades den för att tillåta större djupgående fartyg än vad 1844-års slussled tidigare tillät.

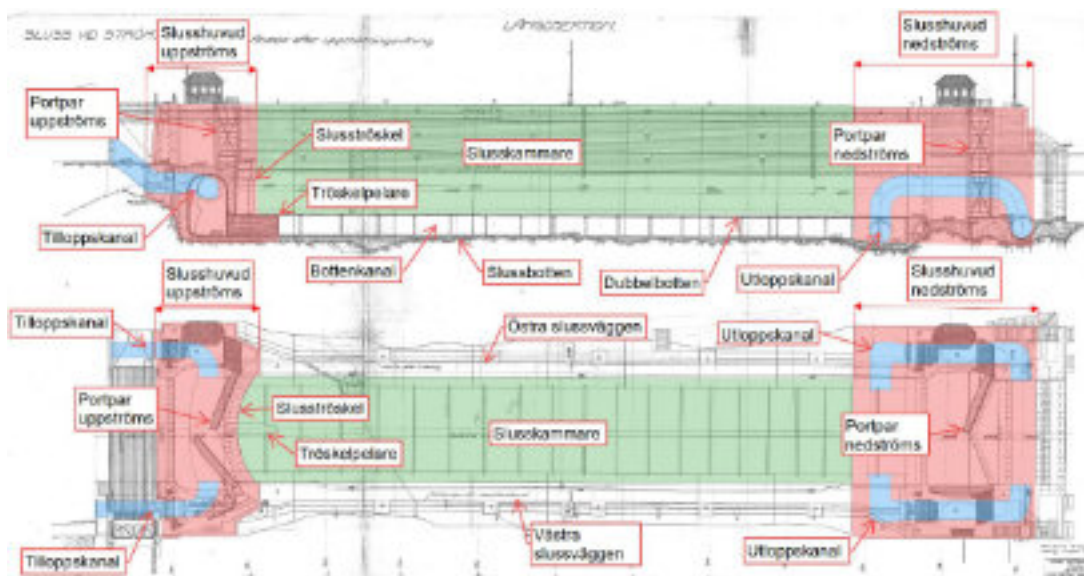
6.3 Sluss

De byggtkniska utredningar som genomförts under 2015 och 2016 (SWECO, 2016) konstaterar att slussarna i Trollhätte kanal närmar sig slutet av sin tekniska livslängd. Grundorsaken är den typ av betongtekniskt utförande som användes vid slussarnas byggnation samt det slitage som anläggningen har utsatts för under åren. Den tekniska livslängden är bedömd till cirka år 2030.



Figur 21. Den befintliga slussen Ströms sluss i Trollhätte kanal vid Lilla Edet. Foto taget nedströms mot norr.

Slusskonstruktionen kan grovt indelas i tre huvuddelar; uppströms slushuvud, slusskammare, och nedströms slushuvud. Konstruktionen utgörs till stor del av gravitationsmurar i betong vilka är grundlagda på berg. I Figur 22 framgår benämningar på huvuddelar av den befintliga slussen.



Figur 22. Befintlig sluss i Lilla Edet med benämningar av slussdelar. Övre bilden visar en längdsektion och den undre en planvy.

Slussens dubbelbotten fördelar vattnet jämnt över hela slussen genom ett fyll- och tömningssystem med omloppskanaler förlagda i slusshuvudena (se exempel i Figur 23). Det ger relativt lugna vattenrörelser då upp till cirka 9 600 m³ vatten ska passera genom systemet vid varje slussning, vilket tar cirka 10–12 minuter.

I anslutning till befintlig slusskonstruktion återfinns andra konstruktioner tillhörande slussanläggningen, såsom väntbryggor, ledverk, dykdalber samt anslutande dammanläggning (tätskärm). Dessa konstruktioner är viktiga delar i upprätthållandet av slussanläggningens funktion. På den östra sidan om slussen finns ett antal teknikbyggnader innehållande utrustning för styrning och drift av slussanläggningen.

6.3.1 Uppströms och nedströms slusshuvud

Båda slusshuvudena har liknande dimensioner, cirka 18 meter långa (parallellt farleden) och 28 meter breda (vinkelrätt farleden). Åtkomst för underhåll av omloppskanaler och luckor ges via de luckschakter som sträcker sig från marknivå ner till kanalerna.



Figur 23. Tilloppskanal uppströms sluss. Slusshuvudet till höger i bild. Tömd sluss, exempel från en av slussarna i Trollhättan.

6.3.2 Slusskammare

Slusskammarens längd är 90 meter och den fria bredden är 13,7 meter. Fritt djup vid NVY är 6,07 meter vid uppströms tröskel samt 6,22 meter vid nedströms tröskel. Väggarna på befintlig slusskammare består av gravitationsmurar ned till bergplanet.

6.3.3 Slussportar

Dagens slussportar är av typen stämpportar som fälls in i slusshuvudenas väggar vid öppet läge, se Figur 24. Det mekaniska systemet är placerat inuti slusshuvudet. Ovanpå uppströms slussportar finns det möjlighet till passage för allmänheten, se Figur 25.



Figur 24. Port i Lilla Edet i infällt läge. Foto mot nordost.



Figur 25. Passage för allmänheten över slussportar uppströms.

6.3.4 Tekniska anläggningar – hantering av is

Isen, som bildas uppströms den marina rastplatsen och förs ned mot Vattenfalls kraftverksanläggning, leds i dag ner genom ett isutskov vid sidan av kraftverket. Isutskovet är placerat långt ifrån den befintliga slussen.

En kombination av strömbildare och bubbelridåer används för att hålla isen ute ur slussen. Strömbildarna, som kan ses i Figur 26, utgörs av flytande plåtskrov utrustade med elmotor och propellrar placerade strax under vattenytan uppströms slussen. Dessa bildar strömmar med riktning snett utåt från slusshuvudet. Bubbelridåerna (Figur 27), som är placerade tvärs farleden precis uppströms slussen på båda sidor, drivs av kompressorer som trycker ner luft i perforerade slangar. Bubblorna som bildas skapar ridåer och rörelser i vattnet och hindrar is att driva in i slussen. I slusskammaren syftar de till att fördröja isläggning i slussen.



Figur 26. Strömbildare under/bakom ledverk uppströms slussen i Lilla Edet.



Figur 27. Bubbelridå tvärs farled nedströms slussen i Lilla Edet.

Bubbelridåer är även placerade längs väggarna i både slusshuvud och slusskammaren, för att hindra isläggning i slussen. Strömbildare och bubbelridåer är anordningar som används tillfälligt vid behov.

6.4 Broar

I Lilla Edet finns tre broar i närheten av slussanläggningen; Lilla Edet-bron, Göta älv-bron samt Strömsbäcksbron som går över Strömsbäcken i nordväst. I Figur 20 redovisas placeringen av dessa broar.

6.4.1 Bro över Strömsbäcken

Bron över Strömsbäcken är en mindre bro på farledens västra sida, se Figur 28. Bron är cirka 25 meter lång och upplagd på ett landfäste på vardera sida bäcken samt ett mittstöd. Samtliga stöd är grundlagda genom pålning. Bron, som byggts i privat regi, har friköpts av staten. Inga ritningar finns tillgängliga för bron.



Figur 28. Strömsbäcksbron belägen vid Strömsbäckens utlopp i Göta älv. Foto mot nordväst.

6.4.2 Göta älv-bron

Göta älv-bron i Lilla Edet byggdes på 1920-talet och är en vägbro som ursprungligen förband den västra sidan av samhället med den östra. I dag är det Lilla Edets kommun som är huvudman och förvaltar bron. Konstruktionen bestod från början av flera brodelar, från västra sidan av älven över Inlandsöns norra del och därifrån till östra sidan av älven. I dag är det delen mellan Inlandsön och älvens östra sida, uppströms Vattenfalls kraftverk och damm, som är kvar i bruk.

Brokonstruktionen är utförd i armerad betong, undantaget landfästen och stöd i älven, som är stensatta runt vattenlinjen. Ombyggnationsritningar daterade 1954 anger att bron är dimensionerad för ett största hjultryck om 4 ton eller ett treaxligt fordon med totalvikt motsvarande 15 ton samt en maximal fordonsvikt om 60 ton. I början på 2000-talet genomfördes en breddning av körbanan och en grundförstärkning av brostöden.

Den cirka 50 meter långa delen väster om den befintliga slussen finns kvar men används ej för fordonstrafik och kommer att rivas.

6.4.3 Lilla Edet-bron

Lilla Edet-bron, byggd 1985, är en bro för väg 167 som går över älven nedströms den befintliga slussen, se Figur 29. Trafikverket är huvudman för bron. Den består av en öppningsbar del över farleden och anslutande balkbroar på ömse sidor. Alla stöd är pålgrundlagda med undantag av stöden för den öppningsbara delen, vilka är plattgrundlagda. Bakom landfästet på den västra sidan av älven finns ett område med bankpålning. Tillfartsbanken vid det västra landfästet består till viss del av lättklinker för att minska belastning på mark.



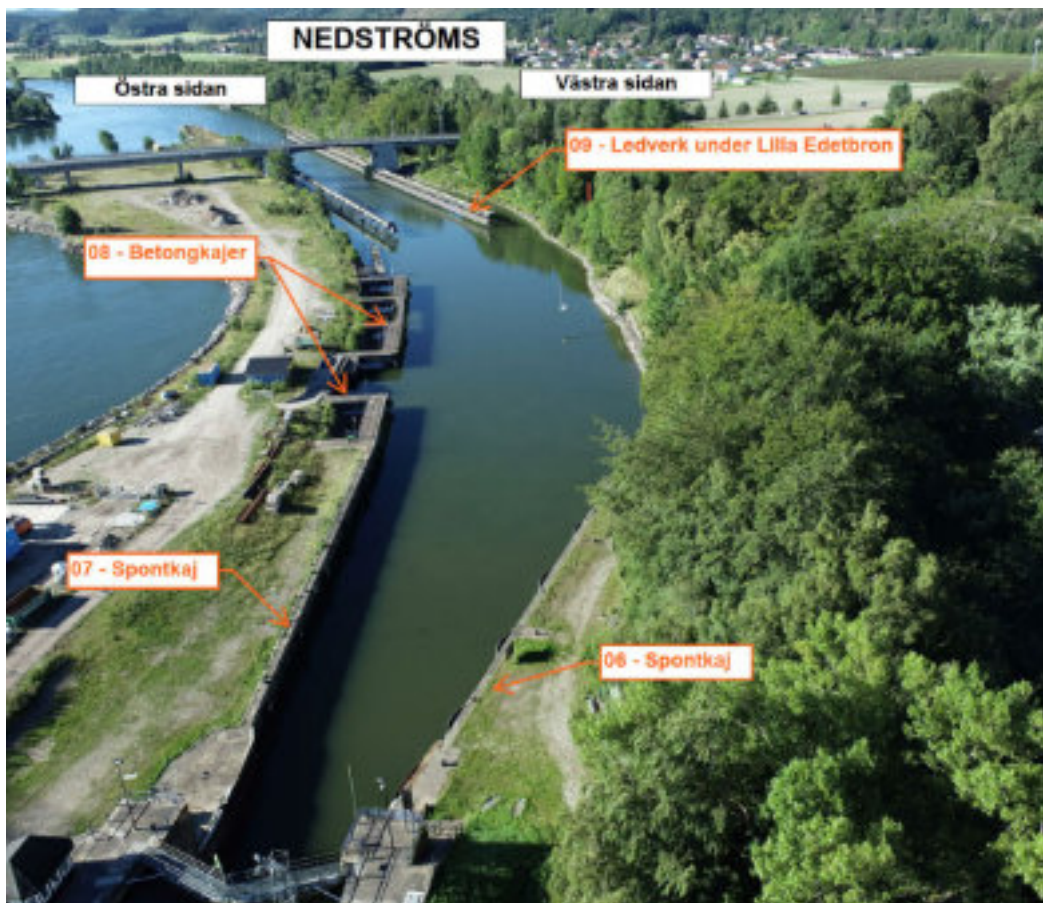
Figur 29. Lilla Edet-bron. Foto mot söder längs farleden. Inlandsön till vänster i bild.

6.5 Ledverk, kajer och erosionsskydd

Nedan beskrivs de ledverk, kajer och liknande som finns i anslutning till slussen samt vid Lilla Edet-bron, se Figur 30 och Figur 31.



Figur 30. Konstruktioner uppströms den befintliga slussen i Lilla Edet.



Figur 31. Konstruktioner nedströms den befintliga slussen i Lilla Edet.

6.5.1 Brygga, uppströms på väster sida (01 i Figur 30)

Uppströms slussen på den västra sidan av farleden finns en träbrygga som ansluter till spontkajen. Träbryggan är grundlagd med vertikala träpålar samt horisontella träbalkar infästa i strandlinjen.

6.5.2 Spontkaj, uppströms på väster sida (02 i Figur 30)

Nerströms träbryggan finns en 90 meter lång spontkaj, se Figur 32. Kajkonstruktionen utgörs av stålspont dubbad till berg. Sponten är bakåtförankrad med stag förankrade i berg samt har en krönbalk med avvisarverk av trä.

6.5.3 Ledverk, uppströms på väster sida (03 i Figur 30)

Ledverk mellan spontkajen och infarten till övre slushuvud utgörs av en brygga grundlagd med träpålar. Avvisarverket på ledverket ansluter till slussinfarten.



Figur 32. Ledverk nordväst om den befintliga slussen. Till höger i figur (norr ut) syns ett ledverk i trä. I mitten spontkajen från 1990-talet och till vänster (söder ut) brygga.

6.5.4 Ledverk, uppströms på öster sida (04 i Figur 30)

Ledverket, som utgör gränsen mellan farled och marin rastplats, är uppdelat i två delar på cirka 45 respektive 130 meters längd. Dessa är byggda 1998–2001 och består av pålade ledverk med avvisarverk och gångbrygga av gallerdurk.

6.5.5 Slussinfart, uppströms sluss (05 i Figur 30)

Slussinfarten uppströms, byggd 1998, består av en dykdalb på vardera sida. Energiupptagande ledverk på båda sidor och gångbrygga på väster sida spänner mellan infästning i slushuvud och dykdalb.

6.5.6 Spontkaj, nedströms på väster sida (06 i Figur 31)

Spontkajen som ansluter mot slussen nedströms på väster sida är byggd på 1990-talet och består av krönbalk, stålspont och stag som injekterats i berg. Sponten har drivits ner till blockig och stenig morän alternativt till berg. Äldre fundament finns kvarlämnade i spontlinjen. Vid installation av sponten nyttjades provisorier bakom spontlinjen i form av exempelvis stag, mothållssponter och pålar. Det är inte klarlagt i vilken omfattning dessa avlägsnats eller kvarlämnats efter arbetenas färdigställande.

6.5.7 Spontkaj, nedströms på öster sida (07 i Figur 31)

Spontkajen längs farledens östra sida är uppförd under mitten av 1980-talet och löper från det nedre porthuvudet och drygt 60 meter söderut. Kajen består av stålspont som slagits till morän eller berg. Sponten är försedd med krönbalk och sneda (och några få vertikala) dragstag förankrade i berg. Bakom sponten har äldre dykdalber bevarats under mark.

6.5.8 Betongkajer, nedströms på öster sida (08 i Figur 31)

Betongkajer finns placerade vid Inlandsjön nedströms slussen. Våldigt lite är känt om dessa konstruktioner då inget ritningsunderlag finns att tillgå, men de förmodas vara pålade. Totalt är det sex betongfundament. Mellan två av fundamenten finns en träbrygga, mellan två saknas brygga och mellan de övriga tre är det en betongkaj. Kajen utgör ett vänteläge för båtar och fartyg. Bryggor och spontkajer nedströms slussen kan ses i Figur 33.



Figur 33. Spontkajer och bryggor nedströms slussen i Lilla Edet. Drönarfoto mot norr.

6.5.9 Ledverk under Lilla Edet-bron (09 i Figur 31)

Under Lilla Edet-bron löper ett 288 meter långt ledverk på vardera sida om farleden. Ledverket ägs och förvaltas av Trafikverket. Ledverket, i betong och stål, är grundlagt på pålar av stålbalkar. Under bron är ledverket infäst i klaffstöden och söder om bron är ledverket infäst i befintlig kaj. Minsta farledsbredd längs ledverket är enligt ritningar 26 meter.

6.5.10 Erosionsskydd

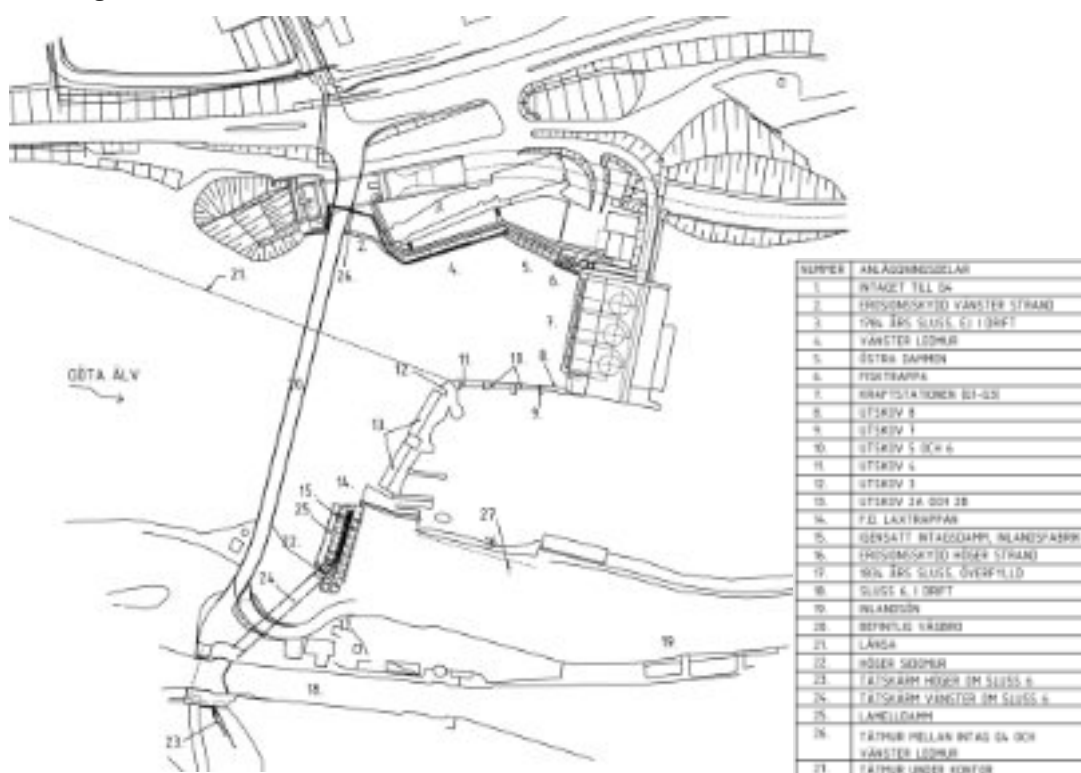
I dag består erosionsskydden i skvalpzonen på slänterna både uppströms och nedströms av sprängsten. Erosionsskyddet har en utbredning på cirka 1 till 2 meter ovan och under normalvattennivån, och ligger längs med alla befintliga stränder i arbetsområdet.

Uppströms skyddas befintlig slusskonstruktion från att undermineras genom glacis på botten. Nedströms ligger berget i dagen och därmed behövs inget specifikt erosionsskydd vid det nedre slushuvudet.

6.6 Dämmande konstruktioner

Befintlig sluss och anslutande konstruktioner har, tillsammans med Vattenfalls kraftverk vid Lilla Edet, en dämmande funktion på Göta älv (se även kapitel 4.6).

Dämningsanläggningarna i Lilla Edet sträcker sig från östra till västra stranden tvärs Göta älv. På den östra sidan ligger Vattenfalls anläggningar med dammar och kraftstation. På västra sidan ligger slussen med anslutande tätskärmar, se Figur 34 med förteckning över anläggningsdelar. På Inlandsön ansluter tätskärmen till Vattenfalls dämmande konstruktioner. På väster sida (benämnd "tätskärm höger om sluss 6" i Figur 34) om den befintliga slussen fortsätter tätskärmen cirka 15 meter ut från slussen.



Figur 34. Översiktsplan, vatten- och dammanläggning i Lilla Edet. Norr är till vänster i bild.

6.7 Ledningar

Inom området för planerade åtgärder finns flera typer av ledningar som på olika sätt och i olika grad blir berörda av stabilitetsförbättrande åtgärder, schakt- och muddringsarbeten samt byggnationen av den nya slussen. Det finns ledningar i mark och luft samt ledningar under vatten.

Ett antal befintliga ledningar är förlagda på älvbotten eller dragna genom slussens anläggningsdelar. Elkablar för strömförsörjning är placerade i en kulvert genom slusskammaren. En koppartelekabel, som ej är i bruk, ligger på älvbotten norr om slussen.

Försörjning av befintligt lotshus med dricksvatten och avledning av avlopp är utförd med förläggning av vatten- och tryckavloppsledningar på älvens botten. Ledningarna är förlagda mellan älvens västra sida och Inlandsön söder om den befintliga slussen.

Kommunala dagvattenledningar förekommer huvudsakligen under eller längs vägar och har utlopp i Göta älv på den västra älvstranden. Det finns ledningar för vågdagvatten under Ljungskilevägen samt ledningar från Strömsvallen med utlopp i Göta älv uppströms slussen.

Kommunala dagvattenledningar som avvattnar bostadsområden strax norr om väg 167 (Brovägen) har utlopp i ett dike som mynnar i älven. Diket rinner mot älven längs en brant slänt på en sträcka av cirka 35 meter.

Inom bostadsområdena på västra stranden av Göra älv finns kommunala VA-ledningar samt tele- fiber- och elledningar. De är distributionsledningar samt serviser till privata hus och allmänna byggnader. Ytterligare information angående ledningar finns hos Lilla Edets kommun.

Sjöfartsverket har flera typer av servisleddningar på Inlandsön och på den västra sida av älven. Det finns dagvatten- och dränledningar som ligger på Inlandsön i närheten av slussen. VA-serviser till slussbyggnader på Inlandsön avser vatten och tryckavlopp (VA) som pumpas till västra strandsidan för att anslutas till det kommunala VA-systemet.

På Inlandsön finns Sjöfartsverkets el-ledningar, högspänningskablar (kraft-el) och lågspänningskablar för slussens bruk samt belysningskablar längs båda sidor av farleden.

Sjöfartsverket har även fiber/optokablar på Inlandsön och längs den västra älvstranden nedströms slussen.

6.8 Byggnader

I verksamhetsområdet finns byggnader som kopplar till den befintliga slussens verksamhet (Figur 35). Huvuddelen uppfördes i samband med slussbygget 1916, med dagens manöverhytt/kanalkontor som ett modernare undantag.



Figur 35. Befintlig bebyggelse i området. Karta från Lantmäteriet.

På den östra sidan av de nedre slussportarna finns den ena av de två ursprungliga manöverhytterna. Från manöverhytten leder en trappa ner till maskinkammaren som

rymmer elektronik och hydraulik för manövrering av de nedre slussportarna. På östra sidan finns även dagens manöverhytt/kanalkontor, som uppfördes under 1980-talets mitt. I byggnaden finns dels en teknikdel med slussledningscentral, dels personalutrymmen.

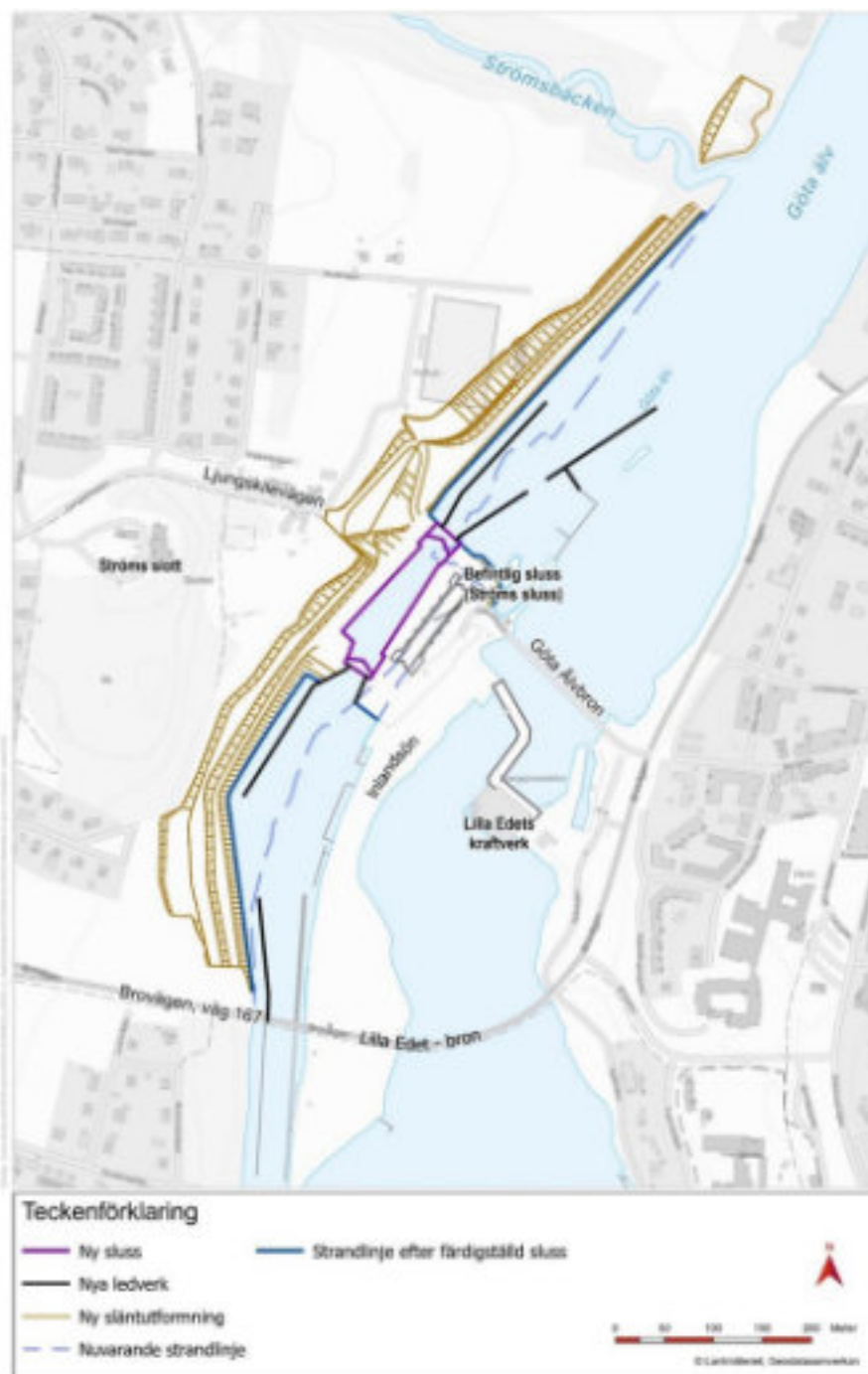
Strax norr om slussen, nära Göta älvbron, står en mindre före detta ställverksbyggnad från 1915 i mörkt tegel. Byggnaden, som ägs av Vattenfall, har sedan uppförandet fungerat som pegelhus för mätning av vattenstånd.

På slussens västra sida står det ursprungliga kanalkontoret från 1916, som utgörs av en timrad byggnad om 1,5 våningar på naturstensgrund. Byggnaden används som lotsbyggnad med övernattningsrum och dagrum. Strax väster om det gamla kanalkontoret står slussvaktarbostaden som är samtida med kanalkontoret och i ett liknande utförande. Slussvaktarbostaden har tidigare använts som hyresbostad, men står nu tom.

7 Ansökt och övrig planerad verksamhet

7.1 Övergripande beskrivning

Den nya slussanläggningen i Lilla Edet förläggs väster om den befintliga (Figur 36). Arbeta med anläggningar i vatten inklusive justering av farleden genom schakt och muddring samt stabilitetshöjande åtgärder utförs på den västra sidan av Göta älv och sträcker sig från strax norr om Strömsbäcken i norr till Lilla Edet-bron i söder. Ett flertal åtgärder krävs för att genomföra projektet. Av projektets ansökan om tillstånd med yrkanden framgår vilka delar som omfattas av aktuell ansökan. För att ge en helhetsbild beskrivs här även vissa andra delar av projektet.



Figur 36. Ny slussanläggning med nya ledverk, justerad farled och nya slänter.

7.2 Geotekniska åtgärder

I Lilla Edet förekommer känsliga lerjordar i närheten av farleden. Befintliga förhållanden uppfyller inte säkerhetskraven avseende stabilitet enligt nybyggnadskraven i Trafikverkets normer och styrande kravdokument. Vid byggnationen av den nya slussen och anpassning av farleden krävs därför att säkerheten mot skred höjs genom stabilitetsförbättrande åtgärder. I kravdokumenten TRVINFRA-00230 (Trafikverket, 2023a) och Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner (Svenska institutet för Standarder, 2005) samt rådgivande dokumenten Tillämpningsdokument EN 1997-1, Rapport 6:2008 (IEG, 2008) och Utredning av släntstabilitet, SGI Vägledning 8 (SGI, 2023) anges att vid nyexploatering i områden med känsliga lerjordar, eller för anläggningar av betydelse, tillämpas säkerhetsklass 3 (SK3). För att säkerställa den geotekniska säkerheten längs farleden vid den nya slussen har kraven för SK3 varit utgångspunkten.

I och med att den nya slussen placeras väster om den befintliga medför det att farledens anslutning behöver justeras både i norr och söder. Arbetet innebär schaktning och muddring av västra strandkanten och att nya slänter mot farleden kommer att skapas.

För att minska sannolikheten för skred och även i övrigt uppfylla säkerhetsklass 3 (SK3) avser sökanden att i samband med utförandet av projektet vidta flera stabilitetsförbättrande åtgärder.

7.2.1 Teknisk lösning

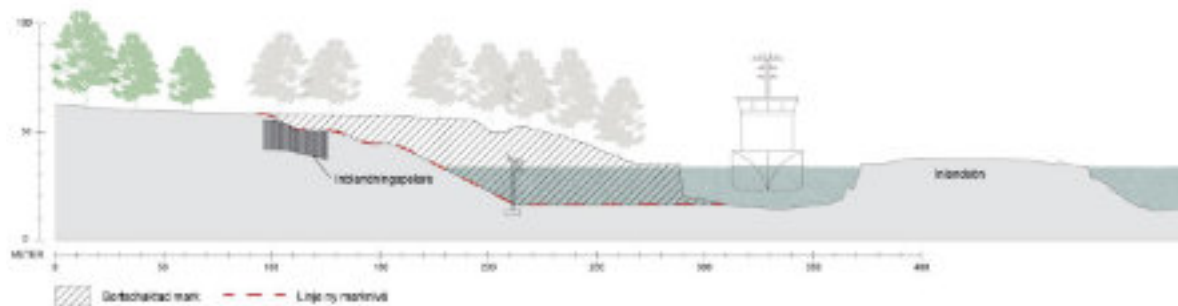
För att erhålla en anläggning som uppfyller gällande nybyggnadskrav med avseende på stabilitet är den tekniskt och ekonomiskt bäst lämpade lösningen i första hand avschaktning. Avschaktning innebär att massor schaktas bort (avlastning) i den övre delen av slänten. Avschaktningen utförs genom att befintliga slänter flackas ut eller att slänten läggs i terrasser.

Avschaktning är en robust åtgärd som kräver minimalt med underhåll och är relativt billig att genomföra. Nackdelen är omfattande ingrepp i topografin och övrig miljö samt en relativt stor masshantering.

Inblandningspelare, ofta kallade KC-pelare, kommer därför att nyttjas inom projektet som kompletterande förstärkningsåtgärd inom områden där avschaktning inte är lämplig eller tillräcklig för att uppnå stabilitetskravet. Inblandningspelare innebär att jordens sammanlagda hållfasthetsparametrar höjs genom att bindemedel, ofta kalk och cement, härdar tillsammans med befintlig jord. Inblandningspelare är generellt en dyrare åtgärd än avschaktning, men innebär att områdets topografi i större utsträckning kan bevaras. Genom att kombinera metoderna avschaktning och inblandningspelare görs en avvägning och optimering utifrån de platsgivna förutsättningarna i projektet.

7.2.2 Markförstärkning och avschaktning av slänter

Stabiliteten för de nya slänterna är starkt kopplad till slänternas geometri och lutning. Slänterna utformas således i en eller flera terrasser, se ett illustrationsexempel i Figur 37. Lutningen på slänter mellan dessa terrassplan anpassas till gällande stabilitetsförhållanden.



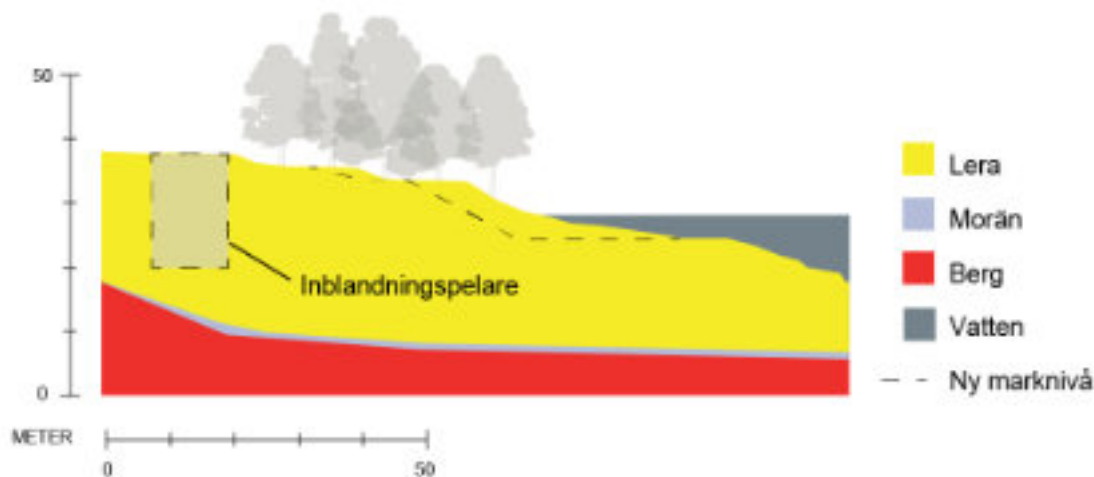
Figur 37. Illustrationsexempel på justering av slänter nedströms slussen. Väster motsvarar vänster i figur.

Inblandningspelare installeras i delar av de nya slänterna, i så kallade skivor, vinkelrätt mot sluttningsriktningen längs cirka 150 meter långa och cirka 20 meter breda ytor. Inblandningspelare planeras att anläggas uppströms slussen mellan Roddvägen och Strömsbäcken, samt inom två områden nedströms slussen; strax söder om slussen och söder om Parkvägen, se Figur 38 och förslagsritningar geoteknik (Bilaga B:4).



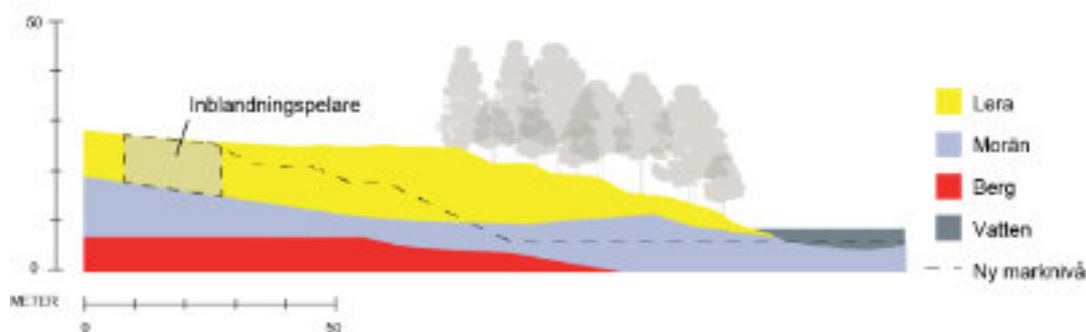
Figur 38. Områden där inblandningspelare planeras att installeras.

Uppströms den nya slussen kommer farleden att förskjutas med upp till 40 meter västerut. Det översta släntkrönet kommer flyttas i motsvarande omfattning. Markkytor för en förbättring av stabiliteten och den framtida markanvändningen har tagits hänsyn till i den föreslagna släntutformningen. Inblandningspelare installeras omkring läge för nya släntkrön. En typsektion för planerade åtgärder uppströms slussen illustreras i Figur 39.



Figur 39. Typsektion för planerade stabilitetsförbättrande åtgärder uppströms slussen.

Nedströms slussen är slänten högre och farleden går i en kurva uppströms Lilla Edet-bron (väg 167) och fram till den nya slussen. Det nya släntkrönet kommer att flyttas upp till som mest cirka 50 meter västerut. En typsektion för planerade åtgärder ses i Figur 40.



Figur 40. Typsektion för planerade stabilitetsförbättrande åtgärder nedströms slussen.

Arbetet med stabilitetsförbättrande åtgärder planeras att utföras i etapper enligt en planerad och utarbetad arbetsgång. Installationen av inblandningspelare utförs och schakterna tas ut successivt ner till slutlig nivå. Det behöver säkerställas att samtliga arbetsmoment utförs på ett säkert sätt så att risk för skred och oförutsedda händelser minimeras även under anläggningstiden. Ett kontrollprogram kommer att upprättas och en stor mängd mätningar av markrörelser och grundvattentryck kommer att utföras (Bilaga F:1).

7.3 Muddring av farled

Farledslinjen förskjuts på en cirka 1,1 kilometer lång sträcka och som mest cirka 40 meter västerut.

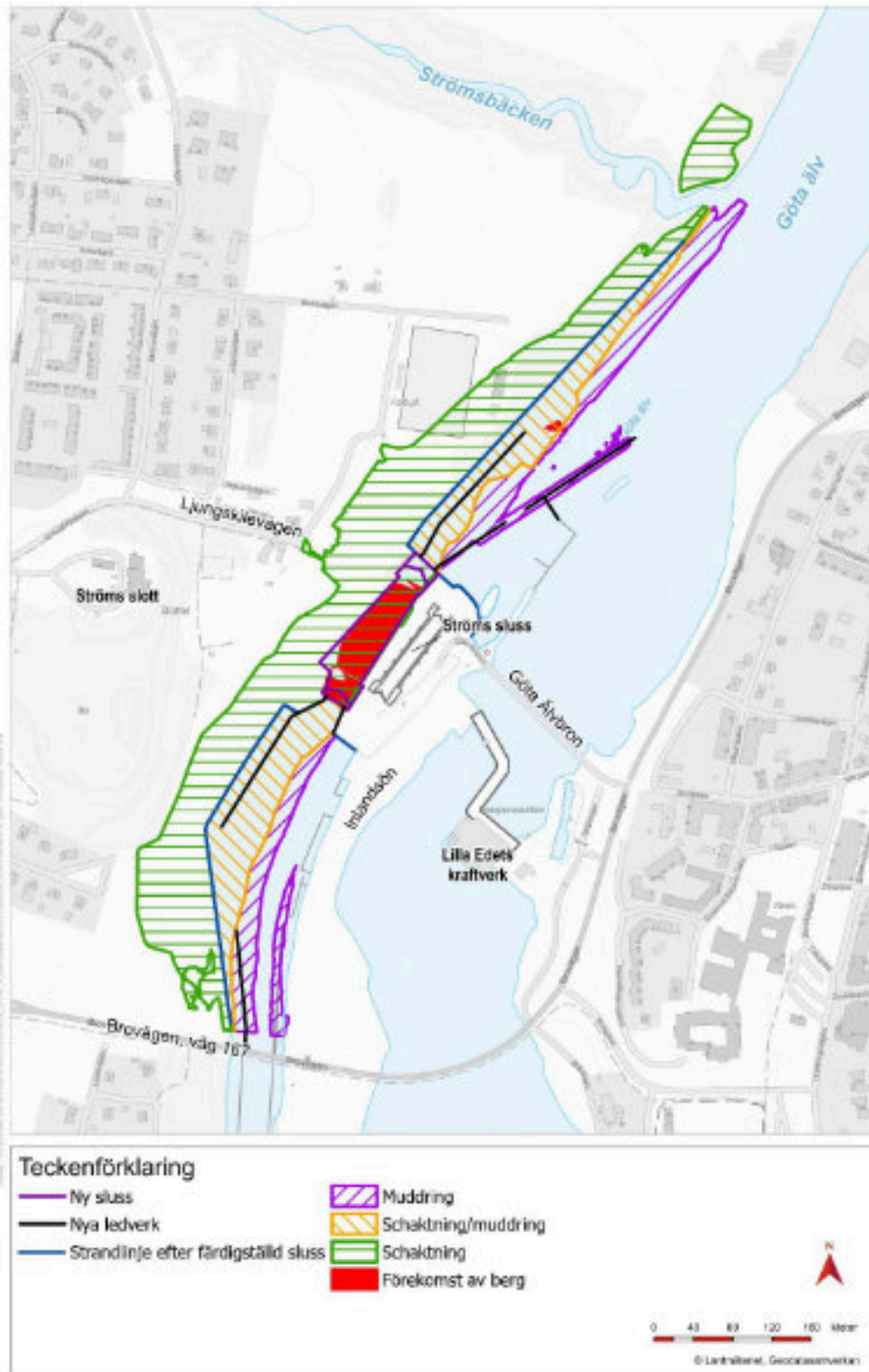
Både uppströms och nedströms den nya slussen kommer anpassning av farleden att utföras för att ansluta till den nya slussen genom schakt, muddring samt till viss del sprängning av berg, i syfte att åstadkomma ett erforderligt farledsområde. De områden som bedöms

beröras av mer väsentligt schakt och muddring i detta syfte illustreras i Figur 41. Farledsutformningen med tillhörande sluss är anpassad för att uppfylla en god nautisk standard och säkerhet i enlighet med Transportstyrelsens rekommendationer för farledsutformning (TSS 2022-4406, RISE 2024a och RISE 2024b).

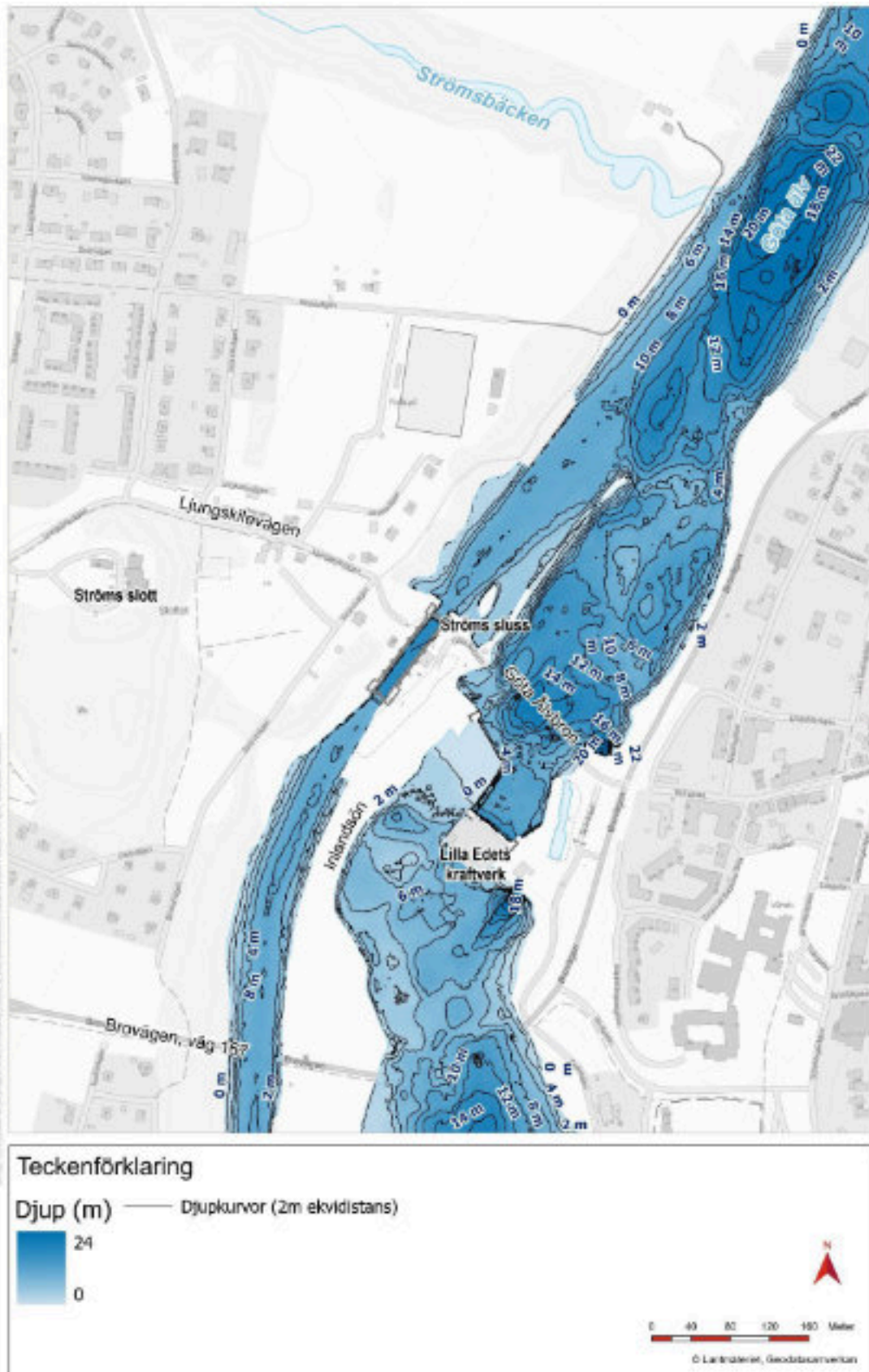
Farleden anläggs med ett minsta djup om 6,3 meter vilket innebär en förändring av de djupförhållanden som råder idag (Figur 42 och Figur 43). För att säkerställa detta djup behöver en så kallad övermuddring utföras, det vill säga muddring till en djupare nivå för att säkra föreskrivet minsta djup. I farleden antas övermuddringen till cirka 0,4 meter. Utöver denna övermuddring för säkerhetsmarginal behövs även extra muddringsdjup på de ställen erosionsskydd ska läggas (se även kapitel 7.7.5).

En total yta om cirka 43 000 m² avses att muddras i projektet varav 18 000 m² utgörs av muddring i befintligt vattenområde och 25 000 m² utgörs av schaktning och muddring av befintligt landområde för farledens och strandlinjens justering mot väster.

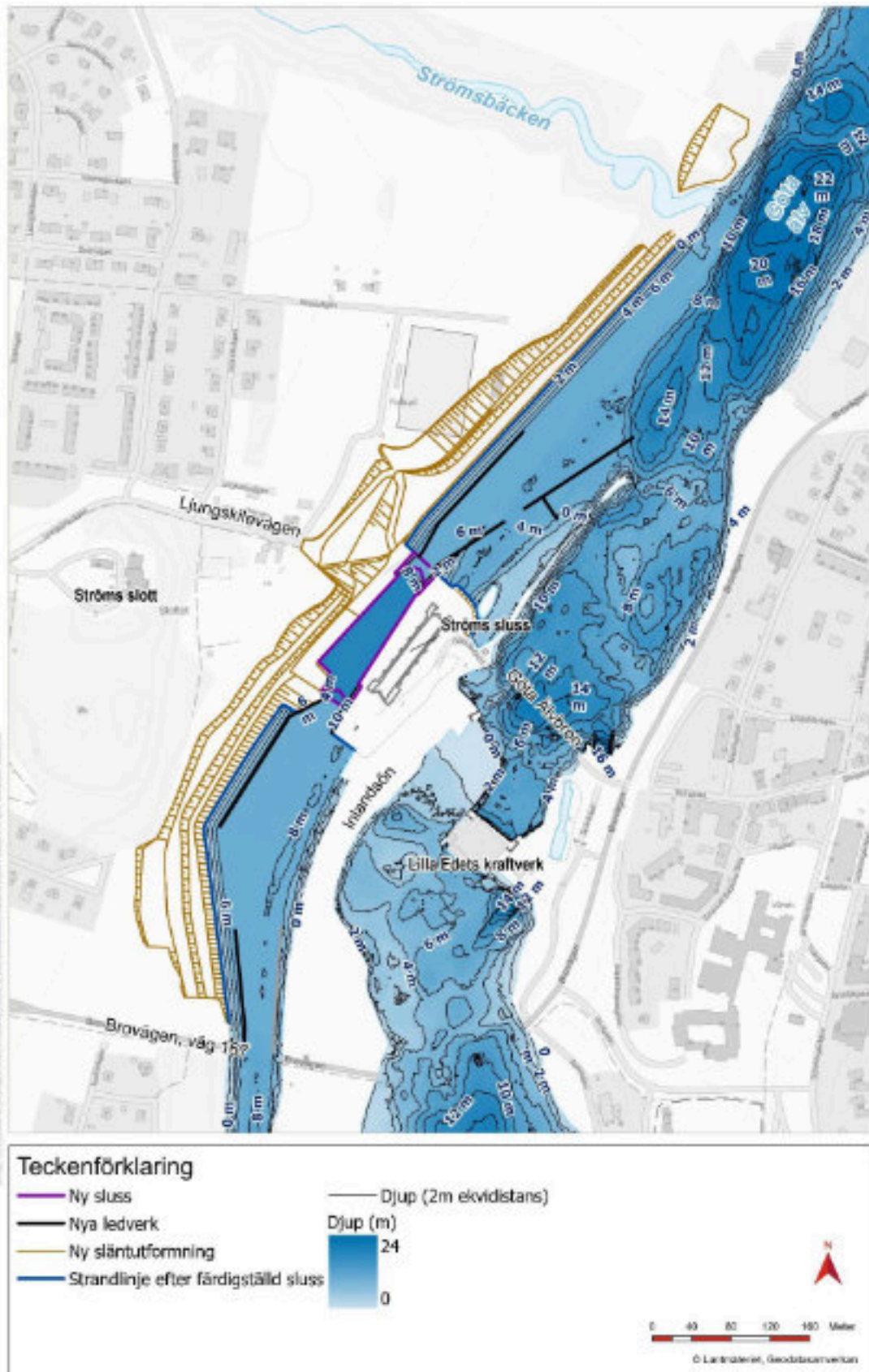
Översiktliga illustrationer av den nya slussen och en anpassad farledssträckning redovisas i Bilaga B:4.



Figur 41. Ungefärliga ytor för schakt och muddring.



Figur 42. Befintliga vattendjup vid normal vattenyta (NVY) i området kring slussen i Lilla Edet.



Figur 43. Vattendjup vid normal vattenyta (NVY) i området kring slussen i Lilla Edet efter planerade åtgärder.

7.4 Ny sluss och anslutning till farleden

Den nya slussen kommer att placeras direkt väster om den befintliga och blir både längre och bredare, se Figur 44 och Figur 45.



Figur 44. Illustration av justerad farled och den nya slussen sedd norrifrån. Till vänster syns den igenfyllda slussen från 1916 (den befintliga).



Figur 45. Illustration av justerad farled och den nya slussen sedd söderifrån. Till höger syns den igenfyllda slussen från 1916 (den befintliga).

Den nya slussen dimensioneras för fartyg med en maximal storlek av 110 x 16,5 meter. Maximalt djupgående i farleden planeras dock att bli oförändrat, det vill säga 5,4 meter. För att tillgodose en tillräcklig marginal under kölen på fartygen enligt rådande normer eftersträvas dock att den justerade farleden ges ett minsta djup på 6,3 meter. Den nya slussen kommer att utformas som en triangelformad sluss, där slusskammarbredden är större nedströms än uppströms. En triangelformad sluss möjliggör riktningsändring i farleden under slussning.

Den nya slusskonstruktionen består av uppströms slusshuvud, slusskammare och nedströms slusshuvud. De båda slusshuvudena byggs helt i armerad betong och i dess

väggar anläggs ett kanalsystem som leder vatten in i och ut ur slussen. Hela slussanläggningen grundläggs antingen direkt på berg eller på pålar ned till berg. Nedströms slusshuvud (det nedre) kommer troligtvis att grundläggas helt på berg, vilket även gäller stora delar av slusskammaren. Slusshuvudet på uppströms sida (det övre) grundläggs på morän cirka 5–10 meter över berg, och dess bottenplatta behöver därmed pålas. För att slusskonstruktionen inte ska lyfta på grund av vattentryck underifrån måste dragstag fästas mellan bottenplatta och berg. Under och på båda sidor om slusshuvud placeras en tätskärm, som bibehåller den dämmande funktionen och utgör barriär för att minimera vattenläckage förbi slusskonstruktionen.

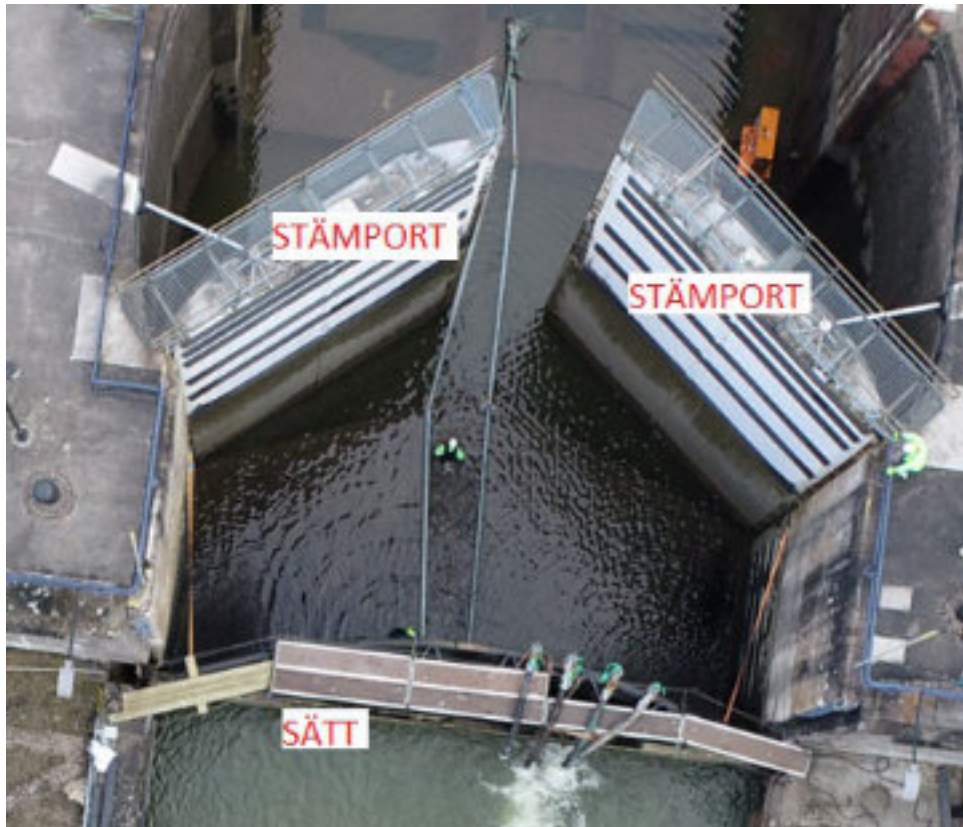
Slusskammarens väggar planeras att anlägga med stålrörspålar borrarade till berg, vilka utgör schaktväggar i anläggningsskedet. Pålväggen stöttas av hammarband på flera nivåer och med stag injekterade i berg. På insidan gjuts betongväggar och stagens förankring förs sedan över till dessa. Stålrörspålarna kvarlämnas och kan beroende på grad av korrosion utgöra en del av den permanenta funktionen. Den nya slussen har placerats på ett avstånd från den befintliga slussen så att stag och spont inte ska påverka den befintliga slusskonstruktionen.

Längs slussen anläggs plana ytor som möjliggör tillgänglighet för gående, slusspersonal och räddningstjänst, se kapitel 7.87.8.2. Uppströms slusshuvud och slussportar utformas för att allmänheten ska kunna passera över slussportarna när projektet är slutfört.

7.4.1 Nya slussportar

De nya slussportarna, övre och nedre i par (totalt fyra), planeras att vara av typen stämpportar, se exempel på befintliga stämpportar i Trollhättan i Figur 46. Andra porttyper som visas ha lämpligare egenskaper kan eventuellt bli aktuella efter upphandling av utförare.

Portarna planeras ha en dämmande höjd på minst 0,3 meter över högsta dämningsskänklängd enligt gällande domar för Lilla Edets kraftverk och dimensioneras även för att tåla en överdämning därutöver, det vill säga att vatten strömmar över porten. Dimensioneringen för överströmmande vattendjup sätts till minst 0,5 meter.



Figur 46. Trollhättan slussar avtappad med sättar. Bilden visar även exempel på stämportar i den övre delen av bilden.

7.4.2 Fyll- och tömningssystem

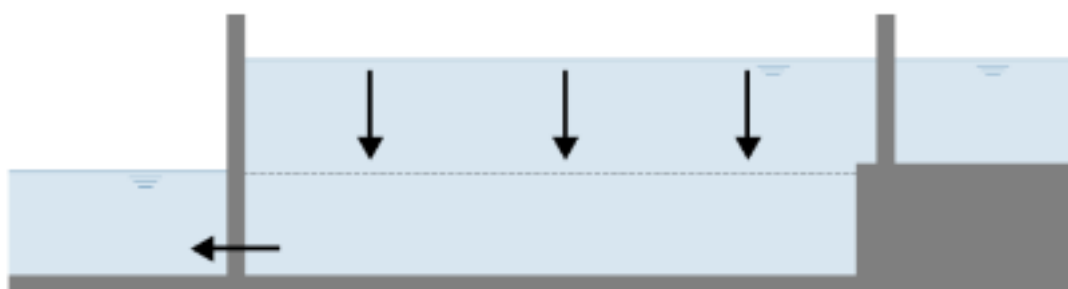
Den totala vattenvolym som slussas vid varje slussning blir större jämfört med dagens situation eftersom slusskonstruktionen blir större både på grund av dimensioneringen för större fartyg och för att slussen utförs i en triangelform. Brutto-vattenvolymen, cirka 28 000 m³, blir ungefär tre gånger den för befintlig anläggning. Den faktiska volymen beror även på vattennivåerna upp- respektive nedströms slussen men även på hur många och hur stora fartyg som slussas.

Slussanläggningen planeras att anläggas för att klara en slussning på cirka 10 minuter, vilket är samma som i dag. Detta utifrån ett flöde på 42 m³/s vid fyllning av sluss och 51 m³/s vid tömning.

Fyll- och tömningssystemet för vatten, som reglerar vattennivån i slussen, kan se olika ut i olika typer slussar. Generellt gäller att om ett fartyg kommer uppströms ifrån och ska in i slussen, fylls vattnet på från uppströms sida så att vattnet inuti slussen kommer i nivå med uppströms vattenyta, se Figur 47. För att fartyg ska kunna komma ut ur slussen nedströms måste vattennivån sänkas till samma nivå som nedströms vattenyta, se Figur 48.

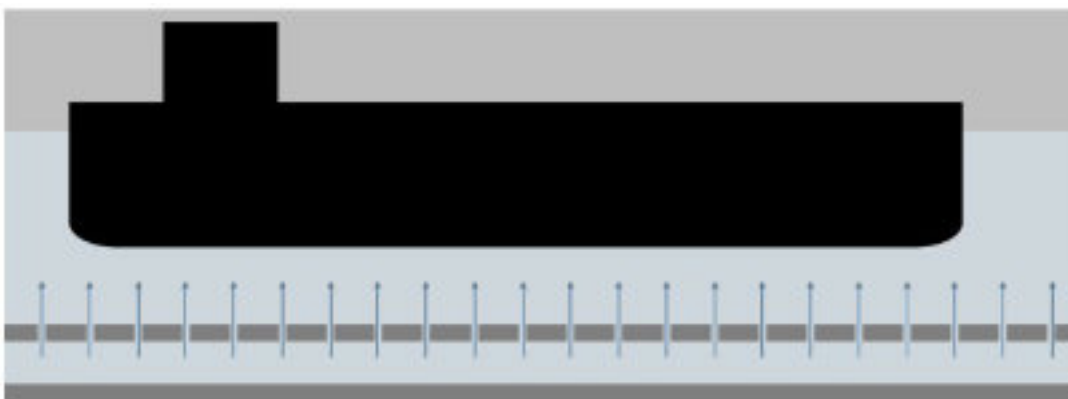


Figur 47. Fyllningsprocess.



Figur 48. Tömningsprocess.

Den nya slussen planeras att fyllas och tömmas genom till- och utloppskanaler inuti slusshuvudenas konstruktion. Dessa kanaler för vattnet in under dubbelbotten på slussen och sedan vidare upp i slusskammaren via öppningar i dubbelbotten (Figur 49). Ett fyllningssystem av denna typ ger en jämnare fyllning respektive tömning av slussen än om vattnet endast hade fyllts på och tömts ut i slussändarna. Det jämnare flödet minskar turbulensen för fartygen i slusskammaren. Även i den befintliga slussen fungerar fyll- och tömningssystemet på motsvarande sätt.



Figur 49. Fyllningssystem med dubbla bottnar, där fartyget visas i svart och dubbelbotten med den genomsläppliga övre delen visas i grått.

7.4.3 Tillfälliga avstängningsanordningar

Slussen och slusshuvudena ska kunna stängas av med hjälp av tillfälliga avstängningar, så kallade sättar eller nålar. De tillfälliga avstängningsanordningarna ska användas vid inspektion och underhåll av slussen samt som nödavstängning vid fritt okontrollerat vattenflöde.

Det övre slusshuvudet ska vara förberett för en avstängningsanordning som ska kunna sättas på plats även i fritt okontrollerat strömmande vatten. Placering av denna ska vara i slusshuvudet, uppströms portarna.

Nedströms portarna i det övre slusshuvudet och på båda sidor av portarna i det nedre slusshuvudet ska det även vara förberett för att montera tillfälliga avstängningsanordningar.

7.4.4 Isfrihållningssystem

På samma sätt som i den befintliga slussen (kapitel 6.3.4)6.3.4, bedöms strömbildare och bubbelridåer behövas som isfrihållningssystem omkring den nya slussen. Strömbildare kan vara i form av exempelvis propellrar eller pumpar med utblås vilka placeras uppströms utanför slussen.

Bubbelridåer placeras tvärs över farleden uppströms och nedströms slussen, samt i slussen utmed samtliga slussmurar i hela slussens längd och bakom portar.

I det sydvästra hörnet av den triangelformade slussen finns en större risk att is ansamlas. Det kommer därför att praktiskt utredas hur extra bubbelridåer eller strömbildare bäst kan användas för att minska eventuell problematik i detta hörn.

Slussväggar och portar kan drabbas av ispåväxt vid längre perioder med låga temperaturer. Isen riskeras att byggas på vid varje slussning och skapar problem för sjöfart och anläggningen. För att hålla slussväggar och portar isfria planeras värmeslingor att byggas in i dessa, från vattenytan och cirka 5 meter ner. Värmeslingorna antas behöva användas under några veckor per år och värmen kan fås från exempelvis el, fjärrvärme eller bergvärme. Slingor kan även komma att placeras kring slusskajen för att förebygga halkrisk vid bland annat trosshantering och manuell avisning av slussmurar.

Vid kalla och utdragna vintrar kan manuell avisning behövas. För detta planeras ett hetvattensystem inom slussområdet.

7.5 Bortledande av grundvatten

Ansökta åtgärder kommer att medföra att grundvatten behöver ledas bort, vilket medför att det uppstår en sänkning av grundvattentrycknivån i moränlagret och berget. Till följd av detta uppstår i sin tur en sänkning av porvattentrycket i den ovanliggande leran.

7.5.1 Förändring av grundvattentrycknivå

Förändring av grundvattentrycknivån i anläggnings- respektive driftskedet sker i förhållande till de befintliga grundvattennivåer som råder i området, se kapitel 4.5.

Anläggningskedde

Vid anläggandet av den nya slussen ska arbeten i schakten kunna utföras i relativ torrhet. Så kallad tätspont kommer att installeras runt schakten för att till del täta mot jordlagren, huvudsakligen moränen, och borras ner i berget för att täta mot sprickor i berget. Tätsponden installeras runt slusshuvuden och slusskammare så att respektive slusshuvud och slusskammaren omfattas av varsin fångdamm, se även kapitel 8.2.1.

Injektering kommer att utföras för att täta sprickor i berget och kontakten mellan berg och tätspont, se även kapitel 8.1.8. Vid behov injekteras även moränen utanför tätsponden. Det är inte tekniskt möjligt att göra tätspont och injektering så täta att inget grundvatten läcker in. Det grundvatten som läcker in från omgivande morän och berg behöver därför pumpas bort från schakten. Inläckaget av grundvatten till schakten medför att grundvattentrycknivån i morän och berg sänks utanför tätsponden.

Sänkningen av grundvattentrycknivå, som blir en konsekvens av anläggandet av slussen, är tillfällig och gäller under anläggningskedet när arbeten inom schakt behöver utföras i relativ torrhet. Lokalt vid schakt för ny sluss kommer grundvattentrycknivån sänkas till

cirka 1 meter under schaktbotten under anläggningsskedet. De nivåer som grundvattentrycket sänks till inom schakt för den nya slussen framgår av tabell 3.

Tabell 3. Trycknivåer till vilken grundvatten sänks av till i schakt för den planerade nya slussen under anläggningsskedet. Opåverkad grundvattentrycknivå är baserad på medelvärde av hittills insamlade mätdata i respektive mätpunkt.

Anläggningsdel	Opåverkad grundvattentrycknivå	Grundvattentrycksänkning till nivå	Storlek grundvattentrycksänkning
Slusskammare	+4,3 till +5,7	-12,6	16,9 m till 18,3 m
Övre slusshuvud	+6,1	-14,6	20,7 m
Nedre slusshuvud	+3,0	-12,6	15,6 m

Anläggandet av den nya slussen, släntåtgärder och anpassning av farleden beräknas medföra en sänkning av grundvattentrycknivå inom ett område på cirka 400 meter från schakten för den nya slussen i anläggningsskedet. Beräkningen har utförts med hjälp av en grundvattenmodell som upprättats i programmet Visual MODFLOW (McDonald & Harbaugh, 1988).

Grundvattenmodellen är uppbyggd konservativt enligt gängse metodik för beräkning av grundvattenpåverkan. Detta innebär att beräkningen utgår från realistiskt ogynnsamma tolkningar och antaganden av de platsspecifika geologiska och hydrogeologiska förutsättningarna för schakt för den nya slussen med installerad tätspons samt injektering. Grundvattenmodellen har kalibrerats mot medelvärden för uppmätta grundvattentrycknivåer. En utförlig beskrivning av grundvattenmodellens uppbyggnad, kalibrering och resultat redovisas i sin helhet i PM Hydrogeologi i Bilaga B:1.

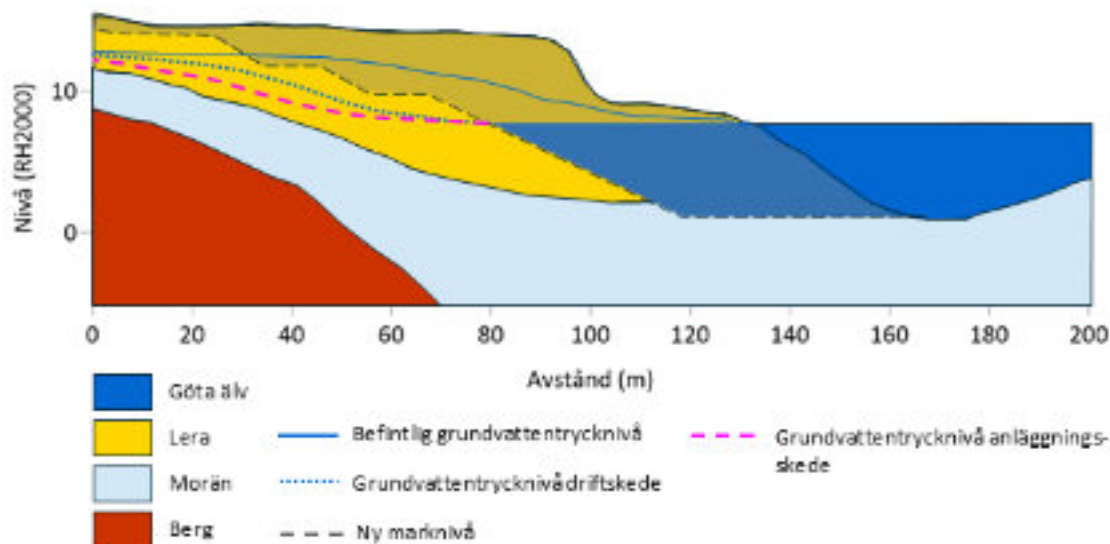
Den största sänkningen av grundvattentrycknivån uppstår i direkt anslutning till planerat läge för den nya slussen och avtar med ökat avstånd från schakten. Beräknad omfattning av grundvattentrycksänkning under anläggningsskede framgår av tabell 4, se även Figur 52.

Tabell 4. Beräknad omfattning på planerad grundvattentrycksänkning under anläggningsskede.

Ungefärligt avstånd från schakt för ny sluss [meter]	Grundvattentrycksänkning under anläggningsskede [meter]
0–50	15 – 20
120	10
180	5
260	1
350	0,5
400	0,3

Uppströms och nedströms den nya slussen kommer farledens sträckning att justeras så att den går längre västerut än nu. Detta innebär schakt och muddring i den befintliga västra älvstranden, vilket gör att Göta älv blir något bredare än vad den är idag.

Grundvattentrycknivån i lerlagret, moränlagret och berget kommer då att sjunka något och ställa in sig mot vattenytan i den anpassade farleden, se konceptuell modell i figur 50.



Figur 50. Konceptuell modell för hur grundvattentrycknivån bedöms förändras i och med planerade åtgärder.

Grundvattentrycknivån sänks eftersom vattennivån i Göta älv är styrande för grundvattentrycknivån vid älvstranden, och gradienten för grundvattentrycknivån i området väster om Göta älv lutar ner mot älvens yta. När älvens yta förskjuts något västerut kommer gradienten för grundvattentrycknivån att luta ner mot en punkt som ligger längre västerut än tidigare, vilket gör att grundvattentrycknivån blir lägre än nuvarande förhållanden.

Driftskede

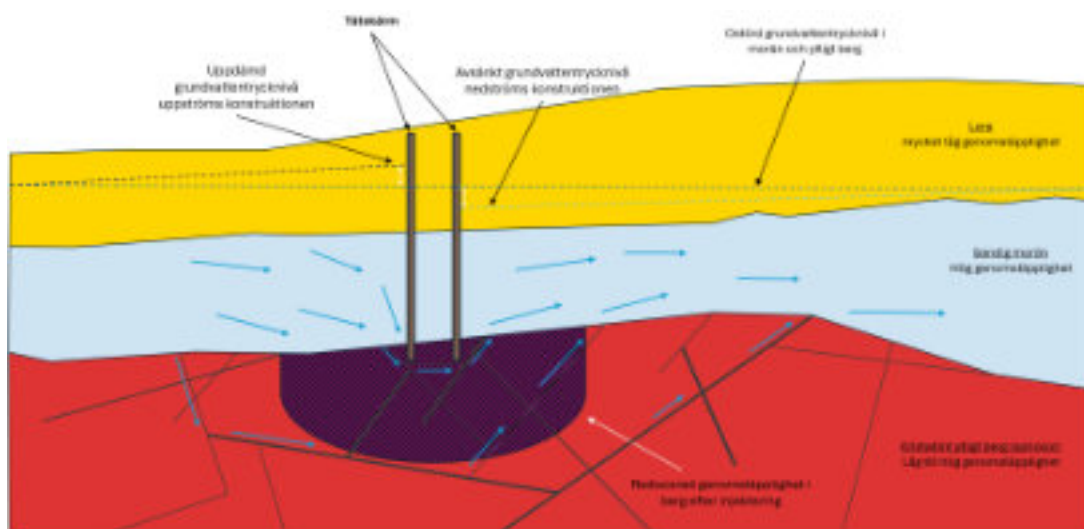
I den färdiga anläggningen sker en form av grundvattentappning passivt genom att grundvatten läcker ut till älven längre västerut än tidigare. En liten sänkning av grundvattentrycknivå orsakad av den anpassade farleden blir således permanent.

Beräknad omfattning och utbredning av grundvattensänkningen i driftskede framgår av tabell 5. Maximal avsänkning, cirka 2 meter, sker i direkt anslutning till den nya älvstranden som följd av justerad farledssträckning. Avsänkningen avtar snabbt med ökat avstånd från området där läckage av grundvatten ut till älven sker.

Tabell 5. Beräknad omfattning på grundvattensänkningen i driftskedet

Ungefärligt avstånd från ny strandlinje [m]	Grundvattensänkning under driftskede [m]
0 – 30	2
80	1
175	0,5
215	0,3

I driftskede bedöms det uppstå en höjning av grundvattentrycknivån uppströms ny sluss till följd av de täta, dämmande konstruktioner som anläggs, en så kallad dämningseffekt. Denna uppdämning uppstår dels till följd av reducerad genomsläpplighet av berget som utförs vid anläggande av den nya slussen (se även kapitel 8.2.1), dels vid omarbetning av angränsande vatten- och dammanläggningar (tätskärmar). Uppdämningar bedöms ske inom ett område uppströms från dessa anläggningar. Se figur 51 för principiell illustration av den dämmande konstruktionen och Figur 53 för utbredningen av höjningen av grundvattentrycknivån i plan.



Figur 51. Principiell illustration över hur grundvattentrycknivån i morän och ytligt berg bedöms kunna förändras till följd av planerade dämmande konstruktioner. Blåa pilar avser flödesriktning för grundvattenströmning. Notera att ett visst flödesvägen bedöms ske under den dämmande konstruktionen.

Beräknad omfattning på grundvattenhöjning i driftskede framgår av tabell 6. Maximal tryckhöjning, cirka 0,7 meter, sker i morän och ytligt berg direkt uppströms från de dämmande konstruktionerna. Tryckhöjningen avtar snabbt med ökat avstånd från konstruktionen.

Tabell 6. Beräknad omfattning på grundvattenhöjningen i driftskedet

Ungefärligt avstånd från dämmande konstruktion [m]	Grundvattenhöjning under driftskede [m]
0 – 60	0,7
90	0,6
100	0,5
110	0,3

Påverkansområde

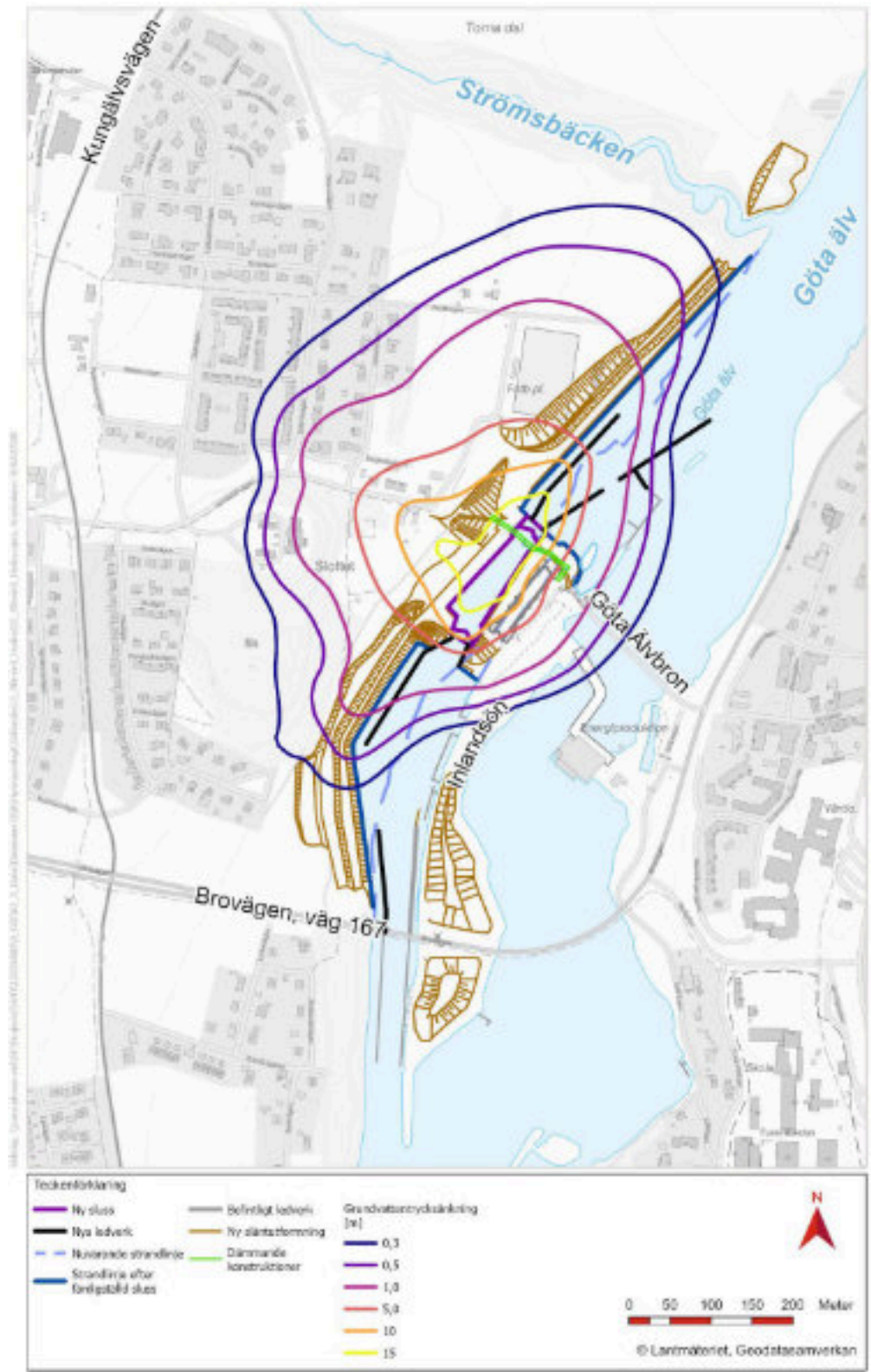
Det område som omfattas en förändring av grundvattentrycknivå benämns påverkansområde. Ett påverkansområde avgränsas vanligen utifrån vilken förändring som är möjlig att relatera till grundvattenbortledningen snarare än vad som utgör naturlig variation. Påverkansområdet avgränsas även utifrån de grundvattenberoende objekt som omfattas av en sänkning av grundvattentrycknivå utöver vad som utgör naturlig variation och där det finns en potentiell risk att objekten skulle kunna påverkas negativt. För objekten görs då en bedömning för hur mycket förändring av grundvattentrycknivå respektive objekt eller objektstyp kan utsättas för utan negativ påverkan, vilket ligger till grund för vilken storlek på sänkning av grundvattentrycknivå som bör användas som avgränsning av påverkansområdet.

Baserat på utförda inventeringar är det enbart grävda och borrhade enskilda brunnar samt hus och ledningar som är grundlagda i och på sättningssärliga jordarter som utgör objekt som kan påverkas av en sänkning av grundvattentrycknivå till följd av ny sluss och justerad farled. Baserat på inventeringen av objekten har det bedömts att det är de enskilda grävda brunnarna som är de känsligaste objekten för väsentlig påverkan på funktionen. Detta eftersom de oftast har en mindre tillgänglig vattenpelare kan en även en mindre avsänkning medföra en negativ påverkan för dem.

Vanligen används en avsänkning på 0,3 - 0,5 meter från opåverkade förhållanden i jordlagren och 0,3 - 1 meter för berg som avgränsning för ett påverkansområde för sänkning av grundvattentrycknivå. Eftersom det är de grävda brunnarna som bedöms vara de känsligaste objekten har det lägre värdet, 0,3 meter avsänkning, valts för att avgränsa påverkansområdet för grundvattensänkning.

En höjning av grundvattentrycknivå på 0,3 meter har använts för att avgränsa påverkansområdet för grundvattenhöjning.

Påverkansområde för förändring av grundvattentrycknivå i anläggningsskede respektive driftskede, avgränsat som 0,3 meters förändring av grundvattennivå eller grundvattentrycknivå jämfört med opåverkade medelgrundvattennivåer, framgår av figur 52 och Figur 53. Av figurerna framgår även vilka delar av påverkansområdet som omfattas av olika storlekar på förändring av grundvattentrycknivå i anläggningsskede respektive driftskede.



Figur 52. Beräknat påverkansområde för sänkning av grundvattenyttrycksnivå i anläggningskede.

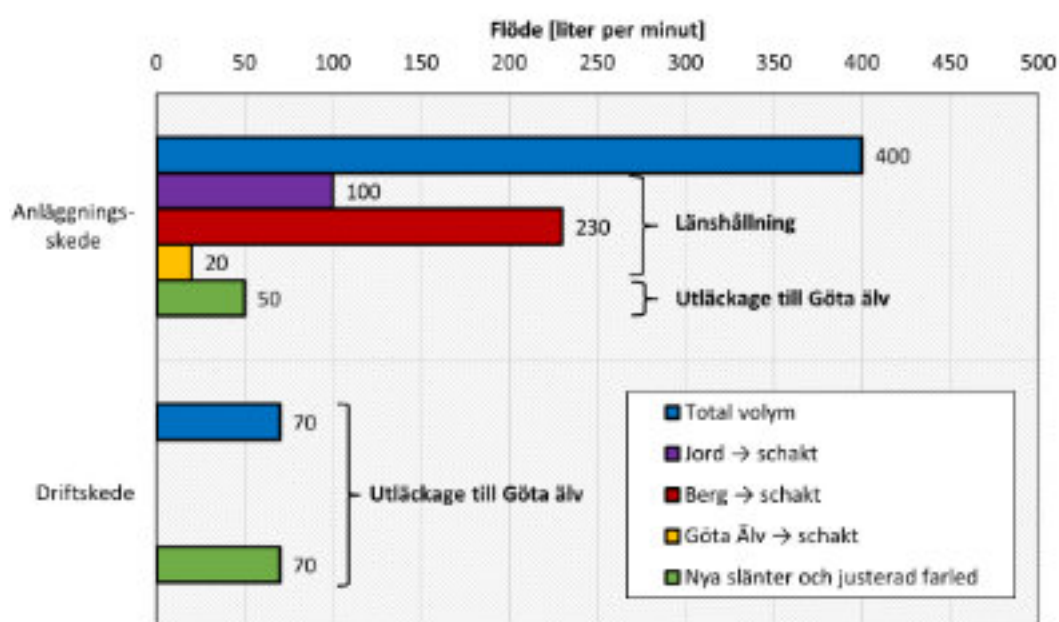


Figur 53. Beräknat påverkansområde i driftskede för sänkning av grundvattentrycknivå nedströms dämmande konstruktion samt för höjning av grundvattentrycknivå uppströms dämmande konstruktion. I driftskedet kommer dämmande konstruktioner att finnas under den nya slusskammaren.

7.5.2 Grundvattenbortledning och läckage i driftskede

Storleken på grundvattenpåverkan har beräknats för anläggnings- och driftskede. Beräkningen av grundvattenbortledning har utförts med samma grundvattenmodell som använts för att beräkna påverkansområdet, inkluderande inverkan av tätspons och injektering, och utgör ett konservativt resultat enligt gängse metodik för beräkning av grundvattenpåverkan. Resultatet presenteras för stationära förhållanden.

Storleken på grundvattenbortledning för anläggningsskede och utläckage av grundvatten till Göta älv i driftskede presenteras i figur 54. I figuren framgår även den volym ytvatten som beräknats läcka in från Göta älv i anläggningsskedet, vilket tillsammans med inläckande grundvatten utgör volymen länshållningsvatten som bedöms behöva pumpas bort från schakt för ny sluss. Nederbörd som faller över schakten och processvatten för gjutarbeten ingår inte i volymerna.



Figur 54. Beräknade volymer länshållningsvatten för anläggningsskede och utläckage av grundvatten till Göta älv i anläggnings- respektive driftskede. Anläggningsskedet avser perioden med länshållning av inläckande vatten till schakten för den nya slussen för de tre komponenterna; jord, berg och ytvatten (Göta älv), samt volym grundvatten som läcker ut till Göta älv från nya slänter och justerad farled. Driftskedet avser volym grundvatten som läcker ut till Göta älv till följd av nya slänter och justerad farled.

Anläggningsskede

Inläckage till schakt har delats in i tre komponenter baserat på var inläckaget kommer från:

- Grundvatten från jordlager avser inläckage huvudsakligen från moränen, men även från fyllnadsmassor, lera, och bottensediment under Göta älv.
- Grundvatten från berg omfattar inläckage från berg under och runt schakt.
- Ytvatten (Göta älv) omfattar inläckage från vattenvolymen i älven mot tätsponsen (fångdammen) vid respektive slusshuvud.

För anläggningsskedet beräknas länshållningsvolymen och volymen utläckande grundvatten till Göta älv uppgå till cirka 580 kubikmeter per dygn (cirka 400 liter per minut) exkluderat process och dagvatten. Länshållningsvolymen fördelar sig på cirka 100 liter per minut från

grundvatten i jordlagren, cirka 230 liter per minut från grundvatten i berggrunden och cirka 20 liter per minut från Göta Älv. Utläckaget till älven från grundvattenmagasinet i morän och berg till följd av nya slänter och den anpassade farledssträckningen uppgår till cirka 50 liter per minut.

Länshållning av inläckage till schakt i anläggningsskedet kommer att utföras genom att pumpar installeras i pumpgrovar i botten på schakten och länshållningsvattnet leds bort via slang eller rörledning. Länshållningsvattnet kommer att ledas ut till Göta älv nedströms befintlig slussanläggning via en reningsanläggning som omfattar sedimentering och oljeavskiljare, se kapitel 10.

Driftskede

I driftskedet beräknas volymen utläckande grundvatten uppgå till cirka 100 kubikmeter per dygn (cirka 70 liter per minut). Utläckaget av grundvatten i driftskedet sker till följd av att den anpassade sträckningen för farleden ligger längre västerut än dagens farled, se Figur 50. Att volymen av utläckaget är större i driftskedet än i anläggningsskedet beror på att en del av utläckaget i anläggningsskedet länshålls via schakt för den nya slussen. I driftskedet läcker den delen i stället ut till älven.

7.6 Dämmande konstruktioner

7.6.1 Hantering av dammsäkerhet

Göta älv är dämd vid Lilla Edet. Befintlig dämning ska bibehållas, varför även den nya slussanläggningen måste fylla en dämmande funktion. I projekteringen kommer Riktlinjer för dammsäkerhet, RIDAS (Energiföretagen Sverige, 2022), att tillämpas för samtliga konstruktioner som permanent eller tillfälligt kommer att ha en dämmande funktion. RIDAS ger rekommendationer som skapar förutsättningar för god dammsäkerhet genom att designa, bygga och övervaka dämmande konstruktioner med rimliga säkerhetsmarginaler, drifta och underhålla dessa på ett säkert sätt samt hålla en beredskap för att hantera såväl förutsedda som oförutsedda situationer.

Den nya slussen med tillhörande anläggningar bedöms inte förändra följderna av ett dammbrott och därmed inte heller förändra dagens konsekvensklass avseende dammsäkerhet. Således antas i projekteringen att anläggningens dammsäkerhetsklass enligt miljöbalken förblir den samma som den nuvarande. Beslut av konsekvensklass för dammsäkerhet fattas slutligen av länsstyrelsen baserat på de konsekvensutredningar och bedömningar som görs vid projektering och anläggandet.

Genom att belysa dammsäkerhetsfrågor redan i projekterings- och byggfas minimeras risken för dammbrott och konsekvenserna av ett sådant. Målet är att både minska risken för skador på anläggningen med oönskade konsekvenser och att reducera konsekvenserna av ett eventuellt haveri.

Risikanalys är grunden för ett proaktivt säkerhetsarbete och kommer att utföras för både projekterings- och anläggningsskede. Åtgärder och hanteringen av risker specifika för anläggningen dokumenteras i projekteringen. Riskanalys och kartläggning av dammsäkerhetsrisker kommer att utföras för samtliga dämmande konstruktioner inom ansökt verksamhet. Analysen baseras på kunskap om och värdering av dammanläggningarnas utformning, prestanda och tillstånd samt konsekvenser och omfattning av ogynnsamma händelser och händelsekedjor. Analysen utförs genom att riskerna värderas till konsekvens och sannolikhet. Därefter planeras avhjälpande åtgärder för varje teoretisk händelse för att uppnå god dämmande förmåga och säkerhet i

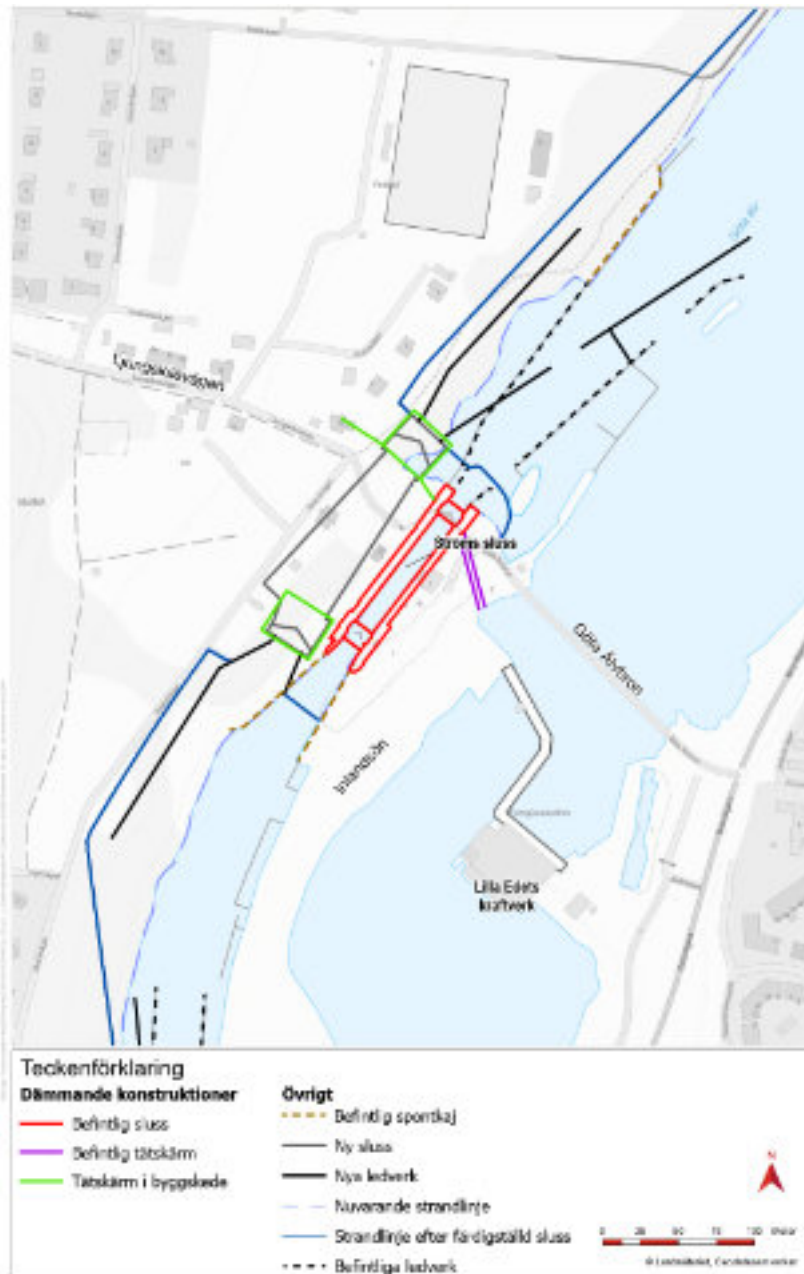
projekterings-, anläggnings- och driftskede. Riskanalyserna blir sedan ett underlag till kontrollprogrammet för den nya slussanläggningen.

7.6.2 Dämmande konstruktioner i anläggnings- och driftskede

I Figur 34 redovisas den befintliga anläggningens ingående delar, förutom slussportarna som redovisas i kapitel 6.3.3. Projektet innebär en omarbetning av anläggningen. Befintlig sluss (objektnummer 18) kommer att tas ur bruk och ersättas av den nya slussen väster om befintlig farled. Tätskärmar med nummer 23 och 24 kommer behöva verifieras med avseende på dess utformning, kondition, kvarvarande livslängd och läge. Därefter anpassas för den dimensionerade livslängden, alternativt ersätts de med nya tätskärmar.

Anläggningsskede

En översiktlig illustration av dämning- och säkringsåtgärder under anläggningstiden redovisas i Figur 55. En temporär fångdamm runt schakten för uppströms slusshuvud ansluts till befintlig sluss genom en tätskärm. Tätskärmen passerar sedan under projekterad ny sluss för att skärma av läckvägen som kan skapas under slusskammarens bottenplatta och förlängs sedan åt väster mot Ljungskilevägen. Även fångdammen för nedströms slusshuvud kan komma att utgöra dämmande konstruktion beroende på vald arbetsordning men då mot nedströms vattennivå, se Figur 55.

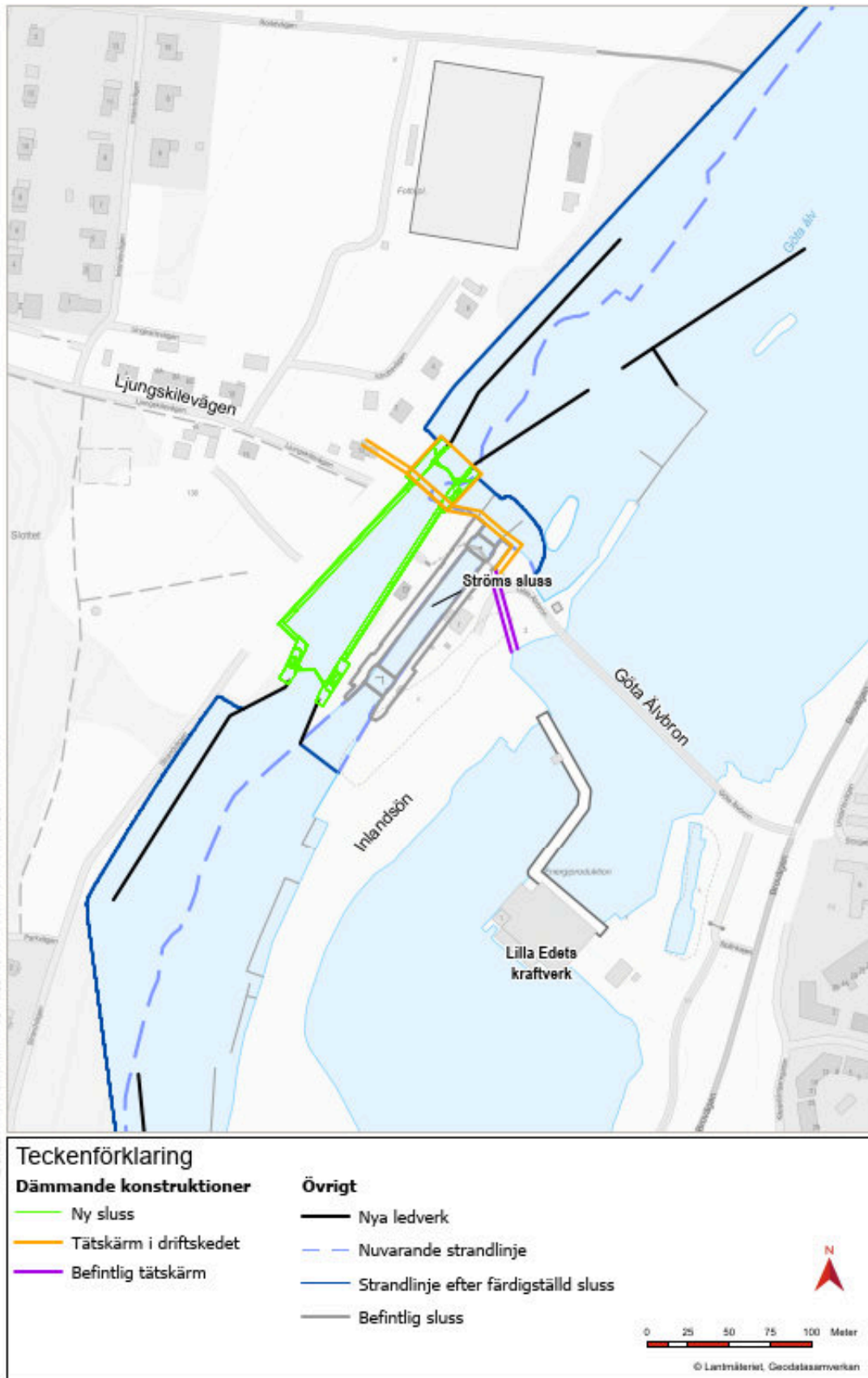


Figur 55. Principskiss dämmande konstruktioner (tåtskärm) i anläggningsskede.

Driftskede

När den nya slussen är färdigställd kommer den befintliga slussen att stängas och tätas. Tåtskärm från ny sluss förlängs runt inloppet till den gamla och ansluts till den befintliga tåtskärm mot Vattenfalls anläggning. Uppströms tåtskärm, mot vattensidan av befintlig sluss, fylls ut med jordmassor bland annat för att skapa yta för en tillfartsväg till den nya slussen, se vidare kapitel 7.10.2 för avveckling av befintlig sluss.

I den nya permanenta dämmande konstruktionen ingår således en tåtskärm mellan Vattenfalls anläggning och den befintliga slussen (befintlig eller ersatt med ny), den nya tåtskärm uppströms den befintliga slussen, mellan befintlig och ny sluss, och på väster sida om den nya slussen samt jordmaterialet bakom dessa. Efter borttagandet av fångdammar och i driftskedet ingår även slusshuvudena och dess portar i den dämmande konstruktionen. Ingående delar i den nya permanenta anläggningen som dämmer vatten framgår av Figur 56.



Figur 56. Principskiss dämmande konstruktioner i driftskede. Dämmande konstruktioner finns bland annat under och i form den nya slussen.

7.6.3 Åtgärder och kontrollprogram i anläggningsskede

Schakten för konstruktion av ny sluss (såväl slusshuvud som slusskammare) kommer att behöva länshållas. Fångdammarna runt slusshuvudena samt tätskärmen kommer i anläggningsskedet således att dämna ett ensidigt vattentryck, varför krav kommer att ställas på kontroll och uppföljning. Som nämnts tidigare i kapitlet ska ett metodiskt riskanalysarbete fortlöpa från projekteringsstart till dess att slusshuvudena är färdigställda. Utgångspunkten är att i första hand förebygga att risken faller ut och i andra hand att begränsa konsekvenserna.

I projekteringen förebyggs risker genom överväganden i samband med exempelvis metodval för utförande och bärande system. Här kan också projekteras för redundans i olycksituationer. Dessutom behövs ett genomtänkt förfaringsätt för hur arbetsordningen av projektets olika moment kan styras för att begränsa konsekvenser av ett eventuellt dammbrott. Detta behöver sedan arbetas vidare med och följas upp under anläggandet.

Därefter tas kontrollprogram fram för övervakningssystem och beredskapsplanering ur både funktions- och arbetsmiljösynpunkt. Mät- och övervakningssystem är exempel på åtgärder som verifierar konstruktionens funktion och samtidigt är en del av arbetsmiljöarbetet och beredskapsplaneringen.

Anslutningar och övergångar mellan olika konstruktioner och materialslag är kända riskkonstruktioner som utsätts för hydraulisk belastning. Dessa kommer att ges extra fokus i projekteringen av den slutgiltiga designen samt i anläggningsskede för att uppnå fullgod kontakt och minimera risken för eventuella läckvägar och erosionspotential.

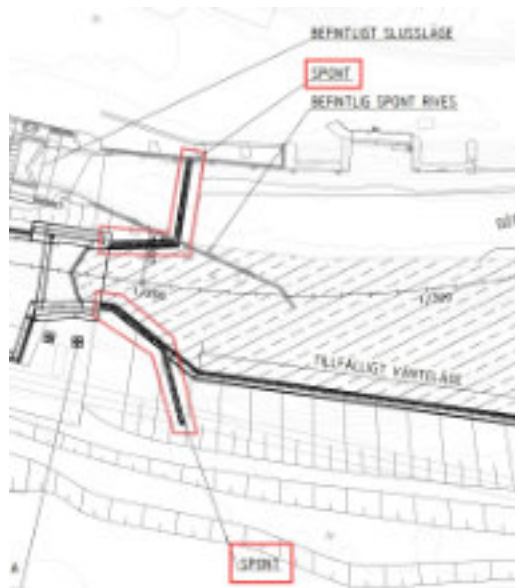
Även befintliga dämmande konstruktioner kommer behöva kontrolleras, verifieras och övervakas för att garantera tillräcklig funktion under anläggningsskedet. Detta kommer att regleras i ett kontrollprogram Bilaga F:1 (Trafikverket, 2024g).

7.7 Övriga anläggningar i vattenområdet

Inom arbetsområdet i Lilla Edet ingår ett antal konstruktioner utöver den nya slussen. Dessa beskrivs i detta kapitel. I figurer har utsnitt ur Bilaga B:4 konstruktionsritningar tagits och respektive konstruktion markerats.

7.7.1 Kajer, sponter och stödmurar

Anläggningar i vatten direkt utanför slussen kommer till största del att bestå av olika ledverk, vilka har som funktion att leda fartyg och skydda anläggningen från påsegling. I direkt anslutning nedströms slussens utförs dock slussinfarten på båda sidor som en spont- eller stödmurskonstruktion, se Figur 57. Även direkt uppströms slussen kommer det att anläggas sponter på vardera sida farleden, för att hålla emot slänter, se Figur 58.



Figur 57. Spont nedströms slussen (rödmarkerad).



Figur 58. Spont uppströms slussen (rödmarkerad).

7.7.2 Väntelägen och ledverk

Alla ledverk och sponter på den västra sidan om den befintliga farleden, från Lilla Edet-bron i söder till Strömsbäcken i norr, rivs och pålar kapas ned till farledsbotten alternativt rivs i sin helhet.

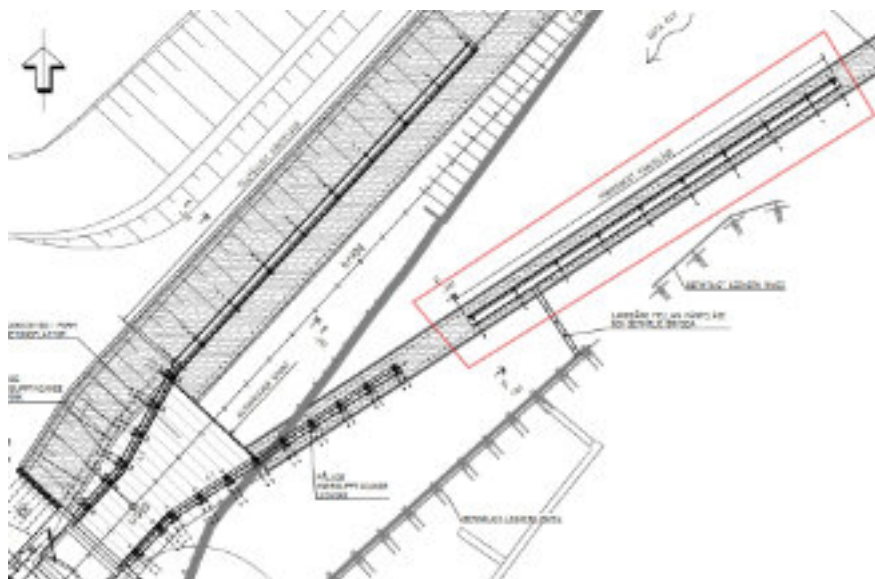
Två nya väntelägen anläggs uppströms slussen, och ett nedströms. Väntelägena vid Lilla Edet kan delas upp med avseende på två primära funktioner:

1. *Permanent vänteläge*, andra fartyg ska kunna passera när fartyg ligger förtöjt vid vänteläget.
2. *Tillfälligt vänteläge*, andra fartyg behöver inte kunna passera när fartyg ligger förtöjt vid vänteläget.

Permanent vänteläge nordost, uppströms sluss

Vänteläget uppströms på den östra sidan utförs som ett pålat ledverk där pålarna borrar eller slås ned till berg, se Figur 59 för utformning i plan. Pålarna kan även behöva förankras med spännstag ned i berget och eventuellt omges av plast- eller stålrör fyllda med betong för att skydda mot korrosion och nötning från is. Vänteläget planeras att vara cirka 132 meter långt. Vänteläget ska ha en gångbrygga för att personal ska kunna vistas på ledverket samt en gångbrygga vilken ansluter till den befintliga marina rastplatsen. Vänteläget utförs även med pollare för angröning samt fallskydd i form av räcke.

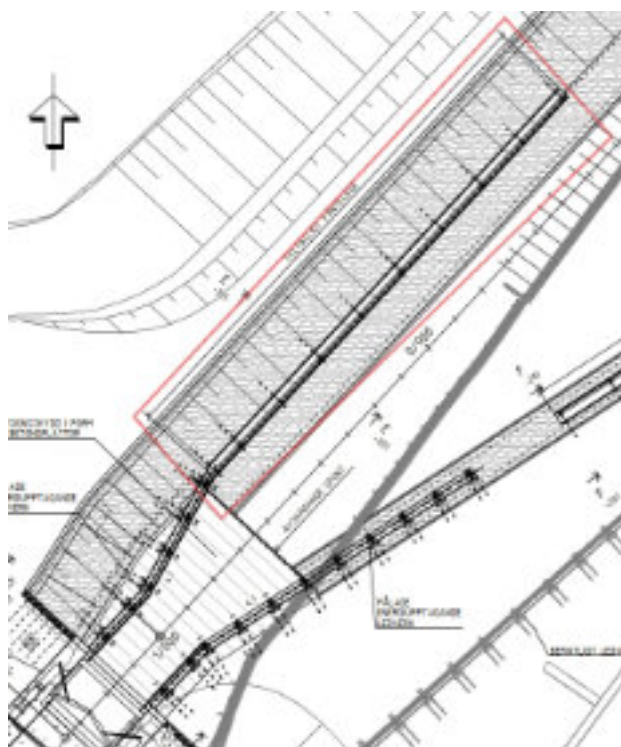
Ledverket kan utformas som en stål- eller betongbalk liggandes på pålarna, se exempel för sådan lösning på ritning i Bilaga B:4, konstruktion.



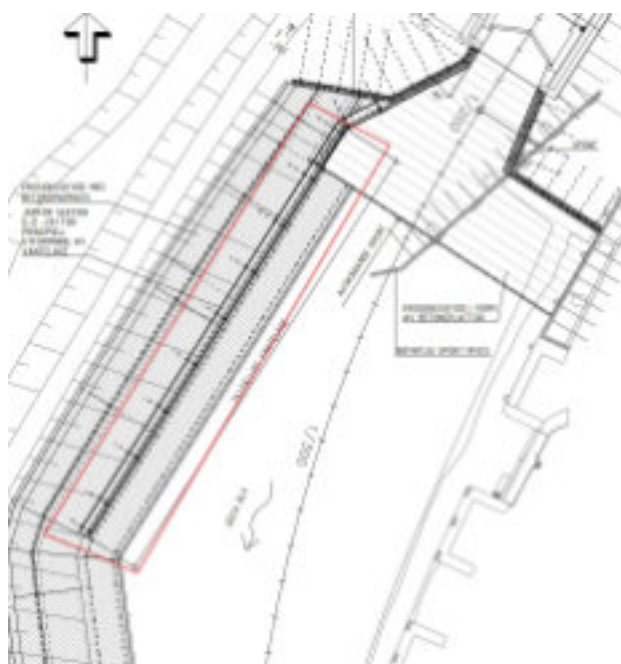
Figur 59. Nytt permanent vänteläge uppströms den nya slussen.

Tillfälliga väntelägen uppströms och nedströms slussen

Väntelägena på uppströms respektive nedströms västra sidan utförs i form av pålade ledverk där pålarna troligtvis borrar ända ned till berg, se Figur 60 och Figur 61 för utformning i plan. Pålarna kan även behöva förankras med spännstag ned i berget. Eftersom andra fartyg inte behöver kunna passera behövs inget extra avstånd till farleden från ledverken. De tillfälliga väntelägena utförs på samma sätt som det permanenta vänteläget.



Figur 60. Nytt tillfälligt vänteläge uppströms den nya slussen.

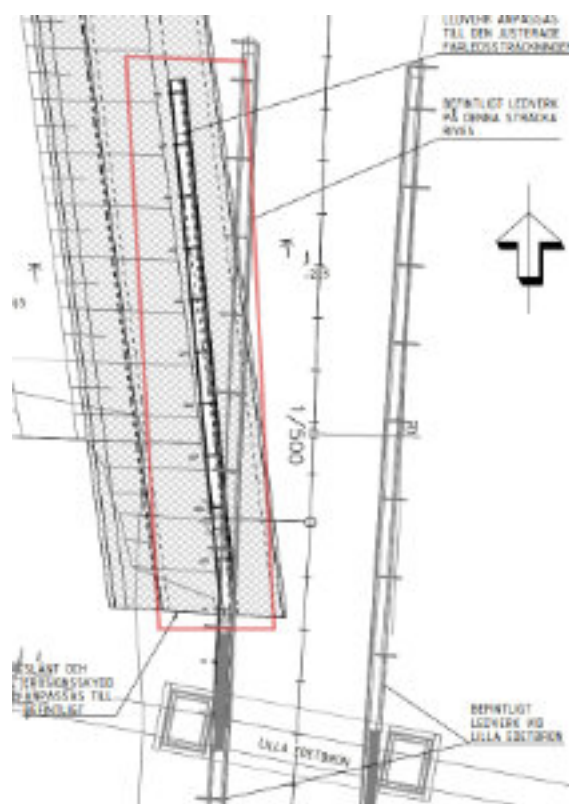


Figur 61. Nytt tillfälligt vänteläge nedströms den nya slussen.

Nytt ledverk vid Lilla Edet-bron

Då farledslinjen justeras västerut kommer fartyg att färdas på ett annat sätt än tidigare. Detta innebär att den nordvästra delen av nuvarande ledverk vid bron behöver byggas om (Figur 62) för att möjliggöra passage under Lilla Edet-bron. Det befintliga ledverket nordväst om bron rivs och ersätts med ett nytt som följer den justerade strandkanten. Det nya ledverket kommer att bli cirka 100 meter långt. Det kan konstrueras på liknande sätt

som det befintliga ledverket, det vill säga som en kontinuerlig stål- eller betongbalk vilken ligger mot pålar. Ledverket kan även behöva en förstärkt energiupptagande förmåga på vissa delar, se exempel för sådan lösning på ritning i Bilaga B:4, konstruktion.

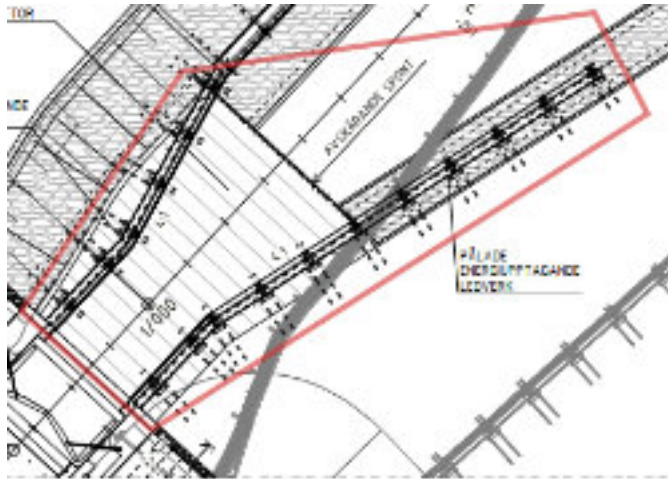


Figur 62. Nytt ledverk vid Lilla Edetbron nedströms sluss.

Nya ledverk och sponter vid slussinfarter

Nya ledverk och sponter vid slussinfarterna har som funktion att leda fartygen in i slussen, och därmed skydda utsatta slusskonstruktioner. Dessa konstrueras för att uppta en påseglingsenergi. Nedan beskrivs hur sådana installationer kan komma att konstrueras, se Figur 63 och Figur 64.

Direkt nedströms den nedre slussinfarten på båda sidor om den justerade farledssträckningen kommer det att byggas en spont- eller någon typ av stödmurskonstruktion närmast slussen, se exempel för sådan lösning på ritning i Bilaga B:4, konstruktion. På västra sidan övergår sponten i ett ledverk längre nedströms och på östra sidan vinklas spontens dragning mer österut längre nedströms. Sponterna förankras på jordsidan antingen via jordankare eller med sneda stag vilka borras och förankras ned i berg. Sponten kan komma att behöva skyddas mot korrosion, vilket görs till exempel genom att ha dubbla sponter med utrymme att gjuta betong emellan som korrosionsskydd. Ledverken kan utföras med en stål- eller betongbalk liggandes mot pålar och förses med ytterligare energiupptagande konstruktioner där så behövs.



Figur 63. Ledverk vid slussinfart uppströms den nya slussen.



Figur 64. Ledverk vid slussinfart nedströms den nya slussen.

7.7.3 Gångbro vid marina rastplatsen

En mindre gångbro, se Figur 69, planeras att anläggas för att ansluta den lilla ön vid den marina rastplatsen till Inlandsön, nordost om den befintliga slussen. Pålning för stöd till denna bedöms kunna genomföras på land.

7.7.4 Bro över Strömsbäcken

Den befintliga bron över Strömsbäcken, se Figur 20 och Figur 65, kommer att rivas, se kapitel 7.10.4, men planeras att användas för byggtrafik under anläggningsskedet. Om den inte bedöms klara laster från planerad byggtrafik ens med förstärkningar ersätts den med en temporär bro under anläggningsskedet, se kapitel 8.2.2.

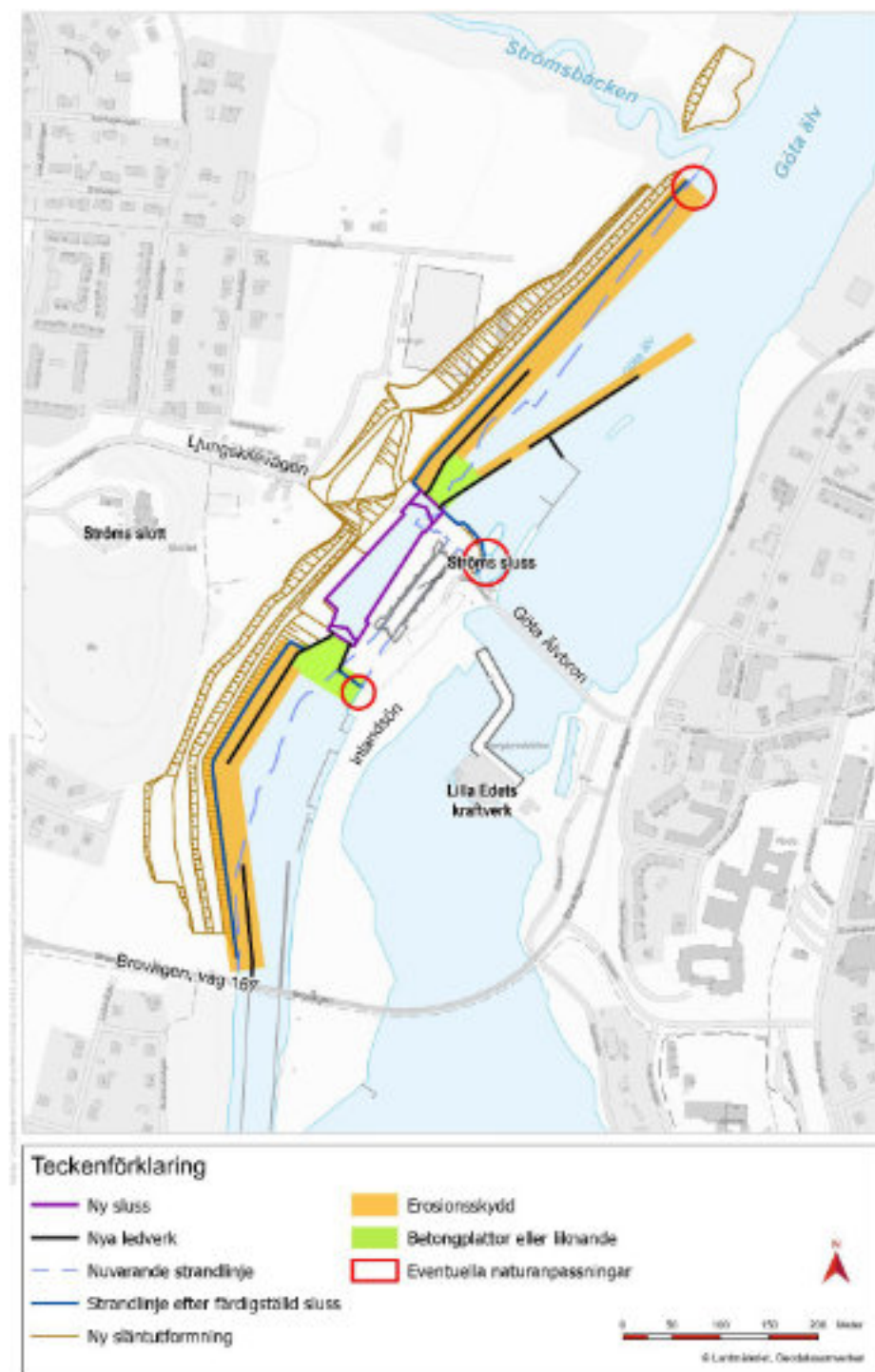
Intill södra stödet på Strömsbäcksbbron går en brygga ut till ett sjömärke i farleden. Beroende på hur bred byggvägen görs kan bryggan behöva rivas eller monteras ned och sedan flyttas eller återställas när byggvägen rivs.



Figur 65. Strömsbäcksbron och sjömärke med brygga till höger i bild. Foto mot norr.

7.7.5 Erosionsskydd

Nya erosionsskydd planeras att anläggas intill slusshuvudena, vid väntelägena och generellt längs stränder för att skydda de nya slänterna i farleden, enligt Figur 66.



Figur 66. Karta över erosionsskydd och eventuella naturanpassningar.

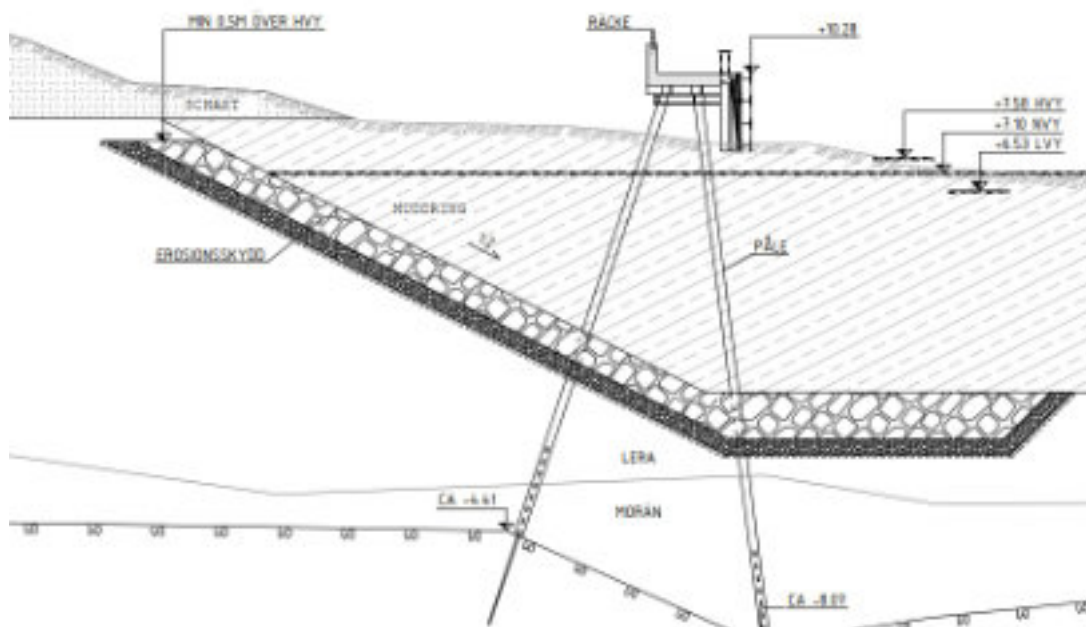
Efter muddring kommer den nya farledsbotten i huvudsak att bestå av morän på nedströmssidan och av lera på uppströmssidan av slussen. Vid slussinfarterna behöver därför även botten säkras mot erosion. Erosionsrisken är främst föranledd av de propellervattenströmmar och returvattenströmmar som fartygen skapar när de tar sig in respektive ut ur slussen. Dessutom skapar strömmarna från in- och utloppskanalerna för fyllning och tömning av slusskammaren en erosionsrisk. Propeller- och

returvattenströmmarna har beräknats för ett framtida största fartyg, med ett maximalt djupgående på 5,4 meter. Med ett minsta djup i farleden på 6,3 meter, innebär det att farledsbotten i det dimensionerande fallet är belägen 0,9 meter under fartyget.

Fartygsframkallade strömmar ger så höga vattenhastigheter vid botten att vanliga stenmaterial inte räcker som skydd. Därför planeras det att anläggas betongplattor, eller erosionsskydd med samma funktion, i anslutning till slusshuvudena. Detta hårda skydd placeras mellan ledverken eller sponterna på en yta som sträcker sig från slusshuvudets kant och cirka 50 meter ut i farleden. Betongskydden kommer att behöva avslutas med en avskärande spont vinkelrätt mot farleden, främst för att förhindra underminering orsakad av returvattenströmmar.

Vid angöring respektive avgång från väntelägena kommer fartygens akterpropellrar och bogpropellrar att orsaka starka vattenströmmar längs botten. Dessa är tillräckligt kraftiga för att orsaka bottenerosion runt väntelägenas grundläggning. För att förhindra detta planeras erosionsskydd att användas.

De nya pålade väntelägena på västra sidan om farleden, uppströms och nedströms slussen, placeras framför en slänt, vilket innebär att risken för erosion blir större än vid en horisontell botten. Här planeras erosionsskydd att anläggas i hela ledverkens längd samt ytterligare 50 meter, totalt cirka 180 meter längs varje ledverk. Då berget ligger relativt ytligt i vissa delar kommer erosionsskyddet att anpassas i omfattning och tjocklek till detta. Erosionsskydd direkt på berg behövs inte. Erosionsskyddet planeras att anläggas minst 0,5 meter över högvattenytan ned till en bit utanför släntfot, enligt Figur 67. Erosionsskyddet behöver vara robust och kan anläggas med exempelvis större block eller någon typ av filterpunktadrass.



Figur 67. Principskiss för erosionsskydd i slänt bakom vänteläge. Befintlig markyta innan schakt och muddring redovisas med grå linjeskuggning/korsskuggning.

I de slänter som inte har väntelägen framför är vattenhastigheterna mindre vid botten och erosionsskyddet kan därmed vara enklare. Erosionsskyddets fot och dess utformning på botten är densamma längs hela farledsträckan.

Naturanpassade erosionsskydd planeras att anläggas där möjlighet och förutsättningar finns. Områden där möjlighet för naturanpassningar utreds är:

- Strömsbäckens utlopp. Landtungan skulle kunna sänkas samtidigt som bron rivs och därmed ge ett översvänningsbart område som ökar den biologiska mångfalden.
- Anlägga en grundare zon med massor från projektet i den södra delen av den marina rastplatsen.
- Anlägga en grundare zon med massor från projektet nedströms befintlig sluss.

Även på den västra sidan av farleden, under det nya pålade ledverket under Lilla Edet-bron, planeras erosionsskydd att anläggas likt de under väntelägena. Vid bygget av Lilla Edet-bron anlades ett erosionsskydd intill brostöden bestående av 1,4 meter sprängsten (500–1000 mm) ovanpå 0,3 meter makadam (4–200 mm). Detta erosionsskydd bör inspekteras och eventuellt förstärkas vid pålning av det nya ledverket.

Den totala volymen material som åtgår för samtliga nya erosionsskydd blir cirka 20 000 till 40 000 m³, och kommer totalt att täcka en yta om cirka 25 000 m².

Efter avslutade arbeten med utläggning av erosionsskyddet ska området sjömätas i syfte att säkerställa farledens minsta djup om 6,3 meter.

7.7.6 Belysning och sjötrafiksignaler

Nya slussar kräver sjötrafiksignaler (inklusive sjömärken och enslinjer) och belysning längs farled utformade med TSFS 2019:97 (Transportstyrelsen, 2019) som grund. Slussbelysning ska även utformas i enlighet med Arbetsmiljöverkets föreskrifter. Ledverk med gångdäck ska förses med belysningsstolpar.

7.7.7 Ledningar

För försörjning med kraft-el behöver en elkabel förläggas från den befintliga el-centralen på Inlandön till västra sida av älven och vidare till de nya anläggningar som planeras. Detta kan troligen utföras schaktfritt genom exempelvis styrd borrning. En alternativ lösning med etablering av en ny transformatorstation vid Parkvägen väster om slussarna utreds.

För brandvattenförsörjning på Inlandsön under byggskedet kan det finnas behov att förlägga en vattenledning under vattnet/på älvens botten eftersom den befintliga vattenledningen ligger inom område för släntstabilisering samt nytt ledverk. Alternativt kan brandvattenförsörjning troligen lösas på platsen även utan extern vattenledning. Lösning för brandvattenförsörjning under anläggnings- och driftskede är under fortsatt utredning.

7.8 Övriga anläggningar på land

Inom arbetsområdet ingår ett antal konstruktioner utöver den nya slussen. De konstruktioner som ligger på land beskrivs mer ingående i detta kapitel.

7.8.1 Byggnader

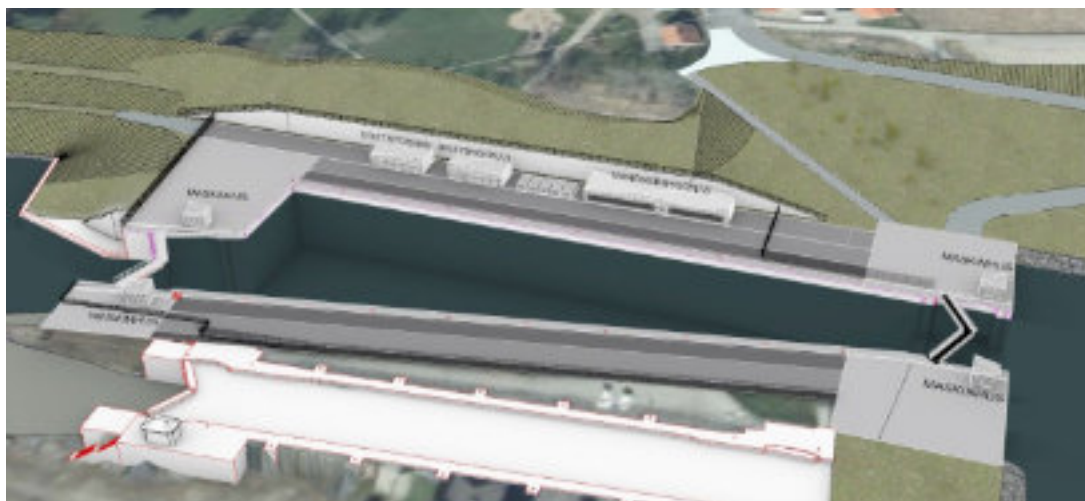
Ett antal byggnader med funktioner för drift av den nya slussen och farled kommer att placeras på den nya slussens västra sida och till del även på den östra (Figur 68). Byggnaderna innehåller olika tekniska system samt funktioner och utrymmen för personal och manövrering av slussarna. De flesta byggnaderna placeras längs med slussens västra

långsida. Teknikbyggnaderna ska inrymma utrustning för flera tekniska system kopplade till de funktioner som är nödvändiga för driften av slussverksamheten. Exempel på funktioner är upprätthållande av isfrihet på slussväggar samt markytor i förtöjningszon. Detta erfordrar en värmeproduktionscentral, byggnad för reservkraft och batteribackup kopplar till funktionen för avbrottsfri kraftförsörjning samt kompressorer för bubbelridåanläggning för isfrihet vid porthuvud. De tekniska funktionerna kan komma att inrymmas i en större byggnad eller delas upp i mindre separata byggnader som placeras bredvid varandra

Intill slussen kommer en separat byggnad för personal och manövrering av slussen att placeras. Från manöverbyggnaden kan slusspersonal övervaka och styra portar och slussmekanik. Utöver ett manövrerum ska byggnaden även inrymma olika personalytor för slusspersonalen. De nya byggnaderna med behov av vatten och avlopp (VA) kommer att anslutas till det kommunala VA-systemet.

Byggnader/väderskydd för avstängningsanordningar, det vill säga sättar och/eller nålar, placeras i anslutning till porthuvudena.

Vid slussens slushuvuden placeras maskinhus för slussmekaniken, totalt fyra maskinhus. Dessa byggnader inrymmer de tekniska funktioner som behövs för att manövrera portar, luckor för vattenföring i slussen samt kompressorer för isfrihållning med mera. I maskinhusen kommer det även att finnas möjlighet att lokalt manövrera slussen. Val av portöppningsteknik kommer att styra innehållet i maskinhusen. Delar av mekaniken kommer förläggas under mark, inuti porthuvudena, förutom i de mindre maskinhusen.



Figur 68. Överblick av ny den nya slussen samt föreslagen placering av tillkommande slussbyggnader. Vy från öster.

Det gamla kanalkontoret och slussvaktarbostaden på slussens västra sida kommer att rivas alternativt flyttas för annan användning utanför projektet. En eventuell flytt hanteras inom ramen för det detaljplanearbete som kommunen bedriver.

7.8.2 Säkerhetsavstånd och skalskydd

Allmänhetens tillträde till de områden som ingår i den normala driften av slussen och farleden ska i framtiden begränsas. Hänsyn ska dock tas till nödvändig tillgänglighet exempelvis passage över den uppströms belägna slussporten och till del turistnäring.

Området för slussens drift stänglas in och gång- och körgrindar kommer att vara försedda med passersystem. Vid passagen över slussporten uppströms kommer ett lågt stängsel i kombination med bommar att uppföras för att ge en säker men samtidigt välkomnande miljö.

7.8.3 Omgivande mark

Den nya slussen och det markområde som erfordras runt denna kommer innebära en betydande förändring av marknivåer och av vad som utgör mark- respektive vattenområde. Även stabilitetsförbättrande åtgärder uppströms och nedströms slussen kommer att innebära stora förändringar i landskapet. I vissa fall kan konstruktioner komma att uppföras för att minska markintrånget som slänter annars skulle innebära. Ett exempel är en konstruktion för att minska markintrånget i Ströms slottspark. Den kan komma att utgöras av stödmur, gabionmur, spont eller dylikt. Konstruktionen kommer sannolikt inte att behöva pålas. Ett fallskydd kommer att behöva monteras på eventuella murkrön. Exakt utformning bestäms i samråd med Lilla Edets kommun.

För att förflytta sig mellan nivån för passagen över den nya slussporten och den högre nivån vid Ljungskilevägen planeras en trappa på den västra älvstranden. För Sjöfartsverkets transporter samt för trafikanter som är i behov av tillgänglighetsanpassning planeras en väg norr om trappan (se Figur 69).

Ett antal gångstråk som påverkas av projektets åtgärder kommer att återställas efter utförda arbeten. Det rör sig framför allt om stråk längs med den västra älvstranden.



Figur 69. Förslag på ny utformning runt den nya slussen och upp mot Strömsparken i väster. 1916 års sluss är den befintliga slussen.

7.8.4 Byggvägar samt gång- och cykelvägar

Byggvägar anläggs inom område för avschaktning och för anslutning till upplag med mera, men även för anslutning mot allmänna vägar i söder och norr samt för angöring mot Ljungskilevägen i väster (Figur 87). Byggvägar planeras att beläggas med en bredd om 5,5 meter. På vissa sträckor kan en bredare bredd behövas exempelvis i kurvor och där tung trafik ska kunna mötas.

Anslutningen i norr mot väg 2025 (Kungälvsvägen) utformas med ett körfält i vardera riktningen för att minimera risken med väntande trafik på Kungälvsvägen. Breddning av anslutningen kan vara aktuell.

Byggvägens anslutning mot väg 167 (Brovägen) i söder utformas med ett körfält per riktning. Breddning av anslutning görs för att underlätta in- och utpassage samt för att motverka köbildning vid öppning av grind in mot det avgränsade arbetsområdet.

Båda korsningspunkterna, i norr mot väg 2025 och i söder mot väg 167, utformas som trevägskorsningar utan separata svängfält, med väjningsplikt från byggvägen.

Den befintliga grusade och belysta gångvägen genom Slottsparken förlängs över Parkvägen och vidare över byggvägen där den ansluts mot den befintliga gång- och cykelvägen som leder under Lilla Edet-bron. Passagen av byggvägen anordnas utanför den instängslade delen av arbetsområdet. Planerade åtgärder ska samordnas med Lilla Edets kommun.

7.8.5 Omläggning/skydd av ledningar samt dike

Flertalet ledningar som ligger inom arbetsområdet blir påverkade av byggnationen, vilket inkluderar Sjöfartsverkets serviser samt distributionsledningar och serviser på den västra stranden av Göta älv. Ledningar som ligger inom skredsäkringsområdet behöver rivas i samband med schaktning av massor.

Ledningar som ska läggas om:

- **KRAFT-EL:** Möjliga alternativ utreds. Till den nya slussen kan kraft-el från befintlig elcentral på Inlandsön dras till västra stranden genom borrhning under älvens botten. En annan lösning kan vara att etablera en ny elcentral på land nära nya slussen.
- **BELYSNING:** Denna läggs om längs de nya strandkanterna.
- **OPTO/FIBER:** Serviser förläggs till nya slussen och lotshus. Norr om Brovägen bör fiberdistributionsledning läggas om i en sträcka på 60 meter på grund av konflikt med stabilitetsförbättrande åtgärder.
- **VATTEN/AVLOPP:** Serviser förläggs till nya slussbyggnader från kommunala VA-distributionsledningar på västra stranden. En ny pumpstation behövs för slussens tryckavlopp. Under anläggningsskedet ska vattenförsörjning finnas på Inlandsön genom att lägga en vattenledning under älven söder om befintliga slussen.
- **DAGVATTEN:** Dagvattenledningar från bostadsområden längs västra älvstranden med utlopp i älven blir påverkade vid stabilitetsförbättrande åtgärder av strandområdet och kommer att rivas. Temporär lösning krävs för att försäkra avvattning från byggplatsen. Nya permanenta dagvattenanläggningar kommer att förläggas i samband med väganläggningar och genom dialog med kommunen.

I väster, cirka 60 meter norr om Lilla Edet-bron, finns i dag ett vattenförande dike. Det har en längd på cirka 34 meter och mynnar i älven, se Figur 70. Uppströms leds dagvatten i ledningar som avvattnar Parkuddens kvarter. Ledningsnätet slutar med en 400 PVC-ledning

med utlopp i diket. Nedre delen av dagvattenledningen och diket ligger i området för planerade stabilitetsförbättrande åtgärder i form av avschaktning samt inblandningspelare, och måste därför flyttas. Omläggningen måste utföras innan de stabilitetsförbättrande åtgärderna påbörjas. Detta av både praktiska skäl och för att minska risk för utflöde av grumlat vatten.



Figur 70. Befintligt dike cirka 60 meter norr om väg 167 (Brovägen).

7.9 Masshantering

Inom projektet kommer schakt att utföras på land och muddring i vatten. Illustration av vilka områden som omfattas visas i Figur 41. I Tabell 7 redovisas den ungefärliga mängden massor som uppkommer inom projektet samt behov av massor. Därutöver behövs massor för anläggande av den temporära byggvägen, anläggande av temporära och permanenta ytor och vägar till slussområdet med mera.

Det finns ett behov av massor för fyllning av den befintliga slussen som troligen behöver införskaffas externt. Dessa massor samt massor för landskapsmodellering av Inlandsjön kan behöva lagras tillfälligt inom arbetsområdet och då har Inlandsjön ansetts bäst lämpad.

Tabell 7. Redovisning av schakt- och muddermassor som uppkommer inom projektet samt behov av massor.

	Torra massor (m ³)	Muddermassor (m ³)	Totalt (m ³)
Schaktning för slusskonstruktion:			
Bergschakt	25 000	0	25 000
Jordschakt	96 000	0	96 000
Muddring/schakt för farled:			
Bergschakt	0	100*	100*
Jordschakt	271 000	149 000	420 000
Total mängd:	392 000	149 100	541 100
Behov av massor:			
Fyll av befintlig sluss	30 000		30 000
Fyll uppströms och nedströms befintlig sluss.	15 000		15 000
Landskapsmodellering av Inlandsön (återanvändning av muddrad morän)		30 000	30 000
Erosionsskydd	30 000		30 000
Total mängd	75 000	30 000	105 000

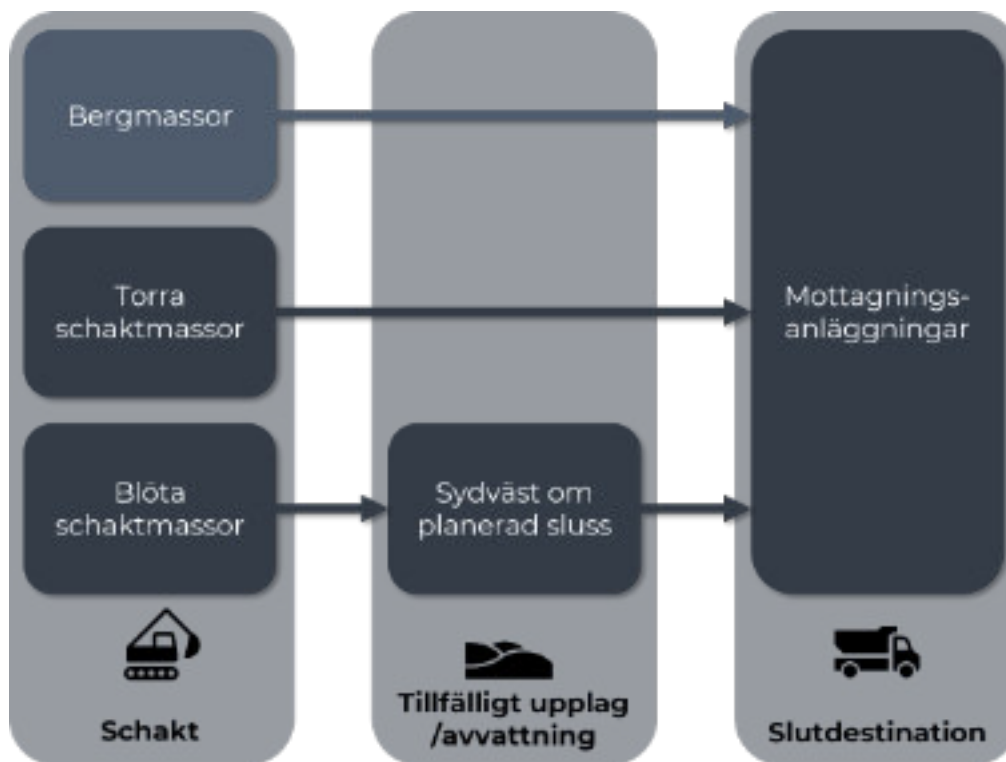
Avrundade mängder till närmaste 1 000-tal (*Avrundat till närmaste 100-tal).

7.9.1 Schakt av massor från land

Schakt av massor från land samt inom spont (det vill säga inte i vatten) utförs både i syfte att stabilitetsförbättra närliggande område samt för byggnationen av den nya slussen. Den totala mängden schaktade massor (lera, kvicklera, torrskorpelera, fyllnadsmassor, morän och berg) som förväntas schaktas från land samt inom spont är cirka 400 000 m³, se Tabell 7. Utförda miljöprovtagningar visar förekomst av föroreningar inom området för planerad verksamhet (se PM Sediment i Bilaga C:10 och PM Föroreningar i mark och grundvatten i Bilaga C:11 till MKB). Överskottsmassor ska hanteras externt av godkänd mottagningsanläggning utifrån dess föroreningsgrad och materialkvalitet (se vidare Bilaga C till MKB).

Massor som schaktas på land bedöms i huvudsak vara torra, men en viss del kan komma att behöva avvattnas innan transport till extern mottagningsanläggning. Strax söder om den nya slussen kommer det anläggas en yta i produktionsskedet avsedd för att avvattna blöta massor. Denna är primärt för de blöta massor som schaktas inom spont för den nya slussen, se Figur 87.

De torra massorna kan läggas direkt på lastbilar för att transporteras vidare till extern mottagare. Bedömningen är att det finns god kapacitet för mottagning av projektets torra jord- och bergmassor inom en radie på 50 kilometer från slussen, vilket möjliggör för flertalet olika externa hanteringar. En schematisk bild över hanteringen av projektets uppkomna massor ses i Figur 71.



Figur 71. Schematisk bild över hantering av schaktmassor från land.

7.9.2 Muddermassor från farled

De muddrade massorna i farleden består främst av lera (varav en viss del kvicklera), men även fyllnadsmassor och morän samt berg. Mängden muddermassor är totalt cirka 150 000 m³, se Tabell 7 och Figur 72. Det förekommer muddermassor med förhöjda halter av föroreningar som kommer innebära behov av separat hantering i samband med transport till extern mottagare. Klassning av massorna med avseende på tekniska egenskaper och föroreningsgrad kommer utföras i senare skede.

Det krävs troligen vissa sprängarbeten under vatten för muddring av det berg som finns i arbetsområdet se kap 8.1.

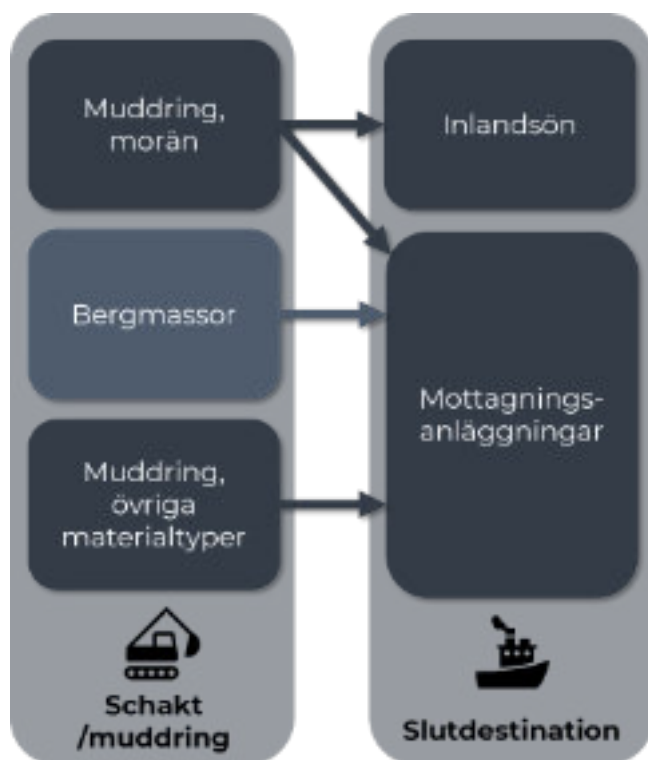
Muddermassorna planeras att transporteras direkt med pråm/båt till godkända externa mottagare. Det finns sådana mottagare av våta muddermassor som kan nås via transport på pråm/fartyg inom 50 kilometer från slussen.

En del av sedimentet avses att kunna dumpas i havet vid Nya Vinga utanför Göteborg (kapitel 7.9.4 och 8.1.3 samt Bilaga C Miljökonsekvensbeskrivning). En ansökan om dispens för detta ingår därför i aktuell ansökan.

Masshantering på Inlandsön

Det finns ett behov av cirka 30 000 m³ massor med lämpliga tekniska egenskaper för att fylla igen den befintliga slussen samt sammanlagt cirka 15 000 m³ för fyllning uppströms och nedströms. Även externa massor kan därför behöva lagras tillfälligt inom arbetsområdet på Inlandsön. I farleden, på sträckan mellan den nya slussen och Lilla Edet-bron kommer cirka 30 000 m³ morän att muddras med halter under Naturvårdsverkets riktvärde för känslig markanvändning (KM), (Naturvårdsverket, 2009). Moränen planeras att temporärt lagras på den södra delen av Inlandsön för att sedan användas för landskapsmodellering på Inlandsön, se kapitel 7.8.3. Tillfällig lagring av massor kan innebära att upplagens höjd

uppgår till ungefär sju meter. Avstånd behöver hållas till öppet vatten och till Lilla Edet bron. En schematisk bild över hanteringen av muddermassor ses i Figur 72.



Figur 72. Schematisk bild över hantering av muddermassor.

7.9.3 Landskapsmodellering

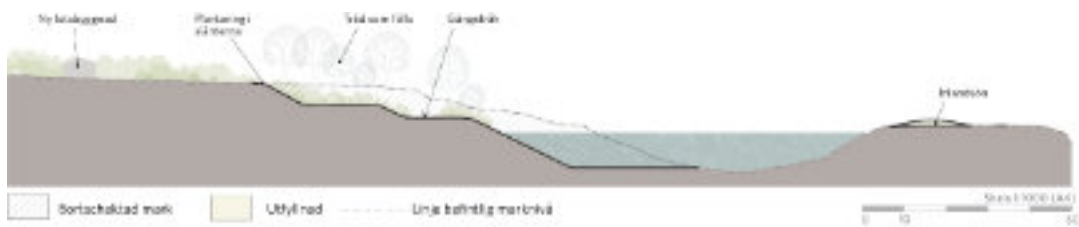
Inlandsön ägs till stor del av sökanden och används i dag bland annat som upplagsområde av massor från en närliggande entreprenad samt rekreationsområde för fritidsfiske.

På Inlandsön har det historiskt funnits en kartong- och pappersfabrik. Ön har i samband med fabriken avvecklats därför sanerats ner till haltnivån mindre känslig markanvändning (MKM), enligt Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark. Tillförande av massor för landskapsmodelleringen kan bidra till att ytterligare förbättra miljön efter den kartong- och pappersfabriksverksamhet som tidigare fanns på ön. Landskapsmodelleringen kan ske genom återanvändning av projektets egna massor.

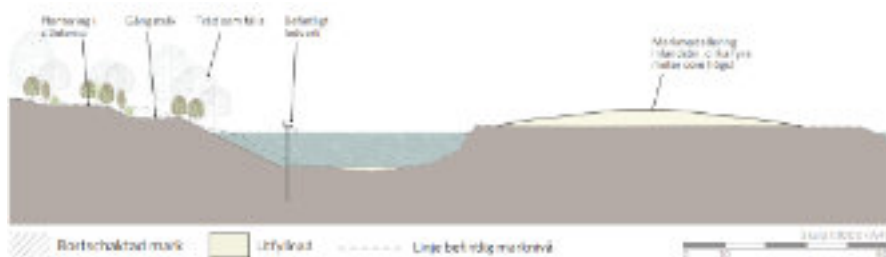
I gestaltningsarbetet har det därför undersökts om det är möjligt att stärka den visuella upplevelsen av landskapet i älven och även förhöja rekreationsvärdet på Inlandsön. Ett sätt för att uppnå det kan vara att återanvända massor från projektet och modellera dessa så att markformerna på Inlandsön upplevs som ett positivt tillskott i älvrummet. Den ytan kan senare vidareutvecklas som en park- och rekreationsmiljö. Efter landskapsmodelleringen uppskattas höjden på Inlandsön variera från cirka 0,5 till 4 meter högre än den nuvarande marknivån. Se Figur 73 till 77. Detta bedöms vara en höjd som gör att den nya terrängen smälter in i omgivningen och att de nya markformerna upplevs som ett positivt inslag i omgivningen. Landskapsmodelleringen genomförs söder om den avsmalnade delen av Inlandsön och inga massor läggs närmare öppet vatten än cirka 3–5 meter på den västra sidan och cirka 9–15 meter på den östra, vilket är en anpassning för att inte påverka rekreationsområdet för fritidsfiske på den östra sidan och fornlämningen på Inlandsöns västra sida.



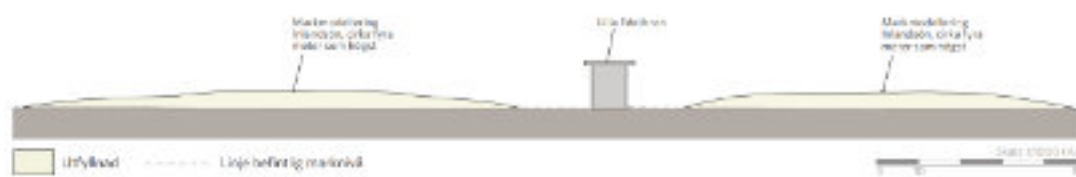
Figur 73. Illustrationsplan över föreslagen markmodellering på Inlandsön.



Figur 74. Elevation E enligt figur 73 visar en tänkbar placering av lotsbyggnad på den plana ytan väster om och ovanför de nya slänterna samt Inlandsön.



Figur 75. Elevation F enligt figur 73 visar den nya slänten på den västra älvstranden och Inlandsön med dess föreslagna landskapsmodellering.



Figur 76. Elevation G enligt figur 73 visar Inlandsjön i nord-sydlig genomskärning och hur den föreslagna landskapsmodelleringen förhåller sig till höjden på Lilla Edetbron.

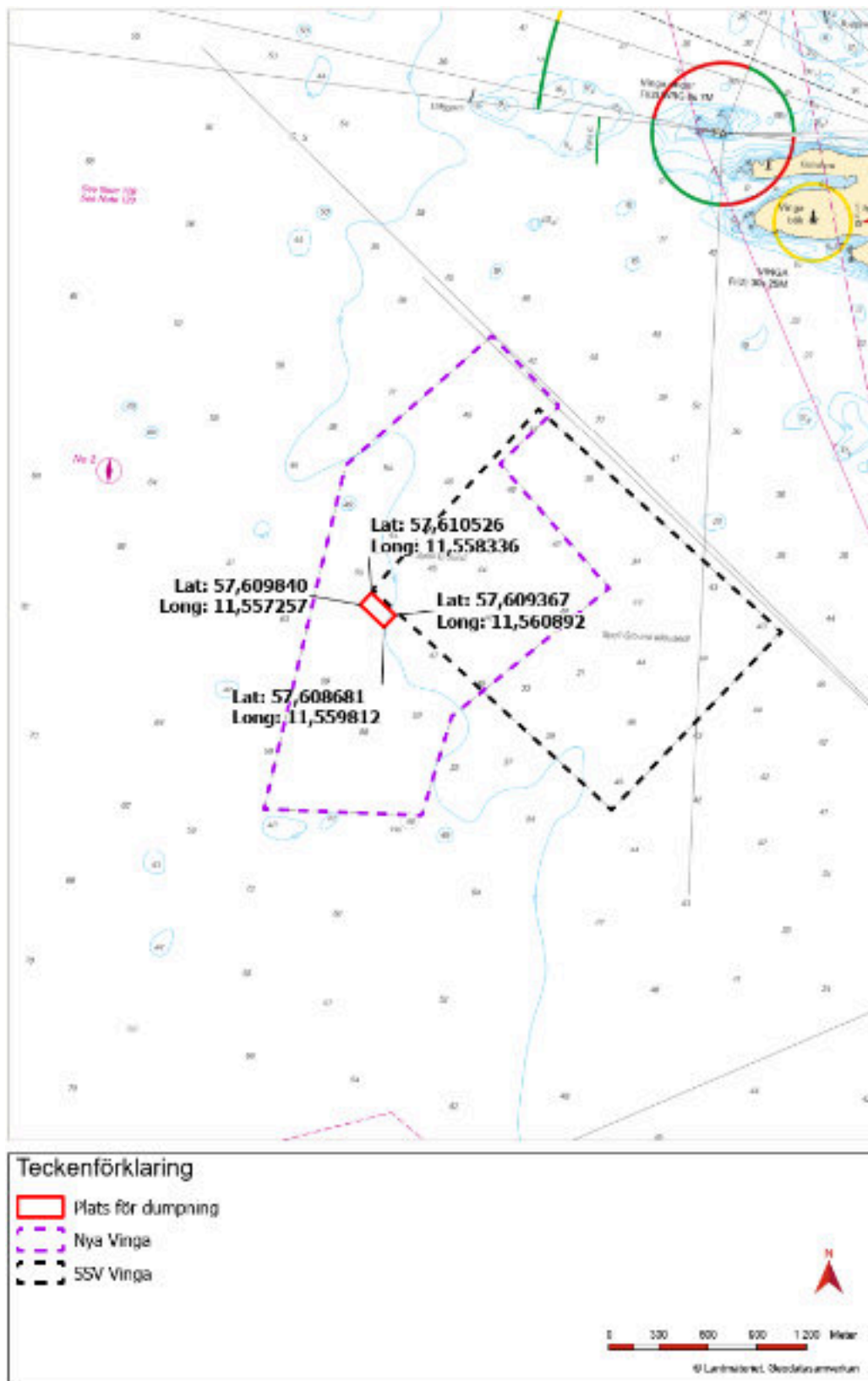


Figur 77. Föreslagen landskapsmodellering när anläggningstiden är avslutad. Här sett i ett "fågelperspektiv" från sydväst.

7.9.4 Dumpning av muddermassor

Cirka 15 000 m³ muddermassor planeras att dumpas till havs vid dumpningsområdet Nya Vinga vilket är beläget i Västerhavet inom allmänt vattenområde, cirka två kilometer väster om ön Vinga, se Figur 78.

De muddermassor som avses att dumpas utgörs av sediment från två delområden belägna uppströms slussen. Dumpningen sker inom ett avgränsat område inom Nya Vinga med ett djup på cirka 55 meter och en area på cirka 20 000 m². Tjockleken på lagret av de dumpade sedimentet bedöms bli cirka 1 meter i snitt över området. Dumpningen sker med bottentömmande pråm eller fartyg utrustade med GPS, för att säkerställa att muddermassorna hamnar på rätt position och blir jämnt fördelade över dumpningsplatsen.



Figur 78. Dumpningsområdena Nya Vinga och SSV Vinga, samt plats för den planerade dumpningen.

7.10 Rivning av anläggningar och fyllning av sluss

Miljöinventering ska göras inför varje rivning. Allt rivningsavfall ska omhändertas i enlighet med lagkraven.

7.10.1 Rivning av ledverk, kajer och ledningar

Träbryggan, spontkajen och ledverket på uppströms väster sida rivs för att anpassa stäckningen av farleden, se Figur 30 och Figur 31. Konstruktionerna rivs och pålarna avlägsnas eller kapas ned till under botten.

Det befintliga ledverket uppströms på den östra sida om slussen kommer att rivs i sin helhet när det nya permanenta vänteläget är byggt. Pålarna till fundamenten avlägsnas eller kapas en bit under botten.

Ledverk vid slussinfart närmast den befintliga slussen rivs. En del av dessa måste dock vara i bruk så länge som den befintliga slussen är öppen.

Spontkajen, som är en del av slussinfarten, på väster sida nedströms den befintliga slussen, ska rivs. Krönbalk kapas och spont rivs ned till en bit under botten. I byggfasen då båda slussarna är öppna, finns möjlighet att sätta stag mellan ny och befintlig spont. Därmed kan de bådas ledfunktion användas. När den befintliga slussen stängs och slänt bildas bakom kan permanenta jordankare eller bergsstag fästas i ny spontkaj. Befintlig spontkaj behöver eventuellt inte rivs om det fylls upp med fyllning mellan ny och befintlig spont.

Ledverket under Lilla Edet-bron ska också justeras. Delen uppströms bron väster om farleden ska rivs för att anpassa sträckningen av farleden. Konstruktionerna rivs och pålarna kapas, som minst ned till en bit under botten.

Ledningar som ligger inom område för schakt eller markstabilisering ska rivs. Ändarna ska proppas eller anslutas till tillfälliga lösningar under byggskedet, som dagvattenledningar.

7.10.2 Partiell rivning av befintlig sluss

En tid efter att den nya slussen tagits i drift kommer den befintliga slussen att tas ur drift. Befintlig slussmekanik, motorer samt el-matning och styrning inventeras avseende farliga material, rivs och saneras för borttransport till godkänd mottagare. Vid synliga smörjoljespill saneras de aktuella ytorna exempelvis genom ångtvätt.

Den befintliga slussen fylls igen för att säkerställa en fullgod säkerhet och minimera framtida underhållsbehov. När stora delar av slussens konstruktion och tekniska utrymmen fylls igen går teknikhistoriska värden förlorade. Dock kan delar av slussmurarnas krön och kajer, liksom den yttre muren åt sydost och manöverhytten bevaras för att även i fortsättningen vara synlig och läsbar ur ett kulturhistoriskt perspektiv. Den befintliga slussen kommer inte att ha någon teknisk funktion för den nya slussen. Den planerade fyllningen av den befintliga slussen kan ur ett säkringsperspektiv göras hela vägen upp till murkrön alternativt en bit under detta. Fyllnadsmassorna ska uppfylla miljökrav (MKM) och byggnadstekniska krav.

Rivningen bedöms kunna aktualisera frågor enligt den plan- och byggrättsliga lagstiftningen.

7.10.3 Rivning av del av Göta älv-bron

Västra delen av Göta älv-bron som inte är i drift ska rivs för att ge plats för den nya slusskonstruktionen. Pålarna avlägsnas eller kapas, som minst en bit under farledsbotten.

7.10.4 Utrivning av Strömsbäcksbron

Den befintliga bron över Strömsbäcken kommer att rivas vilket antingen sker initialt eller i projektets slutskede beroende på om den kan klara planerad byggtrafik, se kapitel 8.2.2.

Brons överbyggnad rivs och stöden/pålarna kapas ned till en bit under botten.

III. ÖVERGRIPANDE FRÅGOR

8 Förhållanden under anläggningstiden

8.1 Byggmetoder

Syftet med detta kapitel är att beskriva arbetsmoment under anläggningstiden och de arbetsmetoder och arbetsmaskiner som kan komma att användas för utförande av arbetena. Beskrivningen är principiell och översiktlig. Även andra metoder och maskiner kan komma att användas.

8.1.1 Schakt

Schaktarbeten i projektet kan utföras med grävmaskiner, bandgående grävmaskiner med teleskopisk arm eller kranar med hängande skopa. Transport genomförs på land med hjälp av exempelvis lastbilar eller dumprar. Massor transporteras till extern mottagare eller för mellanlagring inom området alternativt för att återanvändas inom projektet.

8.1.2 Muddring

Muddring utförs för att anpassa farledssträckningen uppströms och nedströms till den nya slussen. Det finns två huvudtekniker för att muddra; mekanisk (skopmuddring, även kallad grävuddring) eller hydraulisk muddring (sugmuddring). Så kallade enskopeverk utför en form av mekanisk muddring. De består ofta av en grävmaskin som är monterad på en flytande ponton och kan utrustas med flera olika typer av skopor.

Muddermassor avses att separeras med avseende på typ och föroreningsnivå, varför samma yta kan behöva hanteras i olika omgångar.

Muddringsarbeten genomförs främst på den västra sidan av älven och är ungefär lika omfattande norr som söder om den nya slussen. Utgångspunkten är att detta i huvudsak utförs under vinterperiod, oktober till mars, vilket innebär att det krävs åtminstone två säsonger för att utföra arbetet med ett enskopeverk. Om möjligt utförs även arbeten med anläggandet av erosionsskydd i direkt anslutning till muddringsarbetena.



Figur 79. Muddring med enskopeverk från ponton. I detta fall utrustad med en gripskopa.

Vid sugmuddring sugs sedimenten upp, oftast genom inblandning av vatten för att erhålla en flytande massa. Nackdelen med metoden är att volymen av pumpat fast material ökar med 7–10 gånger till följd av inblandningen av vatten, vilket resulterar i omfattande avvattningsprocesser och/eller transport med mudderpråm. Tekniken har hög kapacitet och är lämplig för muddring i lösa sediment, som till exempel gyttja, lös lera, sand och grus. Tekniken orsakar vidare normalt endast en begränsad spridning av uppgrumlat sediment och kan således bli aktuell för viss del av muddringen inom projektet. Skyddsåtgärder för muddring, grumlingsreducerande åtgärder beskrivs vidare under kapitel 10.

8.1.3 Dumpning av muddermassor

Transport av de muddermassor som avses dumpas sker till dumpningsområdet Nya Vinga med hjälp av botten tömmande pråmar/fartyg. Pråmarna är utrustade med positioneringssystem med hög precision, vilket säkerställer att dumpning kan ske på angiven plats. Dumpning sker normalt med pråmar/fartyg som maximalt kan frakta runt 1 500 m³ blöta muddermassor.

Med en dumpningsplan som grund dumpas muddermassorna i ett koordinatsatt ruttmönster, lager för lager. Genom sjömätning efter färdigställd dumpning sker uppföljning och verifikation av att muddermassorna hamnar på rätt plats och att bottenens karaktär av mjukbotten bibehålls. Dumpning utförs under vinterhalvåret (oktober-mars). Dumpningen beräknas fortgå under en till två vintersäsonger.

Innan muddring inom områdena varifrån muddermassorna avses att dumpas utförs en miljö kvalitetskontroll av sedimenten genom att ett antal punkter analyseras, vilket bestäms utifrån storleken på det område som ska muddras. Proverna analyseras och resultaten jämförs med de föreslagna begränsningsvärdena (enligt Länsstyrelsen Västra Götalands

beslut 22324-2023 gällande för dumpning av Göteborgs hamn ABs muddermassor vid aktuell dumpningsplats Nya Vinga). Innehållet i massorna avgör vilka massor som kan hanteras genom dumpning och vilka massor som måste omhändertas i särskild ordning på land.

8.1.4 Borrning/sprängning av bergmassor

Schakt och losshållning av bergmassor kan utföras på olika sätt. Nedan beskrivs de vanligast förekommande metoderna som kan bli aktuella för anläggandet. Merparten av bergschakten kommer att utföras inom sponten för den nya slussen, huvudsakligen inom sponten för slusskammaren. Olika typer av sprängmedel och metoder kan vara komma att användas. Arbetet med sprängning inom slussen behöver utföras lågintensivt och i etapper under ungefärligen ett års tid. En begränsad mängd sprängning kommer också att erfordras i blivande farled norr om slussen med omfattning av någon månads arbete. Bergschakt för farledsmuddring utförs som undervattenssprängning. Detta arbete bedöms kunna utföras under perioden oktober till mars och utförs huvudsakligen med patronerat sprängmedel vilket ger relativt låga kvarvarande rester av kväveföreningar vid sprängning.

Borrning i berg utförs bland annat för bergförstärkning, dubb och bergsprängning. Maskiner för borrning kan variera från handhållen utrustning till större borrhjull. Ett exempel på denna typ av maskin kan ses i Figur 80.



Figur 80. Exempel på utrustning för borrning (<https://geomek.se/en/foundations/machines/klemm/>).

8.1.5 Spontning/pålning

Spont- och pålningsarbeten kan utföras med pålkran, borrhjull för rörspont, lyftkran eller grävare. Pål- och spont drivs ned med borrhjull, vibrationsdrivning eller hejare (exempelvis pålkran).

Borrning

Majoriteten av spontdrivning kommer att utföras genom borrning av rörpålar med en borrhjull. Detta görs i första hand antingen med en luft- eller vattendriven hammare beroende på dimension, krav på omgivningspåverkan och framdrift. Även erforderlig installationsutrustning styrs av rørens diameter och längd. Sponten för anläggandet av slusshuvud och slusskammare kräver större borrhjull och lyftkran för att få spontrøren

på plats. Även borrning av förankringsstag kommer att utföras. Huvudsaklig del av stagborrning genomförs på land, men borrning i och från plattform i vatten kan behövas.

Vibrationsdrivning

Vibrationsdrivning görs genom att ett aggregat monteras på en grävmaskin som håller spontelementen och alstrar vibrationer genom elementet, vilket tillsammans med trycket från grävmaskinen underlättar neddrivningen. Denna drivningsmetod blir aktuell för de sponter som är av planktyp, som exempelvis sponterna i anslutning till kanalen och farleden utanför slussen.



Figur 81. Exempel på vibrationsaggregat monterad på grävmaskin.

Hejardrivning

Med hejardrivning menas att ett exempelvis pål- eller spontelement trycks ned i marken genom att antingen en vikt hissas upp och släpps ned ovanpå elementet (frifallshejare), alternativt att en hydrauliskt driven hammare slår elementet ner till önskat djup. Den hydrauliska hammaren monteras normalt på en grävmaskin, medan frifallshejare normalt sitter på en pålkran. Denna metod kan även användas för installation av sponter utanför slussen, men också för drivning och verifiering av pålar och pålars bärförmåga.



Figur 82. Exempel på pålkran med frifallshejare.

8.1.6 Inblandningspelare

Djupstabilisering med så kallade inblandningspelare utförs med speciella riggar, se exempel i Figur 83. De liknar grävmaskiner men är utrustade med hög mast i stället för skopa. Masten kan vara upp till cirka 20 meter hög och har ett roterande verktyg som förs ner i jorden och blandar i bindemedel. Till denna metod med rigg hör också tankar som stabiliseringsmedlet transporteras och förvaras i. Alternativt finns en anläggning för tillverkning/blandning av medlet på plats.



Figur 83. Rigg för inblandningspelare.

8.1.7 Betongarbeten

Betonggjutningar planeras att huvudsakligen utföras i torrhet, men i viss utsträckning även under vatten. Undervattensgjutningar görs till exempel för tätkakor, det vill säga en gjuten tät botten inom tätspont (ofta med syftet att förhindra vatteninträning). Gjutningar föregås av formsättning och armering. För armering och formsättning kan svetsarbeten utföras både i torrhet och i vatten. Arbeten i vatten görs vid behov med hjälp av dykare. Betong tillverkas normalt i fabrik och transporteras till arbetsplatsen och pumpas till gjutstället. Blandning kan även ske lokalt för vissa ändamål.

8.1.8 Injekteringsarbeten

Injekteringsarbeten kan ha en såväl tätande som stabiliserande funktion. Vid injektering för att reducera hydraulisk konduktivitet pumpas injekteringsmaterial ut i sprickor och porer för att minska den vattenförande porvolymen.

Injekteringsarbeten kommer att utföras dels runt spontkonstruktionen för den nya slussen och i dess botten, dels vid de tätskärmar som behövs i den nya anläggningen.

Genomsläppligheten minskas genom att porer i jordlagren och sprickor i berg fylls genom att pumpa ut ett tätande material via en rad med borrhål. Tätningmaterialet kommer huvudsakligen att utgöras av cement. Alternativa injekteringsmaterial kan möjligen bli aktuella om cementen inte tätar finare porer eller sprickor tillräckligt. Som alternativa injekteringsmaterial avses huvudsakligen silica sol, men det kan även finnas behov av polyuretan. Vid tiden för injekteringsarbetenas utförande kan även andra likvärdiga eller bättre alternativa injekteringsmaterial finnas tillgängliga till följd av utveckling inom detta fält.

Injekteringsarbetet utförs genom ett arbetsflöde som omfattar delmomenten borrhning, vattenförlustmätning (där vatten först pumpas ut i porer och sprickorna med ett specifikt tryck, vilket visar på genomsläpplighet och de vattenförande egenskaperna) och injektering. Injekteringsarbetet utförs initialt genom att först borra med ett större inbördes hålavstånd och därefter pumpas injekteringsmaterialet ut med specifika tryck, tider och förbestämda injekteringsvolymmer. Detta följs av borrhning av mellanliggande hål, vilket då ger ett mindre inbördes hålavstånd. När vattenförlustmätningar utförs i de mellanliggande borrhålen kan förändringen i genomsläpplighet och injekteringsens tätande effekt undersökas, för att följa upp att arbetet gör nytta. Även de mellanliggande borrhålen injekteras.

Så kallad jetinjektering och jordinjektering kan också bli aktuellt i projektet.

8.1.9 Rivningsarbeten

Projektet innebär att delar av befintlig anläggning rivs. Innan rivning påbörjas ska byggnader, byggnadsverk och liknande genomgå en miljöinventering och en rivningsplan tas fram.

För dessa arbeten finns olika utrustning tillgänglig, exempelvis hydraul-hammare, betongsax, krosstång, gripdon och skopor.

Rivningsmassor grovsorteras inom arbetsplatsen med hjälp av bland annat grävmaskin, hjullastare samt mobilkran för vidare transport till externt omhändertagande.

Rivningsmassor av betong planeras att transporteras bort från området och krossas vid extern mottagare.

8.1.10 Övriga arbeten och utrustning

Övriga arbeten omfattar bland annat stålarbeten såsom skärning, slipning och svetsning av balk och plåt i torrhet och i vatten, fyllning och packning, beläggningsarbeten av vägar och ytor samt lyft och transporter till, från och inom arbetsområdet. För detta används tryckluftsaggregat, tryckluftsdrivna verktyg, eldrivna handverktyg, svetsaggregat, mobilkranar, tornkranar, grävmaskiner, vältar med mera.

För lyft används i huvudsak mobilkranar och tornkranar. Grävmaskiner används huvudsakligen för schaktnings- och fyllningsarbeten. För hantering av schakt- och fyllningsmassor används främst mudderverk, pråmar/fartyg, lastbilar och andra lastmaskiner.

Utöver detta behövs bland annat förråd och manskapsbodar, båtar och pråmar för transporter, pontoner för uppställning av arbetsmaskiner.

8.2 Tillfälliga anläggningar

För uppförandet av den nya slussen kommer flera konstruktioner att erfordras för att skapa säkra passager för fartygen i kanalen och säkra förhållanden för arbetsplatsen såväl som för tredje man. Vissa av dessa tillfälliga konstruktioner kommer helt eller delvis att lämnas kvar, exempelvis om de bedöms bidra till stabiliteten i den permanenta anläggningen (se även kapitel 7.6.2).

8.2.1 Schakt för sluss

Den nya slussen grundläggs på ett djup av cirka 20 till 25 meter under befintlig marknivå. För att möjliggöra detta anläggs temporära spontkonstruktioner som utförs i tre huvuddelar, se förslagsritningar konstruktion i plan (Bilaga B:4). Två delar byggs som fångdammar, vilket betyder att de byggs som avskärmade lådor med invändiga stämp (en typ av reglerbar stötta). Dessa utförs för konstruktion av slusshuvudena. Den tredje delen är sponten för slusskammaren som förankras med bakåtgripande stålstag som alternativt kompletteras med invändiga stämp. Tätsponten för byggandet av den nya slussen kan högst troligt i huvudsak genomföras genom att borrarade stålrörspålar med spontlås borraras intill varandra till en sammanhängande vägg, se Figur 84.



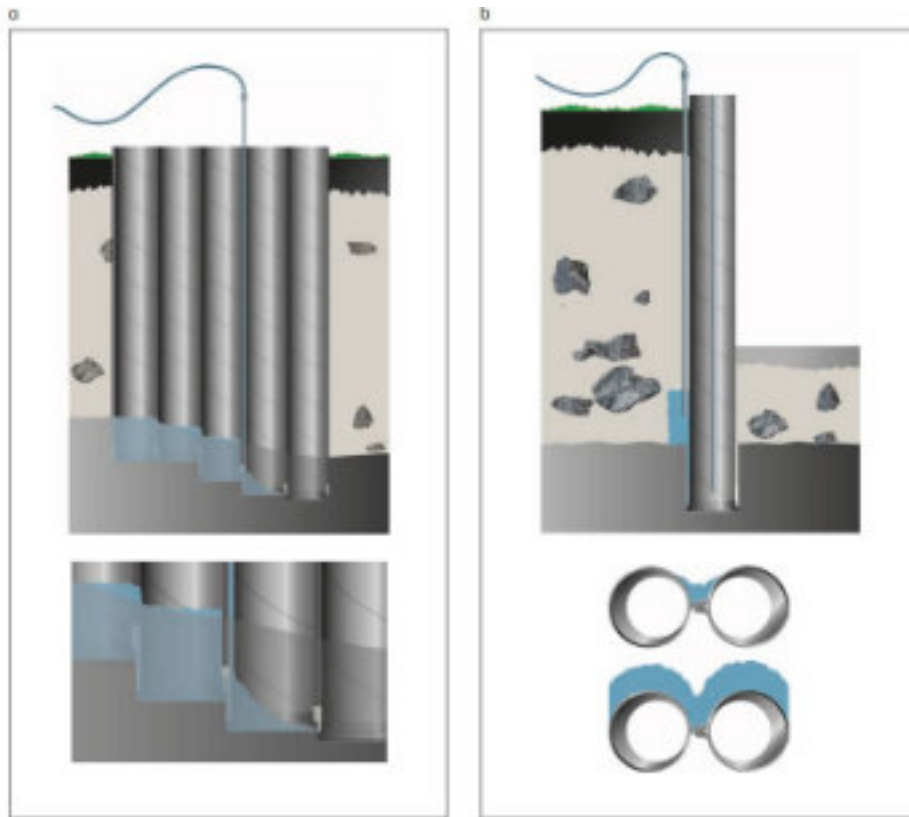
Figur 84. Exempel på utseende på borrarad och bakåtförankrad pålvägg av rörspont med lodräta hammarband. Källa: (SSAB, 2022).

Stålrörlösningen utgör det primära alternativet vid anläggandet av slussen. Detta för att säkerställa en så tät övergång som möjligt mellan berg och spont, vilket är en förutsättning för att begränsa inläckage av grund- och älvvatten genom spontväggen. Borrarade lösningar

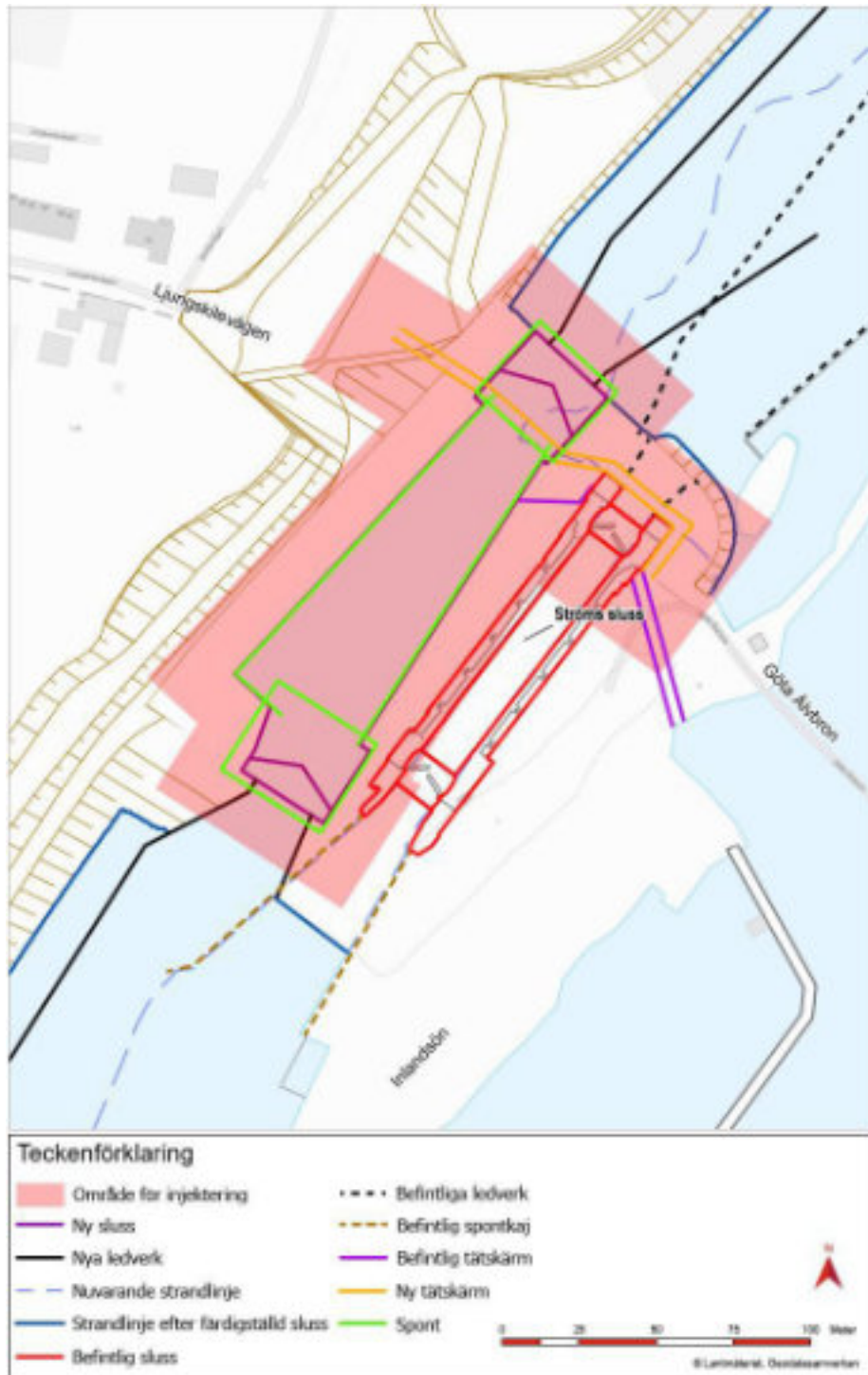
innebär generellt även mindre buller, vibrationer, och omgivningspåverkan, än andra alternativ.

Schakten planeras att utföras i relativ torrhet, vilket innebär att grundvattentrycknivån kontinuerligt sänks inom schaktgropen i samband med att schakten fortskrider mot djupare nivåer. Spontväggens tätande funktion tillsammans med injektering av jord och berg utförs för att minska inläckage av grund- och älvvatten till schakten, se Figur 85. Injektering utförs genom de rör som borras i marken för spont, pålar och stag, men även i separata injekteringshål. Förekomst av flacka vattenförande strukturer i berget innebär att även botten av schakten kommer att behöva tätas genom injektering (Figur 86). Injektering kommer att utföras dels som förinjektering, innan schaktning, men kan även komma att utföras som efterinjektering, efter schaktning. I båda fallen samordnas injektering och staginstallation. När schaktbotten nås anläggs en grusbädd varifrån inläckande grundvatten kontinuerligt länsställs. Därefter kan slussens dragstag och bottenplatta installeras och gjutas.

Schaktbotten ligger väsentligt under Göta älvs vattenyta. I ett scenario där schakten inte rimligen går att länsställa till följd av ett för stort inflöde av vatten, kan schakt- och gjutningsarbeten behöva bedrivas under vatten inom sponten. När schaktbotten nås installeras då dragstag och en så kallad tätkaka (tät bottenplatta) anläggs. Därefter kan vattnet pumpas ur schakten och den permanenta bottenplattan och övriga delar av slussen kan konstrueras i relativ torrhet. Om denna arbetsgång blir aktuell innebär det ett mindre påverkansområde med avseende på grundvattenspåverkan för omgivningen. Långtgående åtgärder kommer emellertid att vidtas för att denna arbetsgång ska undvikas då schakt och annat arbete under vatten förutom stora kostnader är förenade med särskilda risker för olyckor.



Figur 85. Injektion av spontfot i berg och injektions bakom spont för att reducera inflöde av grundvatten. Blå färg i figuren illustrerar hur injektionsmedlet för tätning kan injekteras runt spontrören (SSAB, 2022).



Figur 86. Område där injekteringsåtgärder bedöms behöva utföras för den nya slussen och tätskärm.

Arbetet delas upp i olika skeden i syfte att säkerställa de dämmande konstruktionernas ämnade funktion (se kapitel 7.6). Detta innebär exempelvis att fångdammen uppströms samt anslutande permanenta tätskärmar sannolikt kommer att uppföras innan schakten för slusskammaren påbörjas. Andra tillfälliga avstängningsanordningar exempelvis sättar, nålar och portar behöver troligen inte monteras så länge de temporära fångdammarna är kvar.

8.2.2 Bro över Strömsbäcken

Vägbro för byggtrafik över Strömsbäcken kommer att behövas under anläggningstiden. Den befintlig bro skick kommer att undersökas ytterligare och eventuellt förstärkas för att, om möjligt, kunna betjäna byggtrafiken i projektet för att därefter rivas. I annat fall behöver befintlig bro rivas initialt i projektet och en temporär bro anläggas.

Om en temporär bro blir nödvändig bedöms den inte behöva grundläggas i vatten. Grundläggning för bron planeras att göras med stålrörspålar vilka drivs ned till berg. Den temporära bron ska inte trafikeras av allmänheten och kommer att rivas efter anläggningsskedet.

8.2.3 Uppställning av byggkranar

Tunga kranar kommer att användas för arbetena kring slussen. Eftersom det förekommer jord med dålig bärighet behövs jordförstärkning på ytor intill den nordvästra sidan av slussen. Längs slussväggen planeras kranuppställning som grundläggs på en grundförstärkt betongkonstruktion.

Vidare kommer de kranuppställningsytor som förbereds för den framtida driften av slussen, exempelvis vid portlyft, även att nyttjas under anläggningstiden. Dessa ytor kommer sannolikt att kräva grundförstärkning genom pålning.

8.2.4 Temporära ledverk

För att leda fartyg förbi arbetsområdet under anläggningstiden och under den övergångstid då båda slussarna är i drift samtidigt, kommer temporära ledverk och förstärkningar av befintliga ledverk att behövas. Detta upprätthåller säkerheten för både personal och allmänheten genom att begränsa risken för och konsekvensen av olyckor orsakade av exempelvis påsegling av fartyg.

8.2.5 Ledningsomläggningar

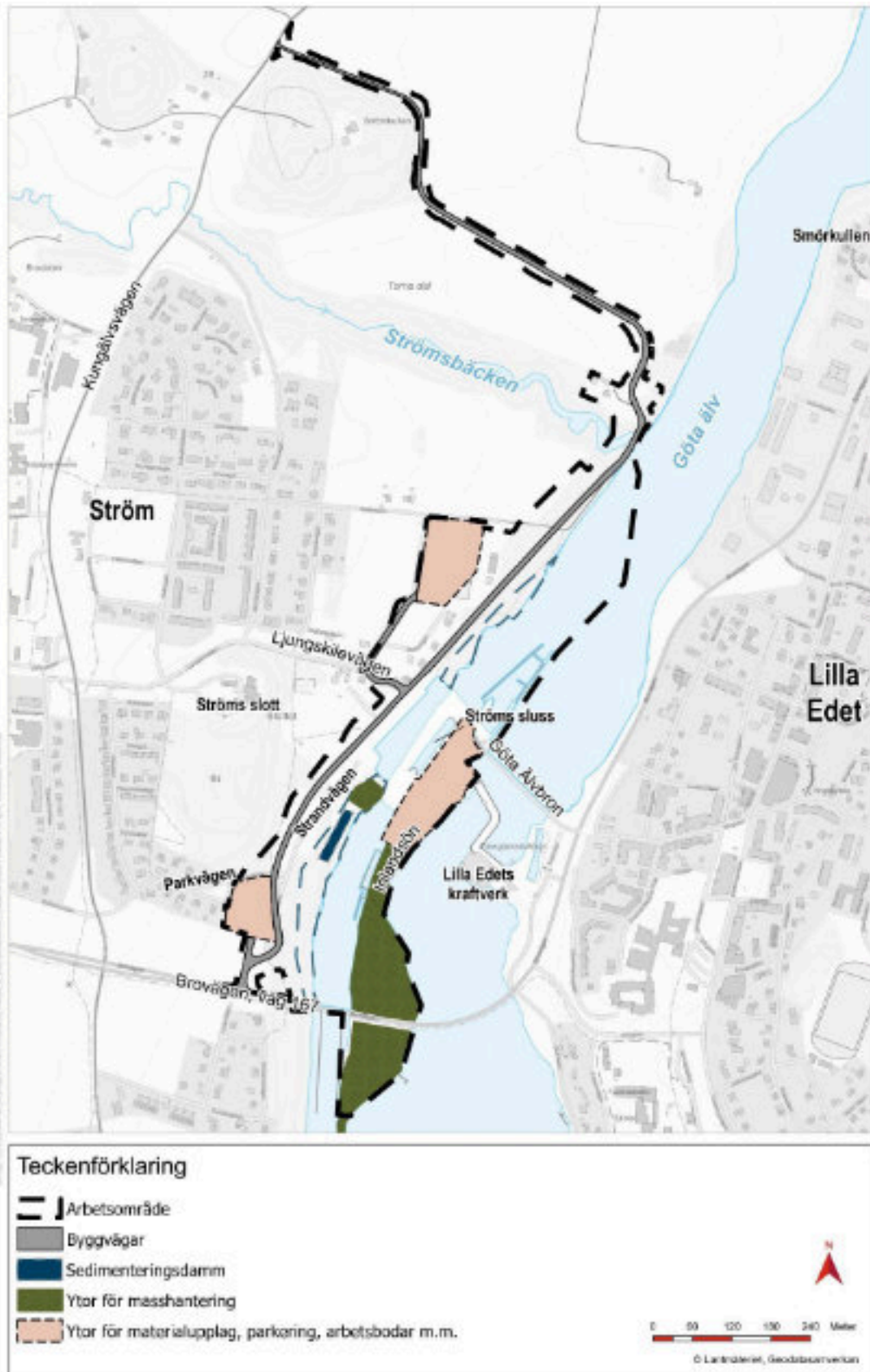
Ledningar som kräver tillfällig eller permanent omläggning under anläggningstiden är tryckavlopp inklusive två pumpstationer, vatten och dagvatten, samt el, elbelysning och optokablar. Brandvattenförsörjning bedöms kunna lösas från den vattendistributionsledning som finns på den västra sidan av farleden, samt genom förläggning av en tillfällig vattenledning till Inlandsön.

8.2.6 Upplagsytor och bodetablering

Uppställning av byggbodas och andra utrymmen för entreprenörer kommer att behövas under anläggningsskedet. Antagligen kommer bodarna att ställas upp så nära nya slussen som möjligt och/eller på ytor i närheten av den nuvarande fotbollsplanen vid Strömsvallen. Det kan bli aktuellt att dessa flyttas inom arbetsområdet under de olika skedena i anläggningsarbetet.

Upplagsytor för konstruktionsmaterial (exempelvis stålrör, armering, formmaterial etcetera) behövs så nära den nya slusskonstruktionen som möjligt. Ytor för bodetablering och materialupplag kommer troligen att behöva hårdgöras där marken utgörs av lera.

För arbetena kommer det att behövas ett tidsbegränsat upplag för avvattning av massor (kapitel 7.9) sydväst om den nya slussen (Figur 87), norr om den temporära sedimenteringsdammen (Figur 88).



Figur 87. Arbetsområde och preliminära områden för upplagsytor, sedimenteringsdamm och temporära byggvägar.

8.3 Trafik under anläggningstiden

8.3.1 Sjötrafik

Projektet ska verka för att minimera påverkan på sjöfarten under genomförandetiden. Utredningar visar att tillfällig avlysning av farled under cirka åtta timmar under dagtid ger låg negativ påverkan för sjöfarten samtidigt som arbeten i farleden kan bedrivas rationellt och säkert. Återkommande kortvariga avlysningar föreslås att i huvudsak tillämpas under perioden oktober till mars. Det bedöms vara en fördel om tidsfönster hålls konsekvent under samma tider på dygnet i syfte att skapa förutsägbara förutsättningar för handelsjöfarten. För vissa kritiska moment ses behov av att helt stänga av sjöfarten i upp till tre veckor varje år. Projektet kommer att bedrivas med olika intensitet under olika perioder av året, och förhållandena kommer därmed att vara varierande. I vilka skeden och under vilka perioder tillfällig avlysning av farled kan bli aktuell tas fram i kommande planering av anläggningsskedet och tillhörande riskanalyser. Frågan om sådan avlysning och avstängning kommer att kommuniceras och samrådats med berörda aktörer.

Huvuddelen av anläggningsarbetena utförs från land, men vissa arbeten utförs från sjösidan, exempelvis temporära och nya ledverk samt muddring i farleden. En generell bedömning är att dessa arbetsmoment inte är tidskritiska för projektet och därför kan utföras med något mindre maskiner främst under vinterperioden (oktober till mars). Arbetet kan utföras via en plattform/ponton med grävmaskin eller pålkran. Av arbetsmiljö- och stabilitetsskäl bör plattformen dock förankras i botten. Bredvid plattformen kan en pråm eller båt förtöjas. Pråmen lastas med muddermassor under dagen och bogseras till mottagare under natten, så att den är tillbaka på morgonen. Transport även under dagtid kan dock inte uteslutas. I huvudsak kommer arbetena i farleden att utgöras av en plattform och en pråm eller båt som i normalfallet står stationärt under dagtid.

8.3.2 Transporter

Omkring 550 000 m³ massor behöver transporteras bort från byggplatsen för extern mottagning och stora mängder material behöver även transporteras in till området. Detta kommer innebära ett stort behov av transporter främst via lastbilar men även på båt/pråm under flera år.

I uppstarten av anläggningsskedet behöver viss byggtrafik använda de befintliga, lokala vägarna, innan de temporära byggvägarna är anlagda. Trafiken bedöms under denna tid vara begränsad med endast några lastbilar per timme. Det är främst Ljungskilevägen och Parkvägen som berörs, men även andra vägar kan bli berörda i begränsad omfattning.

Att anlägga de temporära byggvägarna är ett av de första arbeten som kommer att utföras i anläggningsskedet. Förslag på byggvägarnas sträckning framgår av Figur 87. Den primära byggvägen ansluts i söder mot väg 167 strax väster om Lilla Edet-bron samt ansluter i norr till Kungälvsvägen (väg 2025). När byggvägarna har anlagts kommer byggtrafik att flyttas till dessa och belastningen på de befintliga lokala vägarna minskar. Byggvägarna kommer sedan vara de vägar som den tunga byggtrafiken främst använder.

Efter etableringsskedet kommer byggtrafiken att öka, men då främst på de anlagda byggvägarna. Cirka 100 lastbilstransporter om dagen bedöms komma att trafikera byggvägarna. Efter ungefär byggår tre kommer intensiteten att minska till ungefär hälften i genomsnitt. Vissa dagar, till exempel vid gjutarbeten, kommer vägen att ha lika mycket trafik som perioden innan, det vill säga cirka 100 lastbilstransporter om dagen. Vissa lastbilstransporter och personbilar kommer troligen även under denna period att använda de lokala befintliga vägarna.

Det totala antalet transporter med lastbil bedöms bli ungefär 50 000 fördelat över fyra till fem års tid. Majoriteten av transportererna genomförs på vardagar mellan cirka kl. 07:00-19:00. Längre arbetsdagar och även helgarbeten kan ibland behövas på grund av tidplanen då den befintliga slussens funktion måste säkerställas.

8.3.3 Gång- och cykeltrafik

Den planerade byggvägen korsar i söder en befintlig gång- och cykelväg med koppling till mellan väg 167 och Strandvägen. Kopplingen mellan Göta älvs västra strand via slussen till Göta älv-bron/Storgatan kommer att stängas av under tiden som den nya slussen byggs.

När byggvägen anläggs från väg 167 får gång- och cykelstråket från bostadsområdet väster om slussbygget dras väster om byggvägen söderut mot väg 167. En tänkbar lösning är att låta gång- och cykelbanan korsa byggvägen i plan, för att sedan passera under väg 167 (Lilla Edet-bron) längs den befintliga gång- och cykelbanan. Den exakta lösningen beslutas i samråd med Lilla Edets kommun.

Under anläggningstiden när passagen över slussen stängs blir gång- och cykelförbindelsen över Göta älv upp till cirka en kilometer längre än dagens förbindelse via slussen beroende på trafikanternas målpunkter.

9 Risker och säkerhet

9.1 Identifiering av risker och behov

Risker för olyckor och behov vid sådana måste identifieras för att kunna beakta i projekteringen. I detta ingår även att räddningstjänsten behöver kunna nå anläggningar och byggnader för att på ett effektivt sätt hantera olyckor och händelser.

Identifiering av risker samt de åtgärder som krävs för den planerade nya slussen med tillhörande anläggningar kopplat till olycksrisker och räddningstjänst har främst gjorts via erfarenheten av den befintliga slussverksamheten, omvärldsbevakning, fullskaleövningar, riktlinjer och handböcker samt genom samråd med kommunal räddningstjänst.

Risker kopplade till transport av farligt gods med fartyg genom den nya slussen i driftskedet bedöms inte innebära någon negativ förändring jämfört med dagens förhållanden. Risker bedöms kunna hanteras primärt organisatoriskt samt genom skyddsavstånd mellan slussanläggningen och den omgivande bebyggelsen utifrån genomförd riskbedömning (Trafikverket, 2024f).

9.1.1 Landväg

I driftskedet kommer det att finnas åtkomst med räddningstjänstens fordon via landvägen på båda sidor av den nya slussen. Därmed säkerställs framkomlighet för räddningstjänsten. Utformningen av planerade vägar och uppställningsplatser kring den nya slussen kommer att följa Räddningstjänsten Storgöteborgs råd och anvisningar nr. 110 (Räddningstjänsten Storgöteborg, 2017).

Under anläggningsskedet säkerställs framkomligheten för räddningstjänsten till upplagsplatser, etableringsytor och den nya slussens västra sida genom att räddningsfordon provisoriskt kan framföras på samma vägar som byggtrafiken.

9.1.2 Vattenväg

Iläggingsplatser för räddningstjänstens båtar eller annan räddningsresurs medför att en effektiv räddningsinsats kan utföras i slussen samt säkerställer tillgång till ytan mellan den befintliga och den nya slussen under anläggningsskedet. I Lilla Edet finns i dag befintliga iläggingsplatser som ger räddningstjänsten möjlighet att sjösätta båtar både uppströms och nedströms slussen på älvens östra sida, som inte berörs av arbetena. De befintliga iläggingsplatserna är fullt fungerande för räddningstjänstens behov och inga nya eller anpassningar av befintliga bedöms behövas för den nya slussen.

Området mellan ny och befintlig sluss kommer att vara svårtillgängligt för fordon under den period då båda slussarna är i drift under slutskedet av byggnationen. Vid en eventuell olycka hanteras framkomligheten till detta område med hjälp av räddningstjänstens båt via befintliga iläggingsplatser alternativt genom att räddningstjänstens personal nyttjar de reguljära gångpassagerna över slussportarna.

9.2 Utrustning och installationer för livräddning och brandsläckning

Utrustning för att utföra en första insats vid eventuell olycka ska finnas i anslutning till slussen under anläggnings- och driftskede. Detta gäller både utrustning för vattenlivräddning samt för brandsläckning enligt lag om skydd mot olyckor - SFS 2003:778 med ändring till SFS 2023:409. Sådan utrustning medför att en person som befinner sig i

slussen kan ta sig i säkerhet antingen på egen hand eller via hjälp från Sjöfartsverkets personal eller allmänheten om en olycka skulle inträffa.

Första insats kan genomföras av personer som befinner sig i området exempelvis Sjöfartsverkets personal eller allmänheten.

9.2.1 Kajstegar

För att en person som hamnat i vattnet på egen hand eller med hjälp ska kunna ta sig upp från slussen utrustas slussen med fasta kajstegar. Kajstegar placeras på båda sidor av slussen.

9.2.2 Livräddningsutrustning

För att säkerställa att en första insats ska kunna utföras om en person hamnat i vattnet ska slussen utrustas med utrustning för vattenlivräddning. Detta ska säkerställas för samtliga delar av slussanläggningen samt vid ledverk, spontkajer och bryggor som anläggs upp- och nedströms om slussen.

I slussanläggningen ska utrustning för vattenlivräddning bestå av livbojar utrustade med kastlina samt livräddningshakar. Utrustning som placeras upp- och nedströms ska även kompletteras med lösa eller fasta livräddningsstegar.

9.2.3 Utrustning för brandsläckning

För att kunna utföra en första insats vid brand i slussen utrustas slussen med brandsläckare samt fasta brandposter med slangrulle. Placering av brandpost med slangrulle görs då kastlängden, det vill säga det effektiva avståndet för en brandsläckare, inte är tillräckligt för att kunna utföra en effektiv släckinsats vid en brand. Exempelvis i en fritidsbåt som befinner sig en bit ut i slusskammaren eller om nivån i slussen befinner sig i sitt nedre läge. Denna utrustning ska placeras på båda sidor av slussen på ett sådant vis att en släckning kan utföras i samtliga delar av slusskammaren.

9.2.4 Brandvattenförsörjning

För att säkerställa räddningstjänstens tillgång till brandvatten vid en insats i slussen kommer markbrandposter kopplade till det kommunala vattenledningsnätet att installeras i anslutning till slussanläggningen. Dessa placeras på ett avstånd av högst 150 meter från räddningstjänstens angoringsytor på båda sidor om slussen. Markbrandposterna planeras att vara dimensionerade för ett vattenflöde på minst 1 200 liter/minut och ska vara utformade enligt P114 (Svenskt Vatten AB, 2020-11).

9.2.5 Räddningstjänstens insatsmöjligheter

Det kan även uppstå olyckor då slussen fastnat i ett nedre läge och slussportarna inte kan öppnas. Vid dessa tillfällen kan höjdskillnaden innebära ett hinder för räddningstjänsten. För att minska riskerna och öka effektiviteten vid en sådan händelse är avsikten att säkerhetsvajer eller likande säkerhetsanordning för Sjöfartsverkets personal förses med extra fästpunkter som klarar att hissa upp personer och som brandmän kan rappellera ifrån.

10 Skyddsåtgärder

10.1 Övergripande om skyddsåtgärder

Ett omfattande utredningsarbete har bedrivits i projektet för att hitta lösningar som sammanvägt tar hänsyn till olika krav och förutsättningar för projektet. Viktiga aspekter är att sjöfarten ska kunna fortgå och att begränsa markintrång och miljöpåverkan. Skyddsåtgärder vidtas för att minska miljöeffekterna och minska risken att skada eller olägenhet uppkommer. Skyddsåtgärder som föreslås i projektet beskrivs mer detaljerat i Bilaga C Miljökonsekvensbeskrivning.

Inför byggstart kommer kontrollprogram att upprättas för kontroll och uppföljning av verksamheten. De beskriver vilka kontroller som planeras att utföras samt när åtgärder ska vidtas. De kommer även att beskriva hur resultaten ska redovisas och kommuniceras med tillsynsmyndigheterna. Kontrollprogrammen syftar till att visa hur projektet avser att kontrollera att villkoren för verksamheten efterlevs och inga oacceptabla effekter och konsekvenser uppstår på miljön.

Det upprättas ett kontrollprogram för kontroll och uppföljning av markrörelser, rörelser i befintliga och nya anläggningar/konstruktioner, grundvatten- och portrycksnivåer samt vibrationer. Ett förslag till kontrollprogram för detta framgår av Bilaga F:1. Även ett kontrollprogram för miljö att upprättas. Ett förslag framgår av Bilaga F:2 och beskriver förslag till kontroll och uppföljning avseende buller, luftkvalitet, dag- och länshållningsvatten, ytvatten, kulturmiljö, naturmiljö samt föroreningar i jord, sediment och grundvatten. För att erhålla referensdata påbörjas vissa mätningar i god tid före byggstart.

Den sökta verksamheten avser att följa Trafikverkets generella miljökrav för inköp och entreprenader enligt ”Riktlinje för generella miljökrav i entreprenadupphandling” (Trafikverket, 2023b). Krav ställs bland annat på emissioner från fordon och arbetsmaskiner samt att entreprenören ska bedriva ett systematiskt miljöarbete med rutiner för risker, egenkontroll, hantering av avvikelser, beredskap med mera. Krav ställs dessutom på material, varor och kemiska produkter.

10.2 Reglering av tider

Som en skyddsåtgärd föreslås reglering under vilka tider som olika typer av arbetsmoment som huvudregel får eller inte får utföras. Detta bland annat för att minska olägenhet, bullerpåverkan på omgivningen och för att minska störning av naturvärden med mera. Det gäller exempelvis hänsyn till groddjur, fladdermöss, fåglar och vattenlevande organismer.

Huvuddelen av arbetet utförs dagtid på vardagar. Merparten av arbeten i vatten inkluderat muddring utförs under perioden oktober till mars för att minska risken för störningar på växt- och djurliv samt fritidsbåttrafiken. Avverkning av träd sker i perioden 1 oktober – 1 april.

10.3 Sedimenteringsdamm för rening av länsvatten

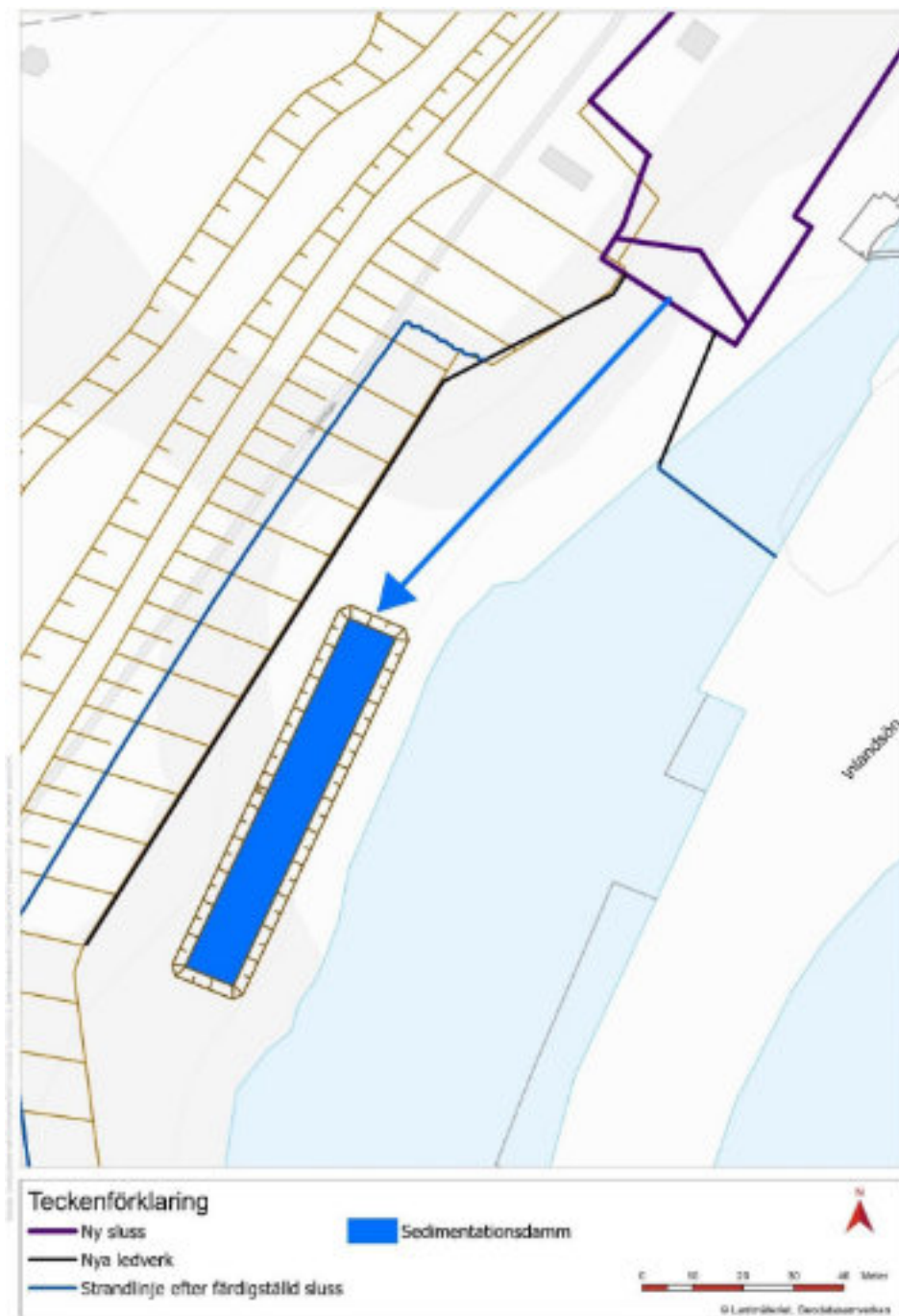
Det länsvatten som pumpas från schakten för den nya slussen och tillhörande fångdammar upp- och nedströms avses att renas i en sedimenteringsdamm (Figur 88).

Dammen utformas med en avlång form för att maximera reningskapacitet och en uppehållstid på drygt ett dygn vid maximalt flöde. Dammen ges en utjämningsvolym dimensionerat för ett två-årsregn för att även kunna ta emot nederbördsvatten och eventuellt processvatten. Den förses med oljeavskiljande funktion både avseende strypt

utlopp och bräddavlopp samt ha katastrofskydd (avstängningsventil) innan vattnet släpps ut i slusskanalen nedströms den befintliga slussen. I samband med cementinjektering och gjutning kommer vattnet vid behov att pH-neutraliseras. Skulle kemisk injektering vara aktuellt kommer eventuella rester och spill av injekteringskemikalier att samlas upp på tät duk eller liknande vid markytan och överförs till lämplig behållare för att sedan omhändertas externt.

Dammen ska anläggas i ett tidigt skede. Möjlighet finns att vid behov avvattna massor med avrinning mot dammen. Troligtvis är det främst blöta massor från schaktning av den nya slussen inom spont som blir aktuella att avvattna.

Flödet av länsvatten är beräknat till cirka 580 m³/dygn (400 l/min = 0,007 m³/s), vilket innebär mycket stor spädning i förhållande till Göta älvs flöde.



Figur 88. Förslag på placering och utformning av sedimenteringsdamm söder om den nya slusskammaren. Inlagd pil markerar riktningen på flödet från slusskammaren. Mellan sedimenteringsdammen och den nya slussen finns en plan yta under en period av anläggningsskedet som lämpar sig för avvattning av blöta massor vid behov.

10.4 Övriga anpassningar

Naturanpassade erosionsskydd planeras att anläggas där möjlighet och förutsättningar finns (Kapitel 7.7.5).

Den framtida belysningen över slussområdet bör anpassas till fladdermöss i den mån det är möjligt att förena med främst säkerhetshänsyn. Anpassning är särskilt kritisk under fladdermössens aktiva period, cirka april-oktober/november. Under den period när

fladdermössen är aktiva, cirka 1 april – 1 oktober, ska belysning över arbetsområden begränsas under dygnets mörka timmar.

Arbetsområdet exklusive delar av byggvägarna kommer att stängslas in för att minska risken för att obehöriga tar sig in i området. Anpassningar görs så att fritidsfisket på östra sidan av Inlandsjön kan fortgå under anläggningstiden.

Tillgängligheten värnas under anläggningstiden genom att gående och cyklister hänvisas till väg 167 och Lilla Edet-bron för passage över Göta älv. Säkerhets- och omledningsåtgärder vidtas i dialog med kommunen för att göra passagen väl fungerande och trygg.

10.5 Försiktighetsåtgärder

Hantering av petroleumprodukter och andra kemikalier kommer att vara utförligt reglerad i upphandlingen av utförare och kontrolleras enligt villkor och kontrollprogram. Kraven kommer att anpassas till vad som skulle ha gällt enligt skyddsföreskrifterna för vattenskyddsområdet vilket bland annat innebär att sekundärt skydd ska finnas. Tankning på land får endast genomföras på hårdgjorda, plana invallade områden med tät bottenyta. Beredskap för sanering på land och i vatten ska finnas vid de arbetskedan som ska särskild risk för saneringsbehov. Länsar ska finnas enkelt tillgängliga.

Inför start av entreprenaden kommer en riktad inventering av invasiva arter att genomföras inom arbetsområdet. Skyddsåtgärder för att minimera vidare spridning av invasiva arter kommer arbetas fram i det fortsatta arbetet med projektet.

Fornlämningar ska skyddas under anläggningsskedet, främst genom stängsling, men även andra skyddsåtgärder kan bli aktuella vilket regleras enligt kulturminneslagen (KML).

Samråd med länsstyrelsen ska genomföras avseende behov av tillstånd och åtgärder för att förhindra påverkan.

Utredning pågår i samråd med kommunen om möjlighet för flytt av 1916 års kanalkontor och slussvaktarbostad till Ströms slottspark. Den befintliga slussen, inklusive krypta, maskinrum och kanaler, dokumenteras innan igenfyllning.

Projektet kommer att tillämpa Naturvårdsverkets allmänna råd (2004:15) om buller från byggplatser och de riktvärden som anges i denna i den mån inte annat följer av särskilda villkor. Bullerreducerande åtgärder kan komma att krävas för att nå krav på ljudnivåer i omgivningen. Här finns många tekniska alternativ. Vilken typ av åtgärder som tillämpas, exempelvis i form av tystare utrustning/metoder samt lokala bullerskärmar vid de kraftigaste bullerkällorna eller arbetsmomenten, ska redovisas av i detalj inför de bulleralstrande arbeten.

I syfte att inte orsaka vibrationsrelaterade skador från byggarbetet ska fastigheter som ligger nära byggplatsen ha vibrationsmonitorering för att säkerställa att vibrationsnivåerna inte överskrider de riktvärden som finns framtagna i riskanalysen avseende markvibrationer och buller (Trafikverket, 2024g).

I samband med schaktarbeten och hantering av massor kommer åtgärder att vidtas för att minska grumling. Möjlighet finns att göra invallningar, anlägga diken och temporär damm (Kapitel 10.3.) samt att anlägga skärmbassänger innanför ledverk. En snabb återetablering av vegetation kommer att eftersträvas för att minska risken för erosion och grumling.

10.6 Återställning och kompensation

Planer för återställning och kompensation beskrivs nedan men presenteras mer utförligt i Bilaga C Miljökonsekvensbeskrivning. På den västra älvstranden planeras det för att skapa

både gångstråk samt skogs- och parkmiljöer. Strömsparken utformas i dialog med kommunen. Som kompensation för borttagen skog avser projektet återställa skogsmiljöerna intill älven genom plantering av framför allt lövträd tillsammans med ett inslag av ädellövträd och buskvegetation.

Ett nytt småvatten kommer att etableras som skyddsåtgärd och som ersättning för ett småvatten i form av en anlagd damm med lekande groddjur som kommer att försvinna i Ströms slottspark. Lokaliseringen och utformning av det nya småvattnet sker i dialog med Lilla Edets kommun. Det bedöms finnas goda möjligheter att anlägga ett sådant vatten inom slottsparken.

På södra delen av Inlandsön föreslås en landskapsmodellering för att förhöja upplevelsevärde. Åtgärderna på Inlandsön skapar en yta som senare kan vidareutvecklas som en park- och rekreationsmiljö.

Den temporära byggvägen i norr berör två diken och ett odlingsröse vilka utgör generella biotopskydd. Dessa kommer att flyttas och byggas upp med motsvarande funktion på annan plats inom betesmarken.

Vid anläggandet av byggvägarna planeras matjorden att läggas vid sidan av byggvägen för att sedan återföras när byggvägen avvecklas. Detta för att inte skapa markkompaktering i odlingsjorden.

10.7 Klimatanpassning

I PM Klimatanpassning (Bilaga C:18 till MKB): redogörs för de förutsättningar som ligger till grund för projektets klimatsäkring och klimatanpassning. Här nedan följer en sammanfattning.

Klimatanpassning av anläggningen sker enligt RCP8,5, som är det scenario för framtida klimatförändringar som Sjöfartsverket tillämpar (Sjöfartsverket, 2019). RCP8,5 är också det mest pessimistiska scenariot i IPCC:s utvärderingsrapport AR5 (IPCC, 2014).

Osäkerheterna i klimatförändringarna bortom år 2100 hanteras med säkerhetsmarginaler eller framtida påbyggnadsbarhet, med stöd av konsekvensbedömningar och kostnads/nyttanalyser. Följande förändringar som uppstår bedöms vara av vikt för framtida slussanläggning:

10.7.1 Flöden i älven

Flödet i Göta älv styrs i huvudsak av regleringen vid Vargön utifrån gällande tappningsstrategi och vattendom. De tydligaste förändringarna i Väneren och Göta älv i ett framtida klimat beräknas bli att antalet dagar med höga respektive låga flöden bedöms öka till följd av längre perioder av blöt respektive torr väderlek i Göta älvs avrinningsområde. Storleken på förändringarna varierar med årstiden. En tydlig förändring är att en större andel av nederbörden förväntas falla som regn i avrinningsområdet vintertid, vilket kan driva upp tillrinningen och därmed tappningen vintertid och påverka storleken av vårfloden (SMHI, 2017b).

Tappningskapaciteten utökas nu kraftigt i Lilla Edet av Vattenfall för att hantera den större tillrinningen i ett förändrat klimat. Lilla Edet utgör idag en flaskhals vilket gör att tappningskapaciteten i Vargön inte kan nyttjas till fullo innan utbyggnaden av kraftverksdammarna i Lilla Edet är klar (Ansökan om tillstånd till dammsäkerhetshöjande åtgärder vid Lilla Edets kraftverkt, 2019). Den nya slussanläggningen utgör en del av dammkonstruktionerna i Lilla Edet och faller därmed under RIDAS (Energiföretagen

Sverige, 2022). Slussanläggningen dimensioneras för flöden till och genom kraftverket med utgångspunkt i gällande domar och den säkerhetshöjande ökning av avbördningsförmågan vid Lilla Edet som nu genomförs av Vattenfall.

10.7.2 Skyfall

Skyfall inträffar nästan uteslutande under sommarhalvåret. De kan inträffa var som helst i landet och uppstår ofta utan eller med mycket kort förvarning. Detta skiljer skyfallsrelaterade översvämningar från andra översvämningar; avsaknad av förvarning och därmed också avsaknad av möjligheten att anordna temporära skyddsåtgärder. Dagvattenförande system är anpassade för vanligt återkommande regn, det vill säga regn med återkomsttider på i storleksordningen 2, 5 eller ibland ända upp till 30 år. De har dock inte dimensionerats för att hantera extrema regnhändelser. Vid stora skyfall sker den dominerande delen av avrinningen över markytan.

Skyfallen beräknas bli kraftigare i och med den pågående klimatförändringen. Den största skillnaden förväntas för nederbördstillfällena med korta varaktigheter som en timme, medan skillnaden för regn med flera timmars varaktighet inte förväntas bli fullt lika stor (SMHI, 2017a).

Skyfallspåverkan begränsar sig till mark och anläggningar på landsidan i slussens direkta närhet. Riskerna med skyfall kan förebyggas med en korrekt höjdsättning, säkerhetsmarginaler till kritiska komponenter och minimering av avrinningsområdet till slussområdet.

Dimensionering och höjdsättning sker enligt gällande regelverk och riktlinjer (Trafikverket, 2022), (Svenskt Vatten, 2011), (Svenskt Vatten, 2016) och (Länsstyrelsen, 2018). Det adderas en klimatfaktor enligt (SMHI, 2017a).

10.7.3 Grundvattennivåer

Framtida klimatförändring förväntas innebära att grundvattenbildningen kan ändras, både för enskilda år och som övergripande trend. Hur stor effekten kan bli är svårt att förutse, men Sveriges geologiska undersökning (SGU) har påbörjat ett arbete med att utföra modelleringar för att bedöma effekten för små grundvattenmagasin, såsom grundvattenmagasin i morän eller i kristallin berggrund (Hjerne, Retzner, Hellstrand, & Thunholm, 2024). SGU tittar framför allt på hur stor grundvattenbildningen blir i ett förändrat framtida klimat, hur långa perioder det kan bli med ingen eller mycket begränsad grundvattenbildning (av SGU benämnt grundvattentorka) samt hur fyllnadsgraden i grundvattenmagasinen kan variera.

För de små grundvattenmagasinen vid Lilla Edet visar resultatet av de utförda modelleringarna att det framför allt är under perioden 2071 – 2100 som förändringar kan förväntas. Resultatet tolkas som en sannolik minskning av den årliga potentiella grundvattenbildningen och att perioder med grundvattentorka, definierat som perioder med låg eller ingen nederbörd, förväntas öka. Fyllnadsgraden, betraktat som ett medelvärde för hela året, förväntas minska något. Osäkerheten i modelleringsresultaten innebär dock att det inte nödvändigtvis behöver bli en situation med minskad grundvattenbildning.

Vid den nya slussen har de hydrogeologiska undersökningar som utförts visat att kontakten är väldigt god mellan Göta älv och grundvattenmagasin i berg samt i morän. Detta innebär att grundvattennivåerna vid den västra stranden huvudsakligen styrs av vattennivån i älven. En minskad grundvattenbildning leder därmed inte till att grundvattentrycknivåerna sjunker vid läget för den nya slussen, eftersom vatten då kommer att ledas in till

grundvattenmagasinet från älven så att älven och grundvattentrycknivån har samma nivå. På motsvarande sätt kommer en ökning av grundvattenbildningen inte göra att grundvattentrycknivån stiger, eftersom grundvattnet kommer att läcka ut till älven tills grundvattentrycknivån är samma som nivån i älven.

Detta innebär även att eventuella förändringar i älvens vattennivå till följd av klimatförändringar kommer att påverka grundvattennivåerna vid den nya slussen. En höjning av havsnivån som fortplantar sig upp i Göta älv innebär att grundvattennivån nedströms den nya slussen höjs till samma nivå som älven höjs till. Detta inträffar både vid permanent höjning och vid kortvariga höjningar, exempelvis till följd av stormar.

En höjning av älvens vattennivå nedströms den nya slussen kan även medföra att tappningen sänks vid Lilla Edet till följd av gällande vattendomar. Detta kan vid extrema tillfällen med stor nederbörd uppströms Lilla Edet i älven och Vänerne leda till att älvens nivå höjs även uppströms den nya slussen, vilket gör att grundvattennivån höjs vid den västra älvstranden och höjs även uppströms den nya slussen.

10.7.4 Havsnivå

Höga havsvattenstånd inträffar i huvudsak under vinterhalvåret. Ingående komponenter i ett högvatten kan vara lågtryckspåverkan, vind, vattenpendling och vattenståndet innan högvattenhändelsen påbörjas. Toppen när amplituden är på sitt högsta har historiskt mätts upp till, i huvudsak, mellan någon timme och ett halvt dygn, med snabb stigning och sänkning innan och efter toppen. Hur kommande högvattenhändelser ser ut kan prognostiseras några dagar i förväg, men differentierar ofta några decimeter jämfört med vad som senare mäts upp.

Mätningarna av havsvattenstånd visar att den globala havsnivån stigit med ungefär två decimeter sedan början av 1900-talet och att hastigheten ökat markant de senaste årtiondena (SMHI, 2023a). Hur snabbt havet kommer att stiga fortsättningsvis beror på hur höga utsläpp av växthusgaser blir och de återkopplingsmekanismer utsläppen innebär. Med fortsatt höga utsläpp beräknas hastigheten havet stiger bli större. De två dominerande komponenterna i havsnivåhöjningen är värmeutvidgning (ett varmare hav tar större plats än ett kallare) och isavsmältning. Även med ett hastigt avslut av mänskligt orsakade växthusgasutsläpp beräknas havet fortsätta stiga under hela den planeringshorisont som tillämpas i projektet, det vill säga mer än 120 år. Så långt fram i tiden är osäkerheterna mycket stora. Återkopplingsmekanismer som tinande permafrost och förändrade havsströmmar gör osäkerheterna än större, men här ökar kunskapen och mängden data kontinuerligt.

Vattennivån i Lilla Edet är starkt påverkat av havet på nedströmssidan av slussen. Vattendomen sätter begränsningen att nivån nedströms dammen i Lilla Edet inte ska överstiga +2,16 meter nedströms slussen. Högre nivåer kan uppstå genom exempelvis en kombination av hög tappning och isdämning eller högt vattenstånd i havet. Det finns emellertid en reell risk att nivån överskrids kraftigt när havet stigit på grund av klimatförändringarna (SMHI, 2024b).

SMHI har utfört beräkningar av hur vattenståndet förändras i ett framtida klimat på sträckan från havet till Lilla Edet. De framräknade nivåerna överstiger den högsta tillåtna nivån enligt vattendomen. En sådan förändring blir emellertid inte dimensionerande för kraven på slussanläggningen.

10.7.5 Is

Perioderna med is blir kortare i ett framtida, varmare klimat. Antalet dagar per år med is i förväntas minska kraftigt till mitten av seklet till att bli i det närmaste isfritt i slutet av seklet (SMHI, 2017b).

10.7.6 Temperatur

För Sveriges del har det under den senaste 30-årsperioden blivit varmare under alla de fyra årstiderna. Den största temperaturökningen ses under vintern i norra Sverige och minst ökning under hösten. Temperaturen har dessutom ökat något mer under nätterna än under dagarna. Medeltemperaturen i Sverige förväntas fortsätta att öka. I slutet av seklet kommer årsmedeltemperaturen vara 2–6 °C högre än under perioden 1961–1990, beroende på hur mycket utsläppen av växthusgaser fortsätter. De allra största förändringarna handlar om att perioder med utbredd kyla blir kortare och mycket mildare. Under sommaren kan perioder med värmeböljor bli vanligare och mer intensiva. Temperaturen beräknas öka under alla årstider, men mest i norra Sverige på vintern. Vintern är också den årstid då variationen mellan enskilda år är som störst. Det betyder att vi även i framtiden kommer att uppleva vintrar som både är betydligt varmare och kallare än medelklimatet (SMHI, 2023c) (SMHI, 2023b).

Slussanläggningen anpassas till temperaturförändringen i ett framtida klimat. På så vis förebyggs temperaturrelaterade skador som sprickbildning och deformationer. En högre temperatur ökar också förutsättningarna för påväxt av vegetation och angrepp av svamp, mögel och skadeinsekter.

10.7.7 Vind

SMHI har analyserat hur vindklimatet över Sverige varierat historiskt. Huvudslutsatsen utifrån denna analys var att man inte kunde se någon statistiskt signifikant trend på vindens egenskaper i landet som helhet. Mildare och blötare vintrar förväntas bli vanligare i ett framtida klimat och även tjäleförhållandena förändras efterhand. Därmed kan risken för stormskador öka oavsett förändringar i vindklimatet (SMHI, 2023d).

11 Tider

Byggstart är planerad till våren 2027, och den nya slussanläggningen i Lilla Edet kan då vara driftsatt omkring år 2030. När den nya slussen tagits i drift planeras den befintliga slussen att stängas, vilket bedöms bli år 2031. Därefter följer dammsäkring och åtgärder för den framtida markanvändningen i området för den befintliga slussen.

Arbetena inleds med att etablera upplagsytor, installera inblandningspelare och anlägga byggvägar i söder och norr. Samtidigt vidtar arbeten med flytt av ledningar och schaktavlastning av den västra slänten.

Efter ungefär ett halvt år kan spontningsarbeten för den nya slussen påbörjas. Arbetena med stabilitetsförbättrande åtgärder i form av avschaktning i väster fortgår dock.

Spontningsarbetet för den nya slussen bedöms behöva starta så fort som möjligt för att konstruktionsarbetena av slussen ska kunna ta vid. Muddringsarbeten kan påbörjas samtidigt som konstruktionsarbetena pågår, men antagligen i projektets senare del.

Masshantering även på Inlandsön sker under denna period. Avslutningsvis besiktigas och provas den nya slussen och den justerade sträckningen av farleden markeras ut. Under en testperiod nyttjas både den nya och befintliga slussen för sjötrafik tills dess att den nya slussen anses fullt utprovad. Detta betyder att total tid för genomförandet blir minst 5 år.

Avslutningsvis genomförs avveckling och återställning av arbetsområdet såsom etableringsytor, byggvägar, utformning av parkytor och liknande samt fyllning och säkring av den befintliga slussen (Tabell 8).

Tabell 8. Uppskattad tidsomfattning för olika arbetsmoment.

Arbetsmoment	På land	I vatten	Period
Schakt av slänter, inblandningspelare	18–24 månader	1–5 månader	År 1–2
Borrning spont för den nya slussen	12–18 månader	1–5 månader	År 1–2
Schakt inom spont ny sluss, betongarbeten, injektering	12–18 månader	1–5 månader	År 1–2
Bergschakt inom spont	4–6 månader		År 2–3
Muddring ny farled	12–18 månader	5–7 månader	År 3–4
Anläggande av erosionsskydd		5–7 månader	År 3–5
Bergschakt i farled		3–6 månader	År 3–4
Borrning och pålning för ledverk samt rivning av befintliga		6–12 månader	År 3–5
Stängning dammsäkring befintlig sluss		6 månader	År 5
Anläggande av byggvägar och upplagsplatser	18–24 månader		År 1–2
Omläggning av ledningar	Mindre omfattning hela anläggningstiden	1–3 månader	År 1–5
Hantering av länshållningsvatten (och om relevant avvattning av massor)	42 månader		År 2–4
Avveckling och återställning av temporära konstruktioner	12 månader		År 4–5

12 Ord- och begreppslista

Arbetsområde - Den avgränsade geografiska yta inom vilken arbeten (inklusive temporära arbeten) sker, för att genomföra projektet.

Avvisarverk - Avvisande skydd för konstruktioner mot påsegling av båtar och fartyg utförda av trä, plast eller gummi.

Batymetri - Batymetri beskriver terrängens fysiska form under vatten och är motsvarigheten till topografi på land.

Bubbelridå - Vattenrörelse som skapas genom att komprimerad luft pressas ut ur en perforerad ledning och bildar bubblor. Används för att förhindra frysning eller för att utgöra barriär för is. Kan även användas som grumlingskydd eller bullerdämpning.

Dagvatten - Ytligt avrinnande flöden av exempelvis regnvatten, smältvatten och framträngande grundvatten som rinner av på markytan.

Djupgående - Ett fartygs djupgående är avståndet från vattenlinjen till den lägsta punkten på fartygets undersida. Maximalt djupgående är när fartyget är maximalt lastad. Djupgående anges i statiskt tillstånd, det vill säga när fartyget är stilla.

Dykdalb - En bottenfast anordning för att förtöja eller bära av, det vill säga styra av fartyg. En dykdalb består vanligtvis av en pålat fundament.

Dämmande konstruktion - En anläggning som används för att kontrollera eller hålla tillbaka vattenflöde i ett vattendrag.

Farled - En trafikled på sjön, det vill säga det vattenområden som sjöfarten använder för att navigera. Detta område avgränsas oftast av sjösäkerhetsanordningar (bojar, prickar etcetera.) och lämpar sig för djupgående större fartyg.

Fångdamm - En temporär konstruktion som används för att torrlägga ett område för att kunna utföra arbete i torrhet.

Geodetisk - Geodesi handlar om att bestämma jordens ytform och punkters läge på jordytan.

Glacis - En typ av erosionsskydd som utgörs av ordnade stenblock för att erhålla en slät yta.

Gravitationsmur - Typ av stödmur som hålls på plats endast av sin egetyngd.

Grundvatten - Det vatten som fyller porer och hålrum i jordlager eller i sprickor i berg och vars portryck är högre eller lika med atmosfärstrycket. Där grundvattnets portryck är lika med atmosfärstrycket återfinns grundvattenytan, även benämnd grundvattennivån.

Grundvattentrycknivå - Grundvattenmagasin som överlagras av ett tätare lager, exempelvis lera, kallas för slutna grundvattenmagasin. I ett slutet grundvattenmagasin befinner sig grundvatten ofta under tryck, och hade utan förekomsten av ett tätare lager haft en grundvattenyta som stått högre än vad det tätare lagret medger. Grundvattentrycknivå används här om den nivå som grundvattenytan varit på om det tätande lagret inte funnits.

Hejare - Kan exempelvis utgöras av frifallshejare eller hydraulisk hejare. En frifallshejare använder en tyngd som lyfts upp och släpps ner mot spont eller påle för att driva dem ned i marken. Hejaren kan lyftas med exempelvis tryckluft eller linor. En hydraulisk hejare slår med en högre frekvens med hjälp av en hydraulisk driven hammare.

Isutskov - Utskov för hantering av is i kanaldelar. Forslar is förbi slussen från övre till nedre nivå.

Inblandningspelare - Pelare av stabiliserad jord som tillverkas på plats genom att ett roterande blandningsverktyg trycks ned i den naturliga jorden och bindemedel matas ut och blandas in under omrörning av jordmassan. Utgörs ofta av en blandning av kalk och cement som bindemedlet men även andra blandningar förekommer. Bindemedlet härdar tillsammans med den inblandade jorden till en pelare. Pelarna samverkar med den omgivande jorden och jorden får förbättrade hållfasthetsegenskaper.

Injektering - Ett samlingsnamn för metoder som kan ha en tätande såväl som stabiliserande funktion. Injektering används exempelvis för tätning av jord, berg eller betong för att minska mängden vatten som kan tränga in.

Krönbalk - Här avses den betongbalk som gjuts på spontens topp.

Kärnborrhål - Borrhål ner i berg som utförs för att hämta upp en kärna, vilken utgör en cylinder av berget.

Ledverk - Ledverket består av en rad i botten nerslagna pålar som förbinds med varandra över vattenytan med en kraftig balk. Syftet är att förhindra att fartygen kör emot bropelare eller andra bärande element i farleder eller hamnar.

Länshållningsvatten - Samlande begrepp för vatten som pumpas bort för att hålla arbetsytan vattenfria under anläggningsskedet. Länshållningsvatten kan exempelvis bestå av dagvatten eller, inom exempelvis tätspont, inläckande vatten.

Marin rastplats - Hamn för tillfälligt besökande fritidsbåtar. En marin rastplats har inte krav att ge möjlighet till exempel toalett, dricksvatten, bränsle, vilket en gästhamn har.

MHQ - Medelvärde av varje års högsta vattenföring.

MLQ - Medelvärde av varje års lägsta vattenföring.

MQ - Medelvärde av varje års medelvattenföring.

Nål - Nålar är balkar monterade vertikalt kant i kant tvärs kanalen med stöd i tröskeln samt en stödbalk som monteras ovanför vattenytan för att tillfälligt stänga av kanalen. I kanalsidorna behövs spår i nischer som sidonålarna hakar fast i för stabilitet och tätning.

Omloppskanal - Samlingsbegrepp för tilllopps- och utloppskanal. Se respektive definitioner.

Permanent vänteläge - Permanent tilläggsplats för fartyg när de inväntar sin tur att gå in i slussen eller där de avvaktar broöppning. Vid ett permanent vänteläge kan andra fartyg passera, se även tillfälligt vänteläge. Vänteläge ska vara i form av ett ledverk med gångbrygga till land, och förses med pollare, gångdäck och fallskydd.

Pollare - Anordning på kaj för fastgöring av trossar och linor från fartyg.

Påverkansområde - Påverkansområde är det geografiska område inom vilket påverkan förväntas uppkomma. Inom ett projekt kan det finnas olika påverkansområden för olika aspekter, till exempel ett för grundvattensänkning och ett annat för grumling.

Returvattenströmmar - Strömmar som uppstår då ett fartyg går in i slussen och vattnet inne i slussen försar ut förbi och under fartyget.

Skyddsåtgärder - Åtgärder för att förebygga, hindra och motverka negativa miljöeffekter och miljökonsekvenser. Skyddsåtgärder är inte samma sak som kompensationsåtgärder.

Slussbotten - Nedre delen på slusskammare.

Slusshuvud - Är den konstruktion i slussens ändar som rymmer slussportar och luckor för vattentappning inklusive maskinerier, sättluckor etcetera.

Slussinfart - Avser ledverk/spontkaj närmast slusshuvuden vars funktion är att leda fartyg in i slussen.

Slusskaj - Bärande ytbelagda horisontella ytor av sten och betong som omger slusskammaren.

Slusskammare - Konstruktion, som innesluter den vattenvolym vars nivåreglering möjliggör slussning det vill säga passage av fartyg. Avser i detta fall utrymme mellan övre och nedre slusshuvud.

Slusslucka - Lucka belägen i omloppskanalerna som öppnas för att fylla eller tömma sluss.

Slussströskel - Den högst liggande konstruktionsdelen i slusshuvudets övre respektive nedre del vilken är gränssättande för djupgåendet för fartygstrafiken genom slussen.

Slussvägg - Sida på slusskammare.

Släntfot - Nedersta delen av en lutande markyta, slänt. Där slänt möter exempelvis farledsbotten eller en plan markyta.

Spont - En stödkonstruktion, ofta vertikalt nerdriven i marken, som håller tillbaka jordmassor exempelvis för att minimera det markintrång som motsvarande slänt skulle generera. Exempel på spontkonstruktioner: Stålspont, sekantpålevägg, borrad rörspont etc.

Stämpport - Port för att stänga av vattenflödet i t ex en kanal/sluss. Stämpporten är utformad som en stor dörr (port). Det är normalt två portar som, vid stängning, möter varandra i mitten av kanalen/slussen. De två portarna bildar i stängt läge en spets mot strömriktningen. På så sätt hjälper vattentrycket till att pressa portarna mot varandra vilket bidrar till att göra den tät. I fullt öppet läge fälls stämpporten in i en portkammare i slussväggen.

Strömbildare - Anordning som bildar vattenströmning ofta i syfte att minska isbildning.

Sätt - Sättar är balkar som kan monteras horisontellt tvärs kanalen vilka staplas ovanpå varandra med stöd i nischer i kanalsidorna för att tillfälligt stänga av kanalen.

Tillfälligt vänteläge - Tillfällig tilläggsplats för fartyg när de inväntar sin tur att gå in i slussen eller där de avvaktar broöppning. Vid ett temporärt vänteläge finns ej krav om att andra fartyg ska kunna få plats att passera. Vänteläge ska vara i form av ett ledverk med gångbrygga till land, och förses med pollare, gångdäck och infästning för fallskydd.

Tilloppskanal - Kanal för intag av vatten till slusskammare. Utgör en del av slusshuvud.

Tätkaka - Temporär betongplatta som gjuts under vatten i syfte att täta för att möjliggöra efterföljande länshållning av en schaktgrop.

Tätskärm - Barriär som installeras för att förhindra vatteninträngning i jord och berg. Kan utgöras av till exempel tätspont, fyllningsdamm, injektering eller kombinationer av dessa.

Tätspont - En typ av spont som används för att minska mängden vatten som kan tränga in.

Utløppskanal - Kanal för utsläpp av vatten från slusskammare. Utgör del av slusshuvud.

Ytvatten - Ytvatten är vatten i vattendrag, sjöar, hav och andra vattenområden. Med vattenområden avses ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd.

Verksamhetsområde - Ett geografiskt område där en viss verksamhet utförs. Gäller här specifikt för driften av slussen. Detta område kan se olika ut för driften av befintlig sluss innan anläggningskedet och under anläggningskedet. Ett nytt verksamhetsområde kommer att finnas för driften av den nya slussen.

Vänteläge - Kaj eller liknande avsett för förtöjning av fartyg i väntan på slussning.

Överkonsoliderad - Ett begrepp som används främst inom geoteknik och jordmekanik för att beskriva en jordarts historia av belastning och dess nuvarande tillstånd. När en jord är överkonsoliderad innebär det att den tidigare har varit utsatt för en högre belastning än den som den är utsatt för idag.

13 Referenser

- Ansökan om tillstånd till dammsäkerhethöjande åtgärder vid Lilla Edets kraftverk, M 4986-18 (Vänersborgs tingsrätt, mark och miljödomstolen den 16 12 2019).
- COWI. (2024). *PM Geoteknik. Fördjupad stabilitetsutredning Torna Dal, Lilla Edets kommun*. SGI - Delegationen för Göta älv.
- Energiföretagen Sverige. (2022). *RIDAS - Energiföretagens riktlinjer för dammsäkerhet*. Energiföretagen Sverige.
- Hjerne, C., Retzner, A., Hellstrand, E., & Thunholm, B. (2024). *Klimatmodellering av grundvatten - grundläggande analys. SGU-rapport 2024:04*. Sveriges geologiska undersökning.
- IEG. (2008). *Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar, Rapport 6:2008, Rev 1*.
- IEG. (2010). *Rapport 4:2010 Tillståndbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar*.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC.
- Länsstyrelsen. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall - stöd i fysisk planering*. Länsstyrelserna i Västra Götaland och Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Vattenfall. (2008). *En ändrad tappningsstrategi för Vänern - överenskommelse mellan Länsstyrelsen Västra Götaland och Vattenfall AB. Dnr 450-11125-2008*.
- Marin miljöanalys AB. (2021). *Sjömätning av Göta Älv och Nordre Älv*. SGI.
- McDonald, M., & Harbaugh, A. (1988). *A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model*. US Geological Survey.
- Naturvårdsverket. (2009). *Rapport 5976 - Riktvärden för förorenad mark - Modellbeskrivning och vägledning*.
- Omprövning avs. vattenståndet Lilla Edets kraftstation, M 2466-14 (Vänersborgs tingsrätt, Mark och miljödomstolen den 14 januari 2015).
- Ramböll. (2013). *PM Geoteknik Västra älvstranden, fördjupad utredning. Lilla Edets kommun, Norra delområdet*.
- Ramböll. (2015a). *PM Geoteknik Västra älvstranden, fördjupad utredning. Lilla Edets kommun, Komplettering Södra delområdet*.
- Ramböll. (2015b). *PM Geoteknik Västra älvstranden, fördjupad utredning. Lilla Edets kommun, Mellersta delområdet*.
- Räddningstjänsten Storgöteborg. (2017). *Råd och anvisning nr: 110 - Räddningstjänstens insatstid och förmåga*. Hämtat från

<https://www.rsgbg.se/globalassets/dokument/rad-och-anvisningar/rad-och-anvisningar-110---raddningstjanstens-insatstid-och-formaga.pdf> den 28 09 2017

- SGI. (2023). *SGI Vägledning 8, Utredning av släntstabilitet, utgåva 1*.
- Sjöfartsverket & Vattenfall AB. (den 17 01 1994). Skilsmässoavtal mellan Vattenfall AB och Sjöfartsverket. 1199-9425023; TKV-448/93-AL20A.
- Sjöfartsverket. (2013). *SJÖFS 2013:4, Sjöfartsverkets författningssamling*.
- Sjöfartsverket. (2019). *Sjöfartsverkets klimat- och sårbarhetsanalys 2019*. Norrköping: Sjöfartsverket.
- Sjöfartsverket. (2022). *PM Fartygstrafik och gods Trollhätte kanal. 22-02520*.
- SMHI. (2016). *Flödesdimensionering för Väner och Göta älv. Rapport Nr 2016-73*.
- SMHI. (2017a). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat, analyser av observationer och framtidsscenarioer*.
- SMHI. (2017b). *Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Väner, Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden*.
- SMHI. (den 22 06 2023a). *smhi.se*. Hämtat från Stigande hav: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/vattenstand-och-klimat/havet-stiger-1.103636>
- SMHI. (den 5 10 2023b). *Klimatindikator - temperatur*. Hämtat från smhi.se: <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-temperatur-1.2430>
- SMHI. (den 23 10 2023c). *Temperatur*. Hämtat från Klimatanpassning.se: <https://www.klimatanpassning.se/hur-klimatet-forandras/klimat-effekter/temperatur-1.146497>
- SMHI. (den 25 10 2023d). *Vind*. Hämtat från Klimatanpassning.se: <https://www.klimatanpassning.se/hur-klimatet-forandras/klimat-effekter/vind-1.21290>
- SMHI. (den 29 Mars 2024a). *Vattenwebb: modelldata per område*. Hämtat från <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>
- SMHI. (2024b). *Beräkningar av vattennivåer nedströms Lilla Edet*.
- SSAB. (2022). *SSAB RD-pilewall-design and installation manual*. Hämtat från SSAB: www.ssab.com/infra
- Svenska institutet för Standarder. (2005). *Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner - Del 1: Allmänna regler, SS-EN 1997-1:2005*.
- Svenskt Vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering*.
- Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.
- Svenskt Vatten AB. (2020-11). *P114 - Distribution av dricksvatten*.

- SWECO. (2016). *Fördjupad byggtknisk utredning Vänersjöfarten 2015-2016*. Sjöfartsverket.
- Trafikverket. (2013). *Trafikslagsövergripande stråkstudie och åtgärdsvalsanalys, Göta älv-Vänerstråket - Godsutredning och samhällsekonomisk analys, Sammanfattande slutrapport*.
- Trafikverket. (2017). *Vänersjöfart och slussar i Trollhätte kanal - Byggtkniska alternativ och samhällsekonomiska effekter*.
- Trafikverket. (2021). *Nya slussar i Trollhätte kanal, Lilla Edets kommun, Val av lokaliseringalternativ i Lilla Edet*.
- Trafikverket. (2022). *Avvattning, dimensionering och utformning*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2023a). *KRAV TRVINFRA-00230 Geokonstruktion, Dimensionering och utformning, Version 2.0*.
- Trafikverket. (2023b).
- Trafikverket. (2024a). *Prognos för godstransporter 2045 – Trafikverkets Basprognoser 2024. Rapport 2024:040*.
- Trafikverket. (2024b). *Slussar i Trollhätte kanal, Lilla Edet. PM Val av alternativ slussutformning*.
- Trafikverket. (2024c). *Slussar i Trollhätte kanal, Lilla Edet. PM Byggskede*.
- Trafikverket. (2024d). *Slussar i Trollhätte kanal, Lilla Edet. PM Ishantering*.
- Trafikverket. (2024e). *Slussar i Trollhätte kanal, Lilla Edet. PM Berg*.
- Trafikverket. (den 03 04 2024f). *Slussar i Trollhätte kanal, Lilla Edet. Riskbedömning farligt gods*.
- Trafikverket. (2024g). *Slussar i Trollhätte kanal, Lilla Edet. Förslag till kontrollprogram Rörelser, grundvatten och vibrationer*.
- Transportstyrelsen. (2019). *TSFS 2019:97. Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om sjötrafiken på Trollhätte kanal*.
- Vattenfall. (Maj 2024). *Lilla Edet faktablad*. Hämtat från powerplants.vattenfall.com: <https://powerplants.vattenfall.com/lilla-edet/>
- Vänerens reglering, A.M. 27/1925 (Västerbygdens vattendomstol den 19 juni 1937).
- Vänerens reglering, A.M. 65/1954 och S.M 8/1953 (Västerbygdens vattendomstol den 25 mars 1955).
- Vänersamarbetet. (den 13 Mars 2024). *Ny tappningsstrategi för Väneren*. Hämtat från <https://www.lakevanern.se/livet-vid-vanern/vanerradet/remiss-tappningsstrategi/>

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se