

Tillståndsansökan enligt miljöbalken (1998:808)

Teknisk beskrivning

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av slussar med mera i Trollhättans stad
Västra Götalands län

2025-10-24



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 4, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

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

Dokumenttitel: Teknisk beskrivning

Författare: WSP Sverige AB

Dokumentdatum: 2025-10-24

Ärendenummer: TRV2022/121065

Kontaktperson: Mikael Rintala, Trafikverket

Foto: WSP Sverige AB (om inget annat anges)

Illustration: WSP Sverige AB (om inget annat anges)

Innehåll

1.	Inledning	6
1.1.	Orientering och bakgrund	6
1.2.	Omfattning	8
2.	Höjd- och koordinatsystem.....	9
3.	Mark- och vattenförhållanden.....	10
3.1.	Översiktliga geologiska förhållanden	10
3.2.	Geotekniska förutsättningar	12
3.3.	Bergtekniska förutsättningar.....	15
3.4.	Hydrogeologiska förutsättningar	15
3.5.	Hydrologiska förutsättningar.....	18
4.	Andra tekniska förutsättningar	22
4.1.	Trafikförhållanden farled.....	22
4.2.	Trafikförhållanden land	22
4.3.	Påverkan från isgång	23
5.	Befintlig anläggning.....	26
5.1.	Bergkanalen	28
5.2.	Åkers sjö.....	31
5.3.	Sluss 2.....	31
5.4.	Höljan	35
5.5.	Slusstrappa.....	36
5.6.	Isfrihållningssystem, bräddavlopp och isutskov	38
5.7.	Ledverk.....	41
6.	Genomförande	43
6.1.	Justering av farled	43
6.2.	Ny slussled	44
6.3.	Övriga anläggningar i vattenområdet	53
6.4.	Ombyggnadspåverkan på nuvarande konstruktioner i Bergkanalen	62
6.5.	Bortledande av grundvatten	63
6.6.	Länshållningsvatten.....	70
6.7.	Byggmetoder och masshantering	71
6.8.	Tillfällig hamnverksamhet.....	78
6.9.	Övriga tillfälliga anläggningar	80
6.10.	Stängning av nuvarande slussanläggning	83
7.	Övriga anläggningar på land	85
7.1.	Byggnader	85
7.2.	Vägar och gång- och cykelstråk	85
7.3.	Broar	86
7.4.	Trafik under anläggningstiden	87
7.5.	Befintliga och tillkommande ledningar	88
7.6.	Hantering av kemiska produkter.....	89
8.	Risk och säkerhet	89
8.1.	Identifiering av risker och behov	89
8.2.	Utrustning och installationer för livräddning och brandsläckning	90

9.	Skyddsåtgärder	92
9.1.	Övergripande om skyddsåtgärder	92
9.2.	Reglering av tider	92
9.3.	Rening av länshållningsvatten	93
9.4.	Försiktighetsåtgärder	93
10.	Tider	95
11.	Ord- och begreppslista	96
12.	Referenser	101

Bilagor

B:1 Beräknings-PM Släntstabilitet, Ny sluss och farled

B:2 Beräknings-PM Sättningar inom påverkansområdet grundvatten

B:3 PM Erosionsskydd

B:4 PM Länshållningsvatten

B:5 PM Hydrogeologi

B:6 Ritningar

Landskapsarkitektur

Sammanfatt illustreringsplan, Driftskede – S.14+TK.N.A00-XDA.R.101

Sammanfatt illustreringsplan, Driftskede – S.14+TK.N.A00-XDA.R.102

Sammanfatt illustreringsplan, Driftskede – S.14+TK.N.A00-XDA.R.103

Sammanfatt illustreringsplan, Driftskede – S.14+TK.N.A00-XDA.R.156

Sammanfatt illustreringsplan, Driftskede – S.14+TK.N.A00-XDA.R.157

Sammanfatt illustreringsplan, Driftskede – S.14+TK.N.A00-XDA.R.158

Geoteknik

Tillfällig Hamn, Planskiss och sektionsskiss – S.14+TK.M.A00-AAA.R.002

Farled

Tvärsnitt Bergkanalen och Åkers sjö, Tvärsnitt A-A/L-L – S.14+TK.K.V00-XAA.R.201

Tvärsnitt Bergkanalen och Åkers sjö, Tvärsnitt M-M/T-T – S.14+TK.K.V00-XAA.R.202

Tvärsnitt Farled Slussområde Tvärsnitt A-A / C-C – S.14+TK.N.V00-XAA.R.201

Tvärsnitt Farled Trollhättan till Lilla Edet, Tvärsnitt A-A/F-F – S.14+TK.C.V00-XAA.R.201

Tvärsnitt Farled Trollhättan till Lilla Edet, Tvärsnitt G-G/K-K – S.14+TK.C.V00-XAA.R.202 – S.14+TK.C.V00-XAA.R.202

Översiktsritning, Bergkanalen, Farledens centrumlinje, Tvärsnitt farled –
S.14+TK.K.V00-VEE.R.101

Översiktsritning, Göta Älv, Farledens centrumlinje, tvärsnitt Farled –
S.14+TK.C.V00-VEE.R.101

Översiktsritning, Slussområde, Farledens centrumlinje, Tvärsnitt Farled –
S.14+TK.N.V00-VEE.R.101

Konstruktion

Längdsektion – slussled – S.14+TK.N.A01-BAA.R.001

1. Inledning

Denna tekniska beskrivning utgör en del av tillståndsansökan enligt miljöbalken (1998:808) för anläggande av Slussar i Trollhätte kanal i Trollhättan. Dokumentet beskriver förutsättningar, planerade åtgärder och genomförande av dessa i syfte att utgöra underlag för tillståndsprövningen. Till tillståndsansökan finns även en miljökonsekvensbeskrivning (Bilaga C till ansökan). Inför och i samband med upphandling av utförare och genomförande kommer mer detaljerade handlingar att tas fram.

Trollhättans slussområde är en miljö med höga kulturhistoriska värden. Området utgör riksintresse för kulturmiljövård. Stora delar av slussmiljön är skyddat som statligt byggnadsminne. Krav och rekommendation avseende kulturmiljö beskrivs i PM kulturmiljö (Trafikverket, 2025).

1.1. Orientering och bakgrund

Trollhätte kanal är en cirka 82 kilometer lång allmän farled mellan Vänersborg och Göteborg (Skandiahallen–Normansgrundet, nr 955) som går genom Göta älv mellan Vänern och Västerhavet (Sjöfartsverket, 2013), se Figur 1.

Farleden utgör ett utpekad riksintresse - kommunikationer och är viktig för godstrafiken i Vänerregionen och enligt Trafikverkets basprognoser förväntas godstrafiken i Trollhätte kanal att öka i framtiden (Trafikverket, 2024).

Nivåskillnaden mellan Vänern och Kattegatt i farleden på cirka 44 meter tas upp genom sex slussar: Brinkebergskulle sluss vid Vänersborg, en slussrappa med fyra slussar i Trollhättan (Trollhätte slussar) och Ströms sluss i Lilla Edet. Cirka tio kilometer av farleden är grävd och sprängd, medan resterande sträckor går genom Göta älv.

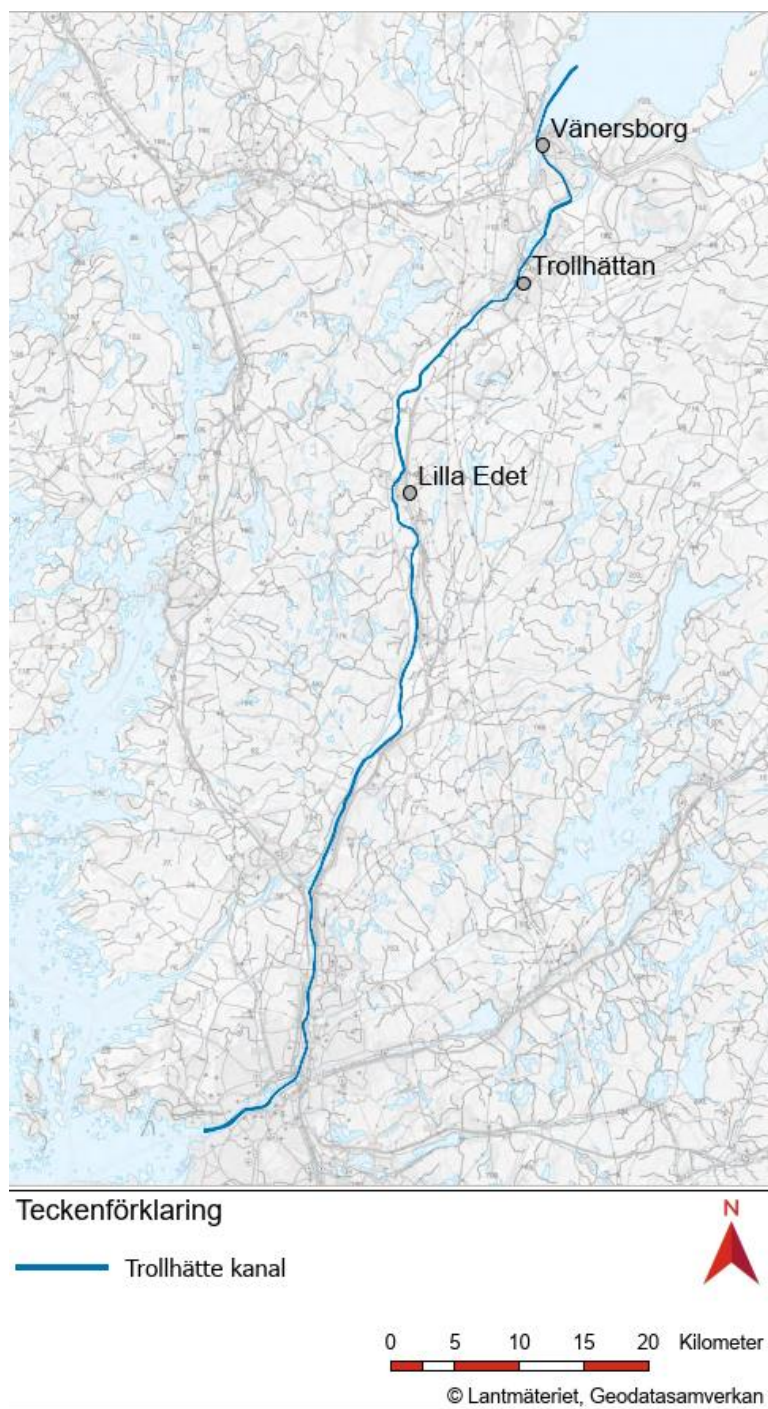
De nuvarande slussarna i Trollhätte kanal är drygt 100 år gamla och närmar sig slutet av sin tekniska livslängd trots fortlöpande renoveringsinsatser, vilket innebär att deras funktion på sikt inte kan upprätthållas genom underhåll och därför måste bytas ut. En av förutsättningarna för projektet är att sjötrafiken måste kunna pågå under hela den fleråriga byggtiden med endast mindre störningar under korta perioder. Nybyggnad av sluss i befintligt läge är därför inte ett möjligt alternativ.

Farleden är viktig för godstrafiken i Vänerregionen, inte minst för exportindustrin runt Vänern. Cirka 1 100 fraktfartyg passerar årligen genom Göta älv med sammanlagt cirka två miljoner ton gods. Utöver handelssjöfarten trafikerar även cirka 2 500 fritidsbåtar slussleden årligen.

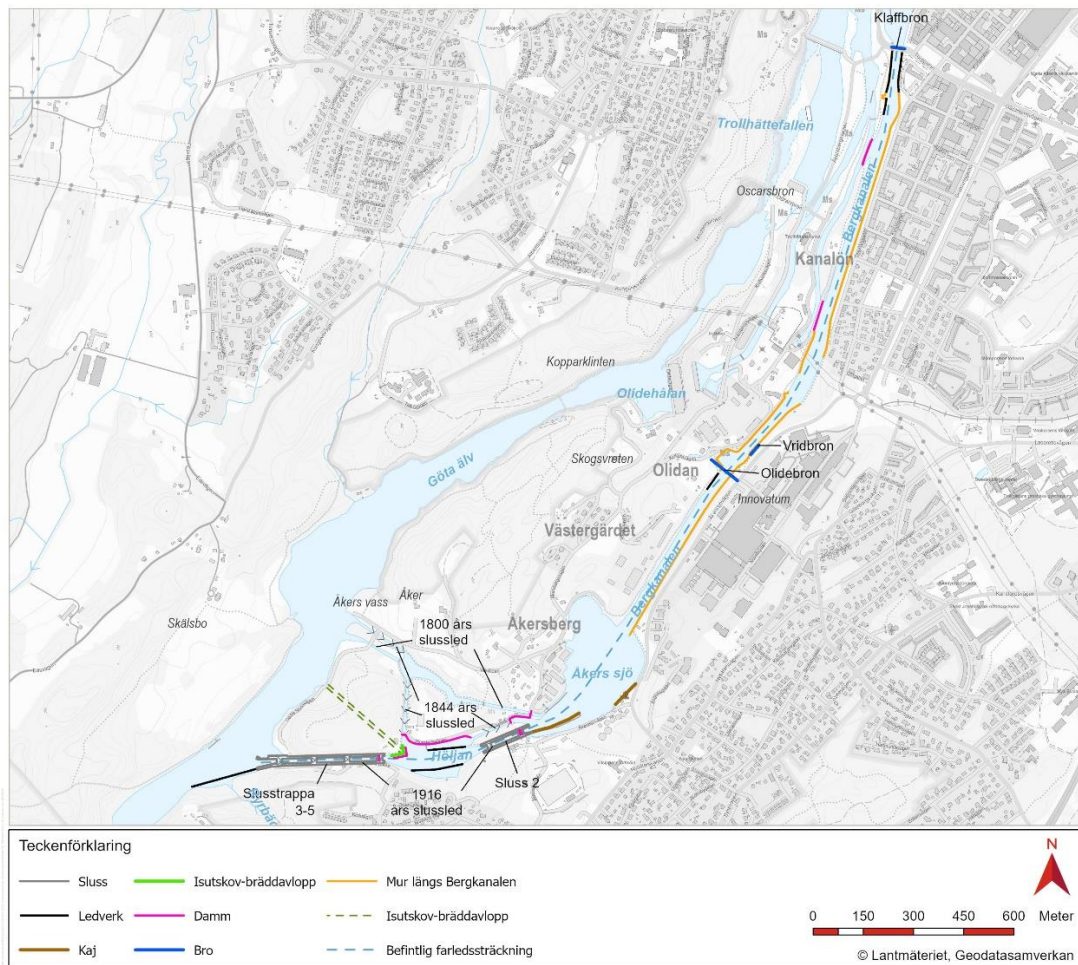
Sjöfarten utgör en viktig del i det övergripande arbetet med att åstadkomma ett långsiktigt hållbart transportsystem, begränsa belastningen på väg- och järnvägsnäten samt för att uppnå nationella miljömål. Slussarnas funktion i farleden är avgörande för att säkra den framtida handelssjöfarten (Trafikverket, 2013).

Syftet med den planerade verksamheten vid Trollhättan kanal, liksom för hela projektet, är att säkra Vänersjöfartens framtid, och därmed skapa förutsättningar för en framtida utveckling av sjöfarten i Göta älv - Vänerstråket. Det medför också att fritidssjöfart och turism längs Göta älv och vidare i Göta kanal kan fortgå och utvecklas.

Den nya slussen anläggs i nytt läge nordost om den befintliga slussen. Befintlig slussanläggning framgår av Figur 2.



Figur 1. Översiktskarta Trollhätte kanal.



Figur 2. Orienteringskarta över nuvarande slussanläggning i Trollhättan.

1.2. Omfattning

Den nuvarande anläggningen består av fyra slussar och den nya kommer att bestå av tre. Den nya slussleden kommer att bestå av en triangelsluss, den mellanliggande Slusskanalen, och två raka slussar. I triangelslussen kan fartygen vridas till en ny vinkel under slussningen för att minimera farledsbredden, vilket annars skulle kräva en längre sträcka för att navigera in eller ut från det översta slussteget. Slussleden anläggs i bergschakt från Olidanbassängen i Bergkanalen vidare genom Älvrummets naturreservat och ansluter till Göta älv. För att ansluta farleden i Göta älv till den nya slussleden behöver farledsträckan i Göta älv förlängas något norrut.

De nya slussarna byggs med större dimensioner än de nuvarande slussarna för att möjliggöra trafik med större fartyg än idag. Men det kommer inte att vara möjligt att trafikera farleden med större fartyg än idag utan att andra åtgärder i andra delar av älven genomförs, vilket inte kommer att utföras inom ramen för det här projektet. Projektet medför därför inte någon utökning av fartygstrafiken eller större fartygsstorlekar.

I projektet ingår även nya ledverk, väntelägen och tillfällig hamn.

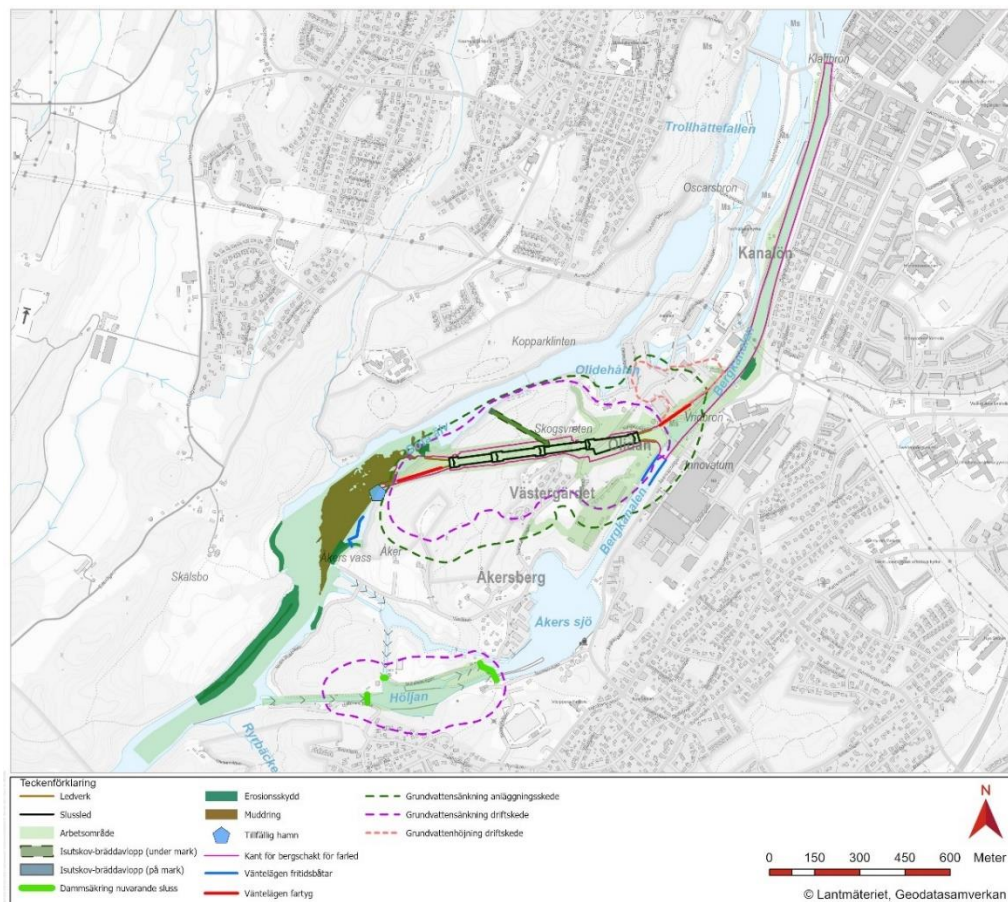
Efter färdigställandet av de nya slussarna och tillhörande konstruktioner kommer de nuvarande slussarna att stängas. Dämmande konstruktioner säkras och konstruktioner som inte längre ska användas, exempelvis vissa ledverk och de nuvarande slussarna, avvecklas. Nuvarande slussar är skyddade inom det statliga byggnadsminnet. Hur de befintliga

slussarna kommer att hanteras efter avveckling kommer att beslutas efter vidare utredning. Alternativ för hantering beskrivs vidare i miljökonsekvensbeskrivningen.

Justerad farledssträckning muddras i anslutning till de nya slussarna, kringliggande anläggningar kopplat till sjötrafiken anpassas till den nya anläggningen och längs farleden anläggs erosionsskydd för att skydda mot påverkan från fartyg.

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

Den nya slussanläggningen framgår av Bilaga B:6. Av Figur 3 framgår en översiktlig figur av de arbetsområden och påverkansområde inom vilka arbetet kommer att bedrivas under anläggningsskedet.



Figur 3. Karta över arbetsområde och påverkansområde.

2. Höjd- och koordinatsystem

I Trollhättan slussprojekt används följande geodetiska referenssystem:

- Referenssystem i plan SWEREF 99 12 00
- Höjdsystem RH2000

Omräkning från RH2000 till övriga höjdsystem görs enligt nedan för Trollhättan:

- $RH2000 = RH00 + 0,297 \text{ m}$
- $RH2000 = RH70 + 0,179 \text{ m}$

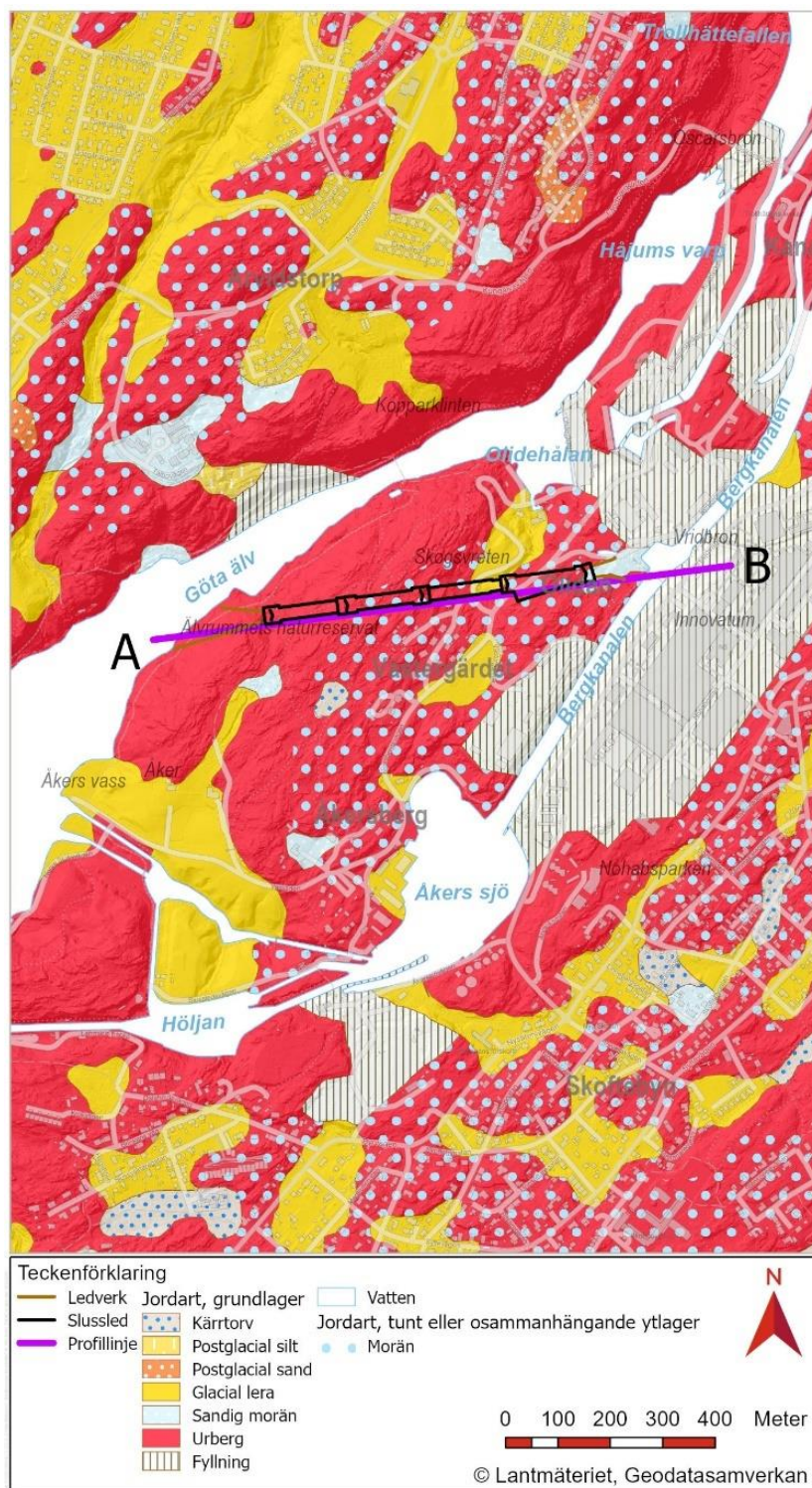
3. Mark- och vattenförhållanden

3.1. Översiktliga geologiska förhållanden

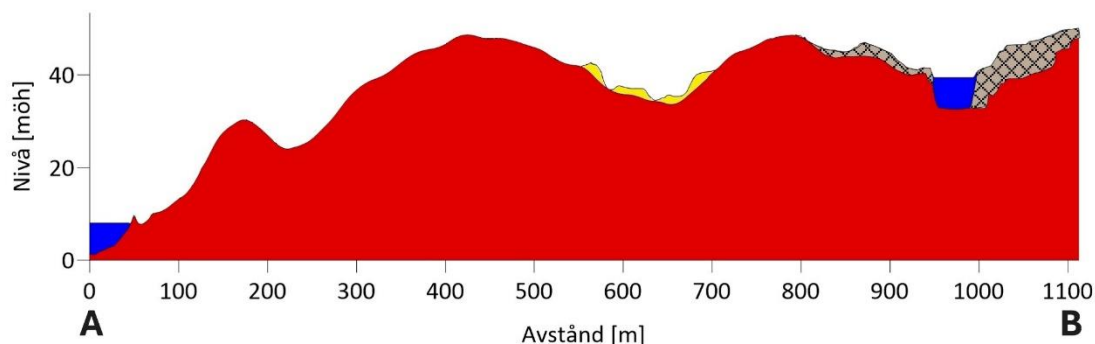
Berggrunden i området för planerad slussled och justerad farled utgörs huvudsakligen av kristallint urberg.

Jordlagren är generellt tunna och eller saknas helt, se Figur 4. De tunnare jordlagren utgörs huvudsakligen av morän. Tjockare jordlager med silt och lera ovanpå moränen återfinns vid Skogsvreten, Västergärdet, Åkersberg och Åker. Invid Bergkanalen norr och söder om Olidan återfinns fyllningsmassor.

En konceptuell geologisk tvärsektion längs profillinje A-B i Figur 4 presenteras i Figur 5.



Figur 4. SGU jordartskarta. Profillinje A-B illustrerar sträckning för konceptuell geologisk tvärsnitt, se figur 5.



Figur 5. Konceptuell geologisk tvärsektion med översiktligt tolkad jordlager- och bergprofil längs profilinje A-B enligt figur 4. Gul färg = lera, röd färg = berg, mörkblå färg = ytvatten, rutnät = fyllningsmassor.

3.2. Geotekniska förutsättningar

Nedan ges en översiktlig beskrivning av de geotekniska förhållandena längs Bergkanalen, vid planerad ny slussled samt i området kring planerad ny farled i Göta älv. En mer detaljerad beskrivning av geotekniska förhållanden och stabilitetsförhållanden ges i "Beräknings-PM-Stabilitet, Ny sluss och farled" (Bilaga B:1).

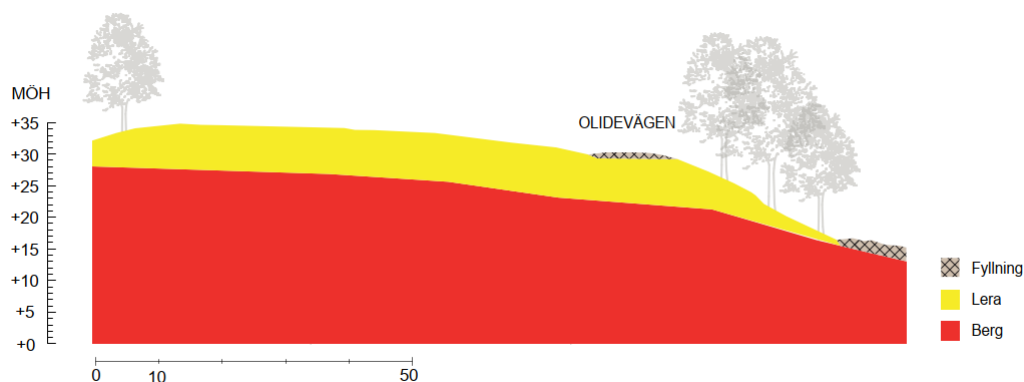
3.2.1. Bergkanalen

Jordlagerföljden inom området kring den befintliga Bergkanalen utgörs generellt av berg i dagen eller fyllning som vilar på berg. Lokalt förekommer områden med naturliga jordlager så som torrskorpelera, silt, sand, lera och gyttja. Jorddjupet varierar längs Bergkanalen mellan några decimeter upp till ca 12 meter. Fyllningens sammansättning varierar över området och den består av block, sten, grus, sand, torrskorpelera, lera och silt. I fyllningen förekommer även mulljord, rester av asfalt, betong, tegel, växter och trä. Bergkanalen har sprängd bergbotten utan jordlager eller bottensediment.

3.2.2. Ny slussled

Området för planerad ny slussled mellan Bergkanalen och Göta älv domineras av berg i dagen och berg med ett tunt moräntäcke, generellt med en jordmäktighet upp till några meter. I öst närmast Bergkanalen återfinns ett område med fyllning bestående av sand och lera med en mäktighet på cirka 1 till 3 meter.

Norr om planerad ny slussled, vid Olidevägen, finns ett område där jorden i huvudsak består av lera med slänter mot Olidanbassängen i nordost och mot en ravin i sydost. I väster avgränsas lerområdet av högre liggande bergspartier. Jorden utgörs av siltig lera och silt som vilar på berg. Jorddjupet i lerområdet är som mest cirka 8 meter. Närmast markytan utgörs marken av ett tunnare lager av torrskorpesilt och -lera. Leran inom området klassificeras som högsensitiv, dock inte som kvicklera. Lerans odränerade skjuvhållfasthet klassificeras som låg till mycket låg. Vid slänkfoten närmast Olidanbassängen, utgörs jordlagren av fyllning med block, grus och sand. En typsektion genom lerområdet vid Olidevägen visas i Figur 6.



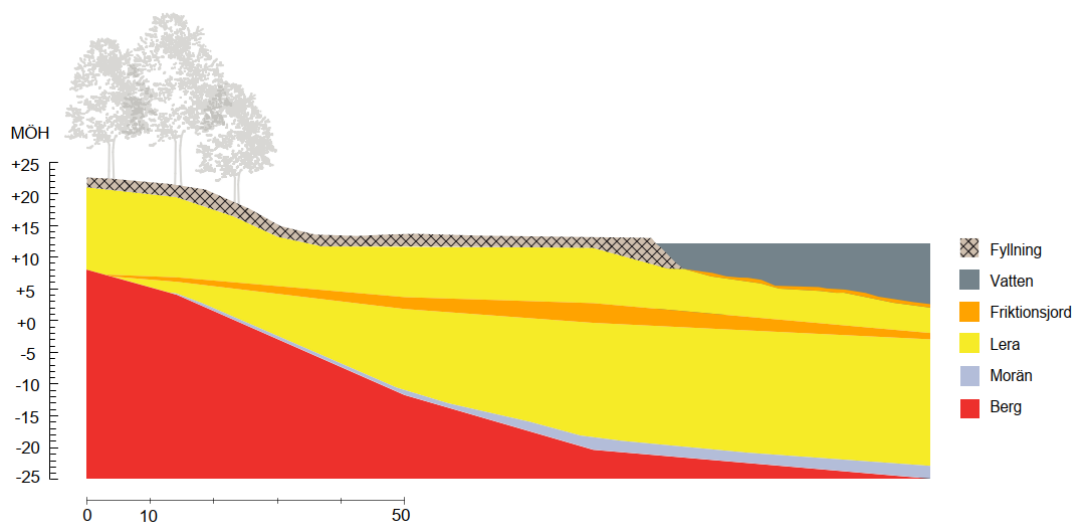
Figur 6. Typsektion genom lerområdet vid Olidevägen. Höger i figuren motsvarar nordväst.

3.2.3. Skälsbo och Åkers vass

Längs planerad ny sträckning av farleden i Göta älv utgörs marken kring älven delvis av ytligt berg och delvis av lermark. Områden med lera finns vid Skälsbo på älvens västra sida samt vid Åkers vass på älvens östra sida.

Vid Skälsbo har leran en mäktighet mellan 1 och 22 meter. Marken utgörs även ställvis av silt med en tjocklek som mest på cirka 2 meter. Närmast markytan utgörs leran av ett lager på cirka 2 till 5 meter av torrskorpelera. Leran underlagras av friktionsjord av varierande mäktighet som vilar på berg. Leran inom området klassas som mellansensitiv till högsensitiv och ställvis kvick.

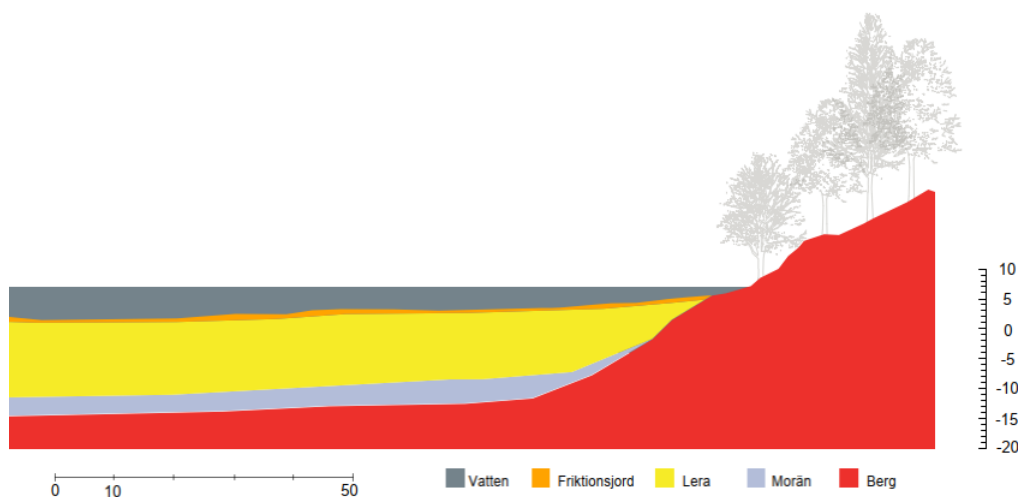
På den östra sidan av Göta älv, vid Åkers vass, utgörs jordlagerföljden generellt av fyllning eller torrskorpelera ovan lera som vilar på friktionsjord på berg. Fyllningen utgörs omväxlande av sand, lera och silt. Även sten och block bedöms förekomma i fyllningen. Leran har en mäktighet på upp till cirka 25 meter och det totala jorddjupet inom området uppgår till som mest cirka 35 meter. Lerans sensitivitet är hög och den klassificeras till stora delar som kvicklera. Den odränerade skjuvhållfastheten klassificeras som låg till medium. Vid cirka 10 meter djup finns inom delar av området ett cirka 2–3 meter tjockt lager friktionsjord i leran. För att hindra erosion i strandzonen har ett erosionsskydd i form av krossmaterial lagts ut norr och söder om de gamla slussarna. Åldern på detta erosionsskydd är okänd och det bedöms vara i relativt dåligt skick. En typsektion för området vid Åkers vass visas i Figur 7.



Figur 7. Typsektion vid Åkers vass. Höger i figuren motsvarar nordväst.

3.2.4. Göta älv

Jordlagerföljden under älvens botten består generellt överst av ett cirka 0,5–1 meter tjockt lager friktionsmaterial, bestående av grus och sand, som underlagras av lera. Ställvis består botten av lera och på några platser finns ytligt berg. Ett lokalt område med bedömt fyllningsmaterial som delvis utgörs av sten och block återfinns i västra delen av älven. I detta område uppgår fyllningstjockleken till som mest cirka 4–5 meter. Närmast infarten till planerad ny sluss består älvbotten av berg. En typsektion för området uppströms Åkers vass visas i Figur 8.



Figur 8. Typsektion Göta älv, uppströms Åkersvass. Vänster i figuren motsvarar nordväst.

3.2.5. Befintliga stabilitetsförhållanden

I och med projektet Slussar i Trollhätte kanal har befintlig stabilitet kontrollerats för förekommande jordslänter inom och i anslutning till den justerade farleden, slussleden och Bergkanalen.

Längs Bergkanalen förekommer slänter med otillfredsställande stabilitet inom lokala områden med lera och/eller friktionsjord. För slanten från Olidevägen ner mot Olidanbassängen är beräknad säkerhet mot skred för befintliga förhållanden marginellt lägre än gällande krav.

För området vid Skälsbo genomförde COWI en fördjupad stabilitetsutredning på uppdrag av Statens geotekniska institut (SGI) som färdigställdes 2021 (COWI, 2021).

Utredningsområdet är beläget på västra sidan om Göta älv, mellan väg 2025 (Edsvägen) och älven. Utredningen visade att det krävs stabilitetsförbättrande åtgärder längs älvkanten i form av avschaktning inom södra delen av området samt en tryckbank och erosionsskydd i norr. Utredning av de stabilitetsförbättrande åtgärdernas utformning pågår.

Utformning av de stabilitetsförbättrande åtgärderna utreds för närvarande i detalj av Trollhättans stad. I det arbetet har identifierats ett behov av att anlägga en mindre tryckbank i den södra delen. Syftet med tryckbanken i den södra delen är att minska omfattningen av avschaktningen, som föreslagits i den fördjupade stabilitetsutredningen (COWI, 2021).

Vid Åkers vass, på den östra sidan av Göta älv, har slänten norr om 1800- och 1844-års slussar utretts i SGI:s regeringsuppdrag Göta älvutredningen (GÄU) år 2011. Vidare har en översiktlig utredning av stabilitetsförhållandena för kajmurarna vid Åkers vass utförts av Norconsult på uppdrag av Sjöfartsverket år 2016. Av de utförda utredningarna framgår att de befintliga kajmurarna i området är i dåligt skick och att säkerheten mot skred är otillfredsställande för området närmast kajmurarna samt lokalt vid älvkanten norr om de gamla slussarna.

3.2.6. Sättningsförhållanden

Jorden inom området kring Bergkanalen och ny planerad slussled bedöms generellt inte vara sättningskänslig. I förekommande lerområden är leran generellt överkonsoliderad och tål därmed viss ökad belastning utan att större sättningar uppstår. Risker för sättningar hos befintliga byggnader till följd av grundvattensänkningar bedöms generellt vara liten och beskrivs mer ingående i ”Beräknings-PM Sättningar inom påverkansområdet grundvatten”, se Bilaga B:2.

3.3. Bergtekniska förutsättningar

För utredningen av berget har kärnbörning och borrhålsundersökningar utförts inom projekteringsområdet för slussleden för att undersöka bergets förekommande sprickors fysiska egenskaper och vattenförande egenskaper. Hällkartering har utförts samt refraktionsseismiska undersökningar i sluss- och farledsområde för att erhålla en indikation på djup till berg och förekomst av eventuella svaghetszoner.

Enligt utförda undersökningar utgörs berggrunden huvudsakligen av granit, gnejsig granit och gnejsig granodiorit. Det förekommer även ett fåtal sektioner i borrhålen bestående av tonalit och granodiorit. Kornstorleken är huvudsakligen medelkornig, och färgen varierar mellan rosa, grå och vit. Dessa bergarter genomkorsas av gångar av amfibolit och pegmatit.

Med underlag från utförda hällkarteringar och kärnbörningar har fyra dominerade sprickgrupper identifierats samt ett antal slumpvisa sprickor. Dessa har orienteringen, angiven med strykning (enligt högerhandsregeln) och stupning; sprickgrupp 1: 209/42° (foliationsparallell), sprickgrupp 2: 266/09°, sprickgrupp 3: 297/89°, sprickgrupp 4: 262/80°.

Bergtekniska analyser har utförts på både borrhämnor och material från hållar. Provningsen visar att bergmaterialet har flera användningsområden inom anläggningsbyggande så som bland annat bär- och förstärkningslager i vägkonstruktioner. Analyser på svavel visar låga halter. Det finns därav inga särskilda restriktioner avseende hantering av bergmassorna avseende försurningsrisk.

3.4. Hydrogeologiska förutsättningar

Nedan ges en översiktlig beskrivning av de hydrogeologiska förhållandena längs Bergkanalen och vid planerad ny slussled. En mer detaljerad beskrivning av de hydrogeologiska förutsättningarna redovisas i sin helhet i PM Hydrogeologi, Bilaga B:5.

Grundvatten förekommer huvudsakligen i det kristallina bergets sprickor, där det bedöms utgöra ett mer eller mindre sammanhängande grundvattenmagasin. Jordlagren är generellt tunna och det bedöms förekomma grundvatten i jordlager i huvudsakligen lägre liggande terräng.

För den norra delen av Bergkanalen är jordlagren längs den västra sidan generellt väldigt tunna och saknar huvudsakligen grundvatten. Längre söderut återfinns tjockare jordlager med fyllning ovanpå. Här bedöms grundvatten förekomma i jordlagren.

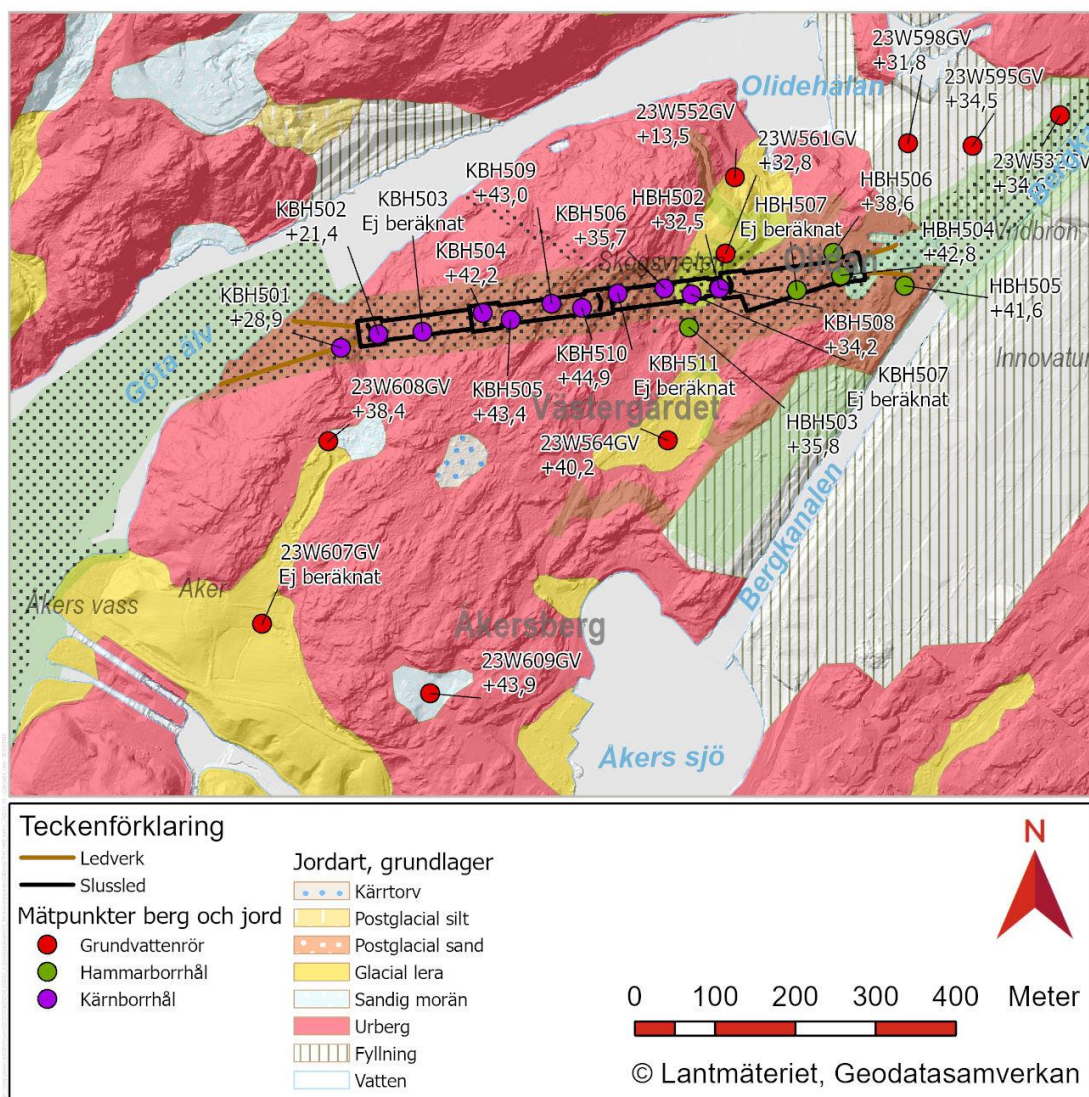
I området mellan Bergkanalen och Göta älv, där ny slussled planeras, är jordlagren generellt tunna och grundvatten bedöms huvudsakligen förekomma i sänkor i berget där terrängen är lägre. De tunna jordlagren i högre terräng bedöms utgöra inströmningsområden till berget och sakna permanent grundvatten. Där jordlagren är mäktigare, framför allt vid Skogsvreten, vid Västergärdet samt ner mot Gamle dal, finns grundvatten i avgränsade grundvattenmagasin som huvudsakligen bedöms fyllas på av nederbörd.

Lerlager i området förekommer huvudsakligen i några större sänkor i berggrunden. Där lerlagren överlagrar morän kan det lokalt finnas slutna grundvattenmagasin, vilket innebär att grundvattenmagasinet i moränen inte har kontakt med atmosfärstrycket på grund av det tätande lerlagret. Huvuddelen av moränen i området täcks dock inte av lerlager och de lerlager som finns i området är för små för att grundvattnet i berget ska utgöra ett slutet grundvattenmagasin.

Baserat på de utförda undersökningarna har berget till stora delar bedömts vara relativt tätt. Detta medför att uttagsmöjligheterna ur grundvattenmagasinet i berg bedöms vara mindre goda, men även att ytvatten, såsom Bergkanalen eller Göta älv, inte har så god koppling till grundvattenmagasinet i berg. Det bedöms kunna förekomma en viss kontakt mellan grundvattenmagasinen i berg och jord.

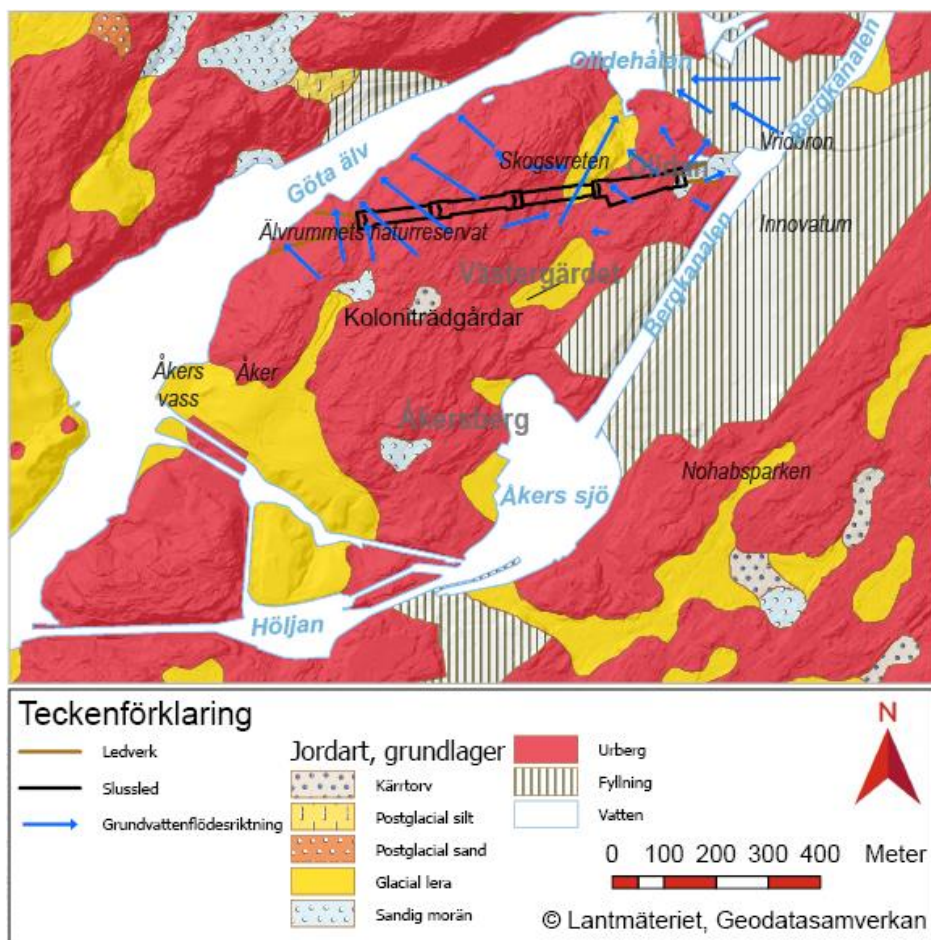
Mätning av grundvattentrycknivåer utförs i grundvattenrör som installerats i jordlagren och i berg, i kärnborrhål och i undersökningsbrunnar som installerats i berg. Läget för mätpunkterna och beräknade medelgrundvattennivåer på hittills uppmätta grundvattennivåer framgår av Figur 9.

Baserat på de uppmätta grundvattennivåerna har grundvattenflödet i berg konstaterats vara generellt riktat från Bergkanalen ner mot Göta älv. Vid Olidan finns en högpunkt, varifrån grundvattenflödet är riktat både ner mot dalgången vid Skogsvreten och ner mot Bergkanalen. Från höjdområdet väster om Skogsvreten och Västergärdet är flödesriktningen huvudsakligen ner mot älven, men även till viss del ner mot dalgången vid Skogsvreten. I dalgången vid Skogsvreten är flödesriktningen ner mot Olidanbassängen. Flödesriktningarna illustreras i Figur 10.



Figur 9. Lägen för grundvattenrör i jord och bergborrhål där nivåmätningar utförs inom och i närheten av planerad ny slussled. Medelnivåer redovisas som nivåer i RH2000. "Ej beräknat" avser mätpunkter där grundvattennivån huvudsakligen legat under botten på mätpunkten eller runnit över toppen på mätpunkten, vilket gör att nivåerna inte är kända och det således inte kan beräknas medelnivåer.

Det finns inga utpekade grundvattenmagasin eller grundvattenförekomster i området enligt Sveriges geologiska undersöknings (SGU) kartvisare Grundvattenmagasin (SGU, 2025) eller VISS, Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2025). Det finns inte någon allmän grundvattentäkt i området.



Figur 10. Flödesriktningar för grundvatten i berg.

3.5. Hydrologiska förutsättningar

Göta älv har sitt flöde från Vänern i norr till utloppet i Kattegatt 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 ca 50 000 km² (Göta älvs Vattenvårdsförbund, 2016). Majoriteten av älvens flöde, cirka 93 %, kommer från avrinningsområdena uppströms Vänern. Vattenkvaliteten i älven är därför i stort sett den samma som i Vänern. Hydrologiska förutsättningar redovisas ytterligare i PM Hydrologiska förhållanden längs Trollhätte kanal (Trafikverket, 2025).

3.5.1. Vattendomar och reglering

Det finns fyra kraftverk i Göta älvs huvudfåra: Vargön, Olidan, Hojum och Lilla Edets kraftverk. Vattenfall äger samtliga anläggningar. Utflödet 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 genom Trollhättan 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).

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 (Sjöfartsverket och Vattenfall AB, 1993). 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.

3.5.2. Tappningsstrategi – Vänern

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

År 2000–2001 inträffade översvämningar kring Vänern och 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.

3.5.3. Reglering i Trollhättan

Tillrinningen till Trollhättan avgörs helt av vad som avbördas i Vargön plus den lokala tillrinningen på en sträcka av cirka 10 kilometer.

Norr om de nuvarande slussarna och väster om Bergkanalen ligger Hojums och Olidans kraftverk. I Tabell 1 redovisas karaktäristiska flöden för perioden 2000–2021. Vattenföringen avser det totala vattenflödet genom båda kraftverken plus det som tappas genom dammluckorna (Vattenfall, 2022). Observera att en ny tappningsstrategi tillämpades från 2008 och framåt.

Tabell 1. Karakteristiska flöden vid Trollhättan för beräkningsperioden 2000–2021, bearbetade av WSP.

Period	Karakteristiska flöden	Trollhättans kraftverk (Vattenfall) [m³/s]
2000 - 2021	LLQ	82
	MLQ	165
	MQ	555
	MHQ	912
	MHQ*	867*
	HHQ	1387

*Beräkningen inkluderar inte den höga tappningen från 2000–2001 då vattendomen för Vänern frångicks. Påverkan av detta kan vara betydande under en kort mätperiod på 21 år.

Tabell 2 redovisar höjder och dimensionerande nivåer uppströms slussarna i Trollhättan (Sjöfartsverket, 2024) och Vattenfall AB. I tabellen motsvaras den högsta vattenytan (HVY) av dämningssgräns som också fungerar som Sjöfartsverkets dimensioneringsnivå för slussarna i projektet. Den lägsta vattenytan (LVY) är den lägsta nivå enligt 1993 års avtal (Sjöfartsverket och Vattenfall AB, 1993) och den normala vattenytan (NVY) är satt av Sjöfartsverket baserat på erfarenhet av vad som normalt är gällande för Göta älv, liknande ett medelvärde.

Tabell 3 redovisar dimensioneringsnivåer nedströms de nya slussarna.

Tabell 2. Dimensionerande nivåer uppströms slussarna i Trollhättan enligt vattendomar, Sjöfartsverket och Vattenfall AB (nivåerna anges i RH 2000).

	SG*	LVY**	DG*	HVY	NVY
Sluss 2	+38,70	+39,30	+39,80 vid flöde upp till 600 m³/s +39,65 vid flöde över 1000 m³/s (mellan +39,80 m och +39,65 m sänks dämningshöjden med 1 cm för varje 20 m³/s)	+39,80	+39,50

Källa: (Sjöfartsverket, 2024)

* (Västerbygds vattendomstol, 1937). Dämningssgräns av +39,80 meter kan tillfälligtvis överskridas med 5 centimeter. Tappningsflöden avser från Vargön.

**1993 avtal mellan Sjöfartsverket och Vattenfall AB.

Tabell 3. Dimensionerande nivåer nedströms slussarna i Trollhättan.

	HVY	LVY	NVY
Sluss 4 (5)*	+8,20	+6,88	+7,25**

Källa: (Sjöfartsverket, 2024)

*Slussiffran är för den nya slussen, med siffran inom parentes är den nuvarande slussen (Antalet slussar i Trollhättan ska minska från 4 till 3).

** Det beräknade medelvattenståndet från Vattenfalls vattenståndsstatistik för perioden 2002–2021 är +7,45 meter, vilket ligger 0,20 meter över den NVY som Sjöfartsverket anger för projektet (Sjöfartsverket, 2024). Anledningen till detta är att den föreslagna nya slussinfarten ligger cirka 600 meter nedströms Vattenfalls mätpunkt, strax nedströms Olidans kraftstation, och att vattenflödet passerar genom en förträngning i älvfåran, där älven smalnar av, vilket medför att vattennivån sjunker med flera centimeter innan det når den nya slussinfarten.

De tydligaste förändringarna avseende nivåer och flöden i Vänern och Göta älv i ett framtida klimat beräknas bli att (SMHI, 2017):

- Det blir vanligare med låga nivåer i Vänern.
- Det blir vanligare med höga nivåer i Vänern.
- Det blir vanligare med låga tappningar i Göta älv.
- Det blir vanligare med höga tappningar i Göta älv.

Med gällande vattendom kommer Vattenfall i framtiden att reglera inom samma nivåintervall som idag. Skillnaden i ett förändrat klimat är att antalet dagar med såväl låga som höga tappningar förväntas bli fler.

4. Andra tekniska förutsättningar

4.1. Trafikförhållanden farled

Farledsdjupet i Trollhätte kanal eftersträvas att vara 6,3 meter. Majoriteten av de fartyg som trafikerar farleden har dispens och överskrider föreskriven maximala storlek om längd 82, bredd 12,8 och djupgående 4,7 meter. Med dispens tillåts fartyg med maxdimensionerna: längd 89, bredd 13,4 och djupgående 5,4 meter (Sjöfartsverket, 2022).

Ett flertal broar 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.

Gångtiden från Göteborg upp till hamn i norra/östra Vänern är för handelssjöfarten cirka 16 till 18 timmar och till Trollhättan ungefär 8 timmar.

I nuläget passerar totalt cirka 1 100 fraktfartygspassager årligen genom Göta älv och slusslederna. Fartygspassagera är relativt jämnt fördelade över årets månader och i snitt genomförs runt 45 syd- respektive nordgående slussningar 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 vid slussning. 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. Även detta kan orsaka en del väntan för fritidstrafiken.

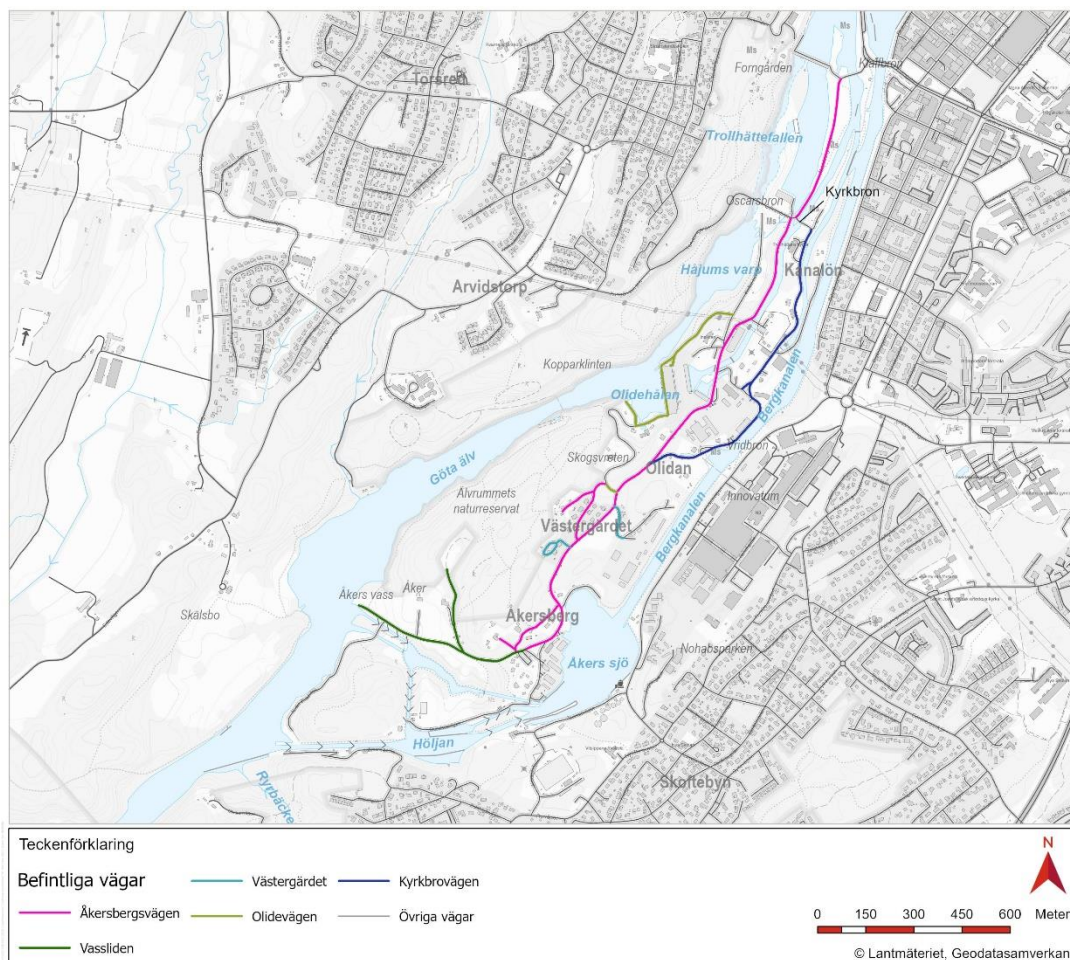
4.2. Trafikförhållanden land

Det befintliga vägnätet består av en huvudväg, Åkersbergsvägen. Åkersbergsvägen ansluter Åkersberg till centrala Trollhättan på östra sidan, till Strömslund på västra sidan och Vassliden i söder, se Figur 11. Vägnätet består vidare av flera mindre lokalgator som ansluter till Åkersbergsvägen. De vägar som kan påverkas av anläggandet av den nya slussleden beskrivs närmare nedan. Gång- och cykelstråk redovisas i kapitel 7.2.

Alla vägar i området har asfaltsbeläggning och är enskilda vägar.

- Åkersbergsvägen sträcker sig från Torggatan i norr och ansluter till Vassliden i söder. Vägbredden varierar mellan cirka 4 och 6 meter och vägen har en längslutning på cirka 7 procent på flera platser. Längslutning på en väg avser den lutning som vägen har längs sin längd (färdriktningen).
- Vassliden sträcker sig mellan Åkersbergsvägen och Nedre Slussvägen. Vägen är cirka 4 meter bred med en längslutning på cirka 4–6 procent. På några platser överstiger lutningen 10 procent.
- Västergärdet är en kort väg som ansluter området Västergärdet till Åkersbergsvägen. Vägens bredd är cirka 4 meter och längslutningen är cirka 4 procent för större delen av vägen, men uppgår till 12 procent på en kortare sträcka i början av området.
- Olidevägen sträcker sig från Åkersbergsvägen till Olidans kraftverk och fortsätter vidare till Kraftverksvägen. Bredden varierar mellan 2,5 och 4 meter och längslutningen är mer än 8 procent.

- Kyrkbrovägen ansluter till Åkersbergsvägen och sträcker sig till Kyrkbron. Vägens bredd varierar mellan 3 och 6 meter och längslutningen är mellan 4 och 6 procent. På några platser uppgår längslutningen till mer än 8 procent.



Figur 11. Översiktskarta över befintliga vägar vid Åkersberg, Olidan och Västergärdet i Trollhättan.

4.3. Påverkan från isgång

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 ovan nämnd prognos kommer det perioden 2032–2050 att vara 10 av 19 år med is och antalet dagar väntas bli i genomsnitt 14 per år.

Sjöfartsverket har som krav att hålla slussarna i Trollhätte kanal öppna året runt, det vill säga även när is bildas i Göta älv, kanalerna och i slussarna. Även is från Vänern kan ge problem längre ner i Göta älv.

Den största delen av den is som bildas uppströms de nuvarande slussarna idag slussas genom befintlig sluss 2, vidare till isutskovet i Höljan som sedan leder ut till Göta älv. Is som rör sig mot sluss 2 redovisas i Figur 12 och Figur 13.



Figur 12. Isfrihållning uppströms sluss 2.



Figur 13. Gästhamnen intill sluss 2 med svällande is.

Nedströms den breddade farleden i anslutning till nya sluss 2 och ner mot Åkers sjö och Höljan kommer ett istäcke att bildas vid långvarig kyla. Is som bildas i Bergkanalen uppströms den nya sluss 2 trängs undan av fartyg på upp- och nedgång.

Isen, som flyter mot slussen, kan föras med in i slussen av fartyg och ansamlas längs slussväggarna. Isen kan utöver det fastna bakom portarna och därmed ge problem för öppning och stängning av dessa.

För nuvarande sluss har det förekommit sådan problematik med isbildning att fartyg har fastnat mellan de istäckta slussväggarna. Den nya slussanläggningens fria bredd i kombination med pelardäck förväntas ge mer utrymme för isen och minska risk för påverkan på sjötrafiken.

Is kan även bildas inuti slussen. Is som bildats mellan betongpelare visas i Figur 14. När vattnet lyfts och sänks fryser vattnet på slussväggarna och även på portarna. Detta ger en extra tyngd på portarna och ger därmed en större belastning på lager och maskineri. Konsekvensen kan bli att portarna inte kan öppnas/stängas, eller att utrymmet i slussen minskas.



Figur 14. Is mellan betongpelare i slusstrappan, 1916 års slussled.

Utöver de rent slusstekniska utmaningarna med is finns även en personsikaderisk 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 5.6. Liknande system planeras för den nya slussanläggningen, se kapitel 6.2.4.

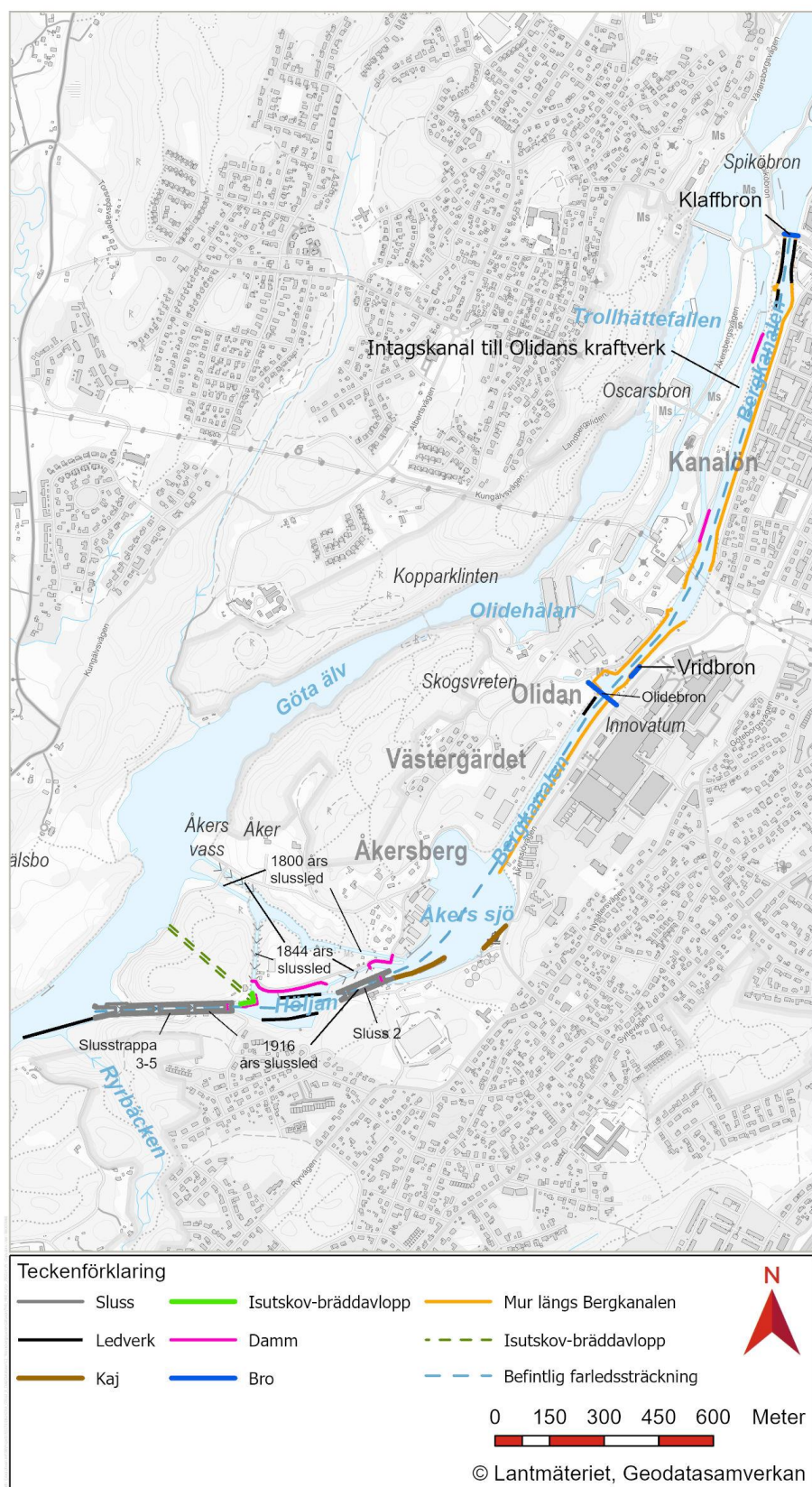
5. Befintlig anläggning

Nuvarande slussanläggning, som är den tredje generationens slussar i Trollhätte kanal, färdigställdes år 1916. De byggt tekniska utredningar som genomförts under 2015 och 2016 (Sweco Vattenkraft & Dammar, 2016) bekräftar att slussarna närmar sig slutet av sin tekniska livslängd. Grundorsaken till detta 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.

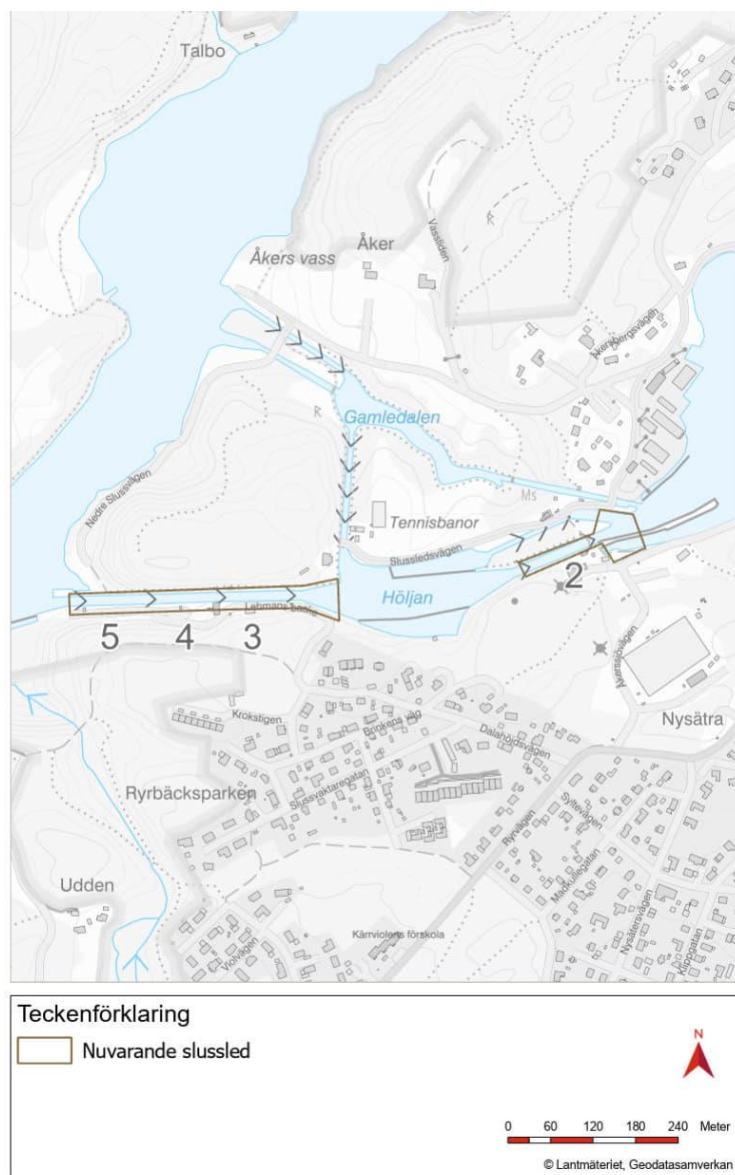
I farleden och i anslutning till befintliga slusskonstruktioner återfinns andra konstruktioner tillhörande slussanläggningen så som väntbryggor, ledverk, dykdalber samt anslutande dammanläggningar. De här konstruktionerna är viktiga delar i upprätthållandet av den nuvarande slussanläggningens funktion. På den södra sidan om de befintliga slussarna finns ett antal teknikbyggnader innehållande utrustning för styrning och drift av slussanläggningen.

Den befintliga farledsträckan som påverkas av ombyggnationerna i Trollhättan är den cirka tre kilometer långa kanalsträckan från Klaffbron i norr till där Bergkanalen ansluter till farleden i Göta älv nedanför slusstrappan i söder.

Farleden söderut från Klaffbron i Trollhättan består av Bergkanalen, Åkers sjö, sluss 2, Höljan och slusstrappan (sluss 3, 4, 5). Den totala höjdskillnaden på sträckan i Trollhättan är cirka 32 meter. Sluss 1 finns i Vänersborg och sluss 6 ligger i Lilla Edet. Karta över den befintliga farleden genom Trollhättan och nuvarande slussled presenteras i Figur 15 respektive Figur 16. Slusstrappan ansluter till Göta älv cirka 2 kilometer nedströms Olidans vattenkraftverk. Slussarna i Trollhättan togs i drift 1916 och konstruerades för att tillåta större fartyg än vad dåvarande kanal tillät. Längs farleden finns en rad konstruktioner som ska leda fartygen säkert genom farleden och några platser där det är möjligt att lägga till.



Figur 15. Karta med markering av befintliga byggnadsverk i Trollhättans slussområde, som berörs i tillståndsansökan.



Figur 16. Slussarna i den nuvarande slussleden är numrerade från 2 till 5 enligt figuren. Sluss nummer 1 finns i Vänersborg och sluss nummer 6 ligger i Lilla Edet. Sluss 3–5 benämns även som slusstrappan.

5.1. Bergkanalen

Bergkanalen fungerar som farled och förbinder Göta älv norr om stadskärnan med Åkers sjö i söder. I figur 15 visas en karta över Trollhättans slussområde med markering av befintliga konstruktioner. Den grävda och sprängda kanalen är cirka två kilometer lång, har ett minsta vattendjup på 6,3 meter och en minsta farledsbredd av 25 meter. Kanterna utgörs av antingen bergvägg eller murar på bergshyllor. Det finns promenadstråk på båda sidor av kanalen. Intill kanterna finns farledsmarkeringar och på några ställen ledverk av trä eller stål.

Klaffkammarna för Klaffbron, på båda sidor av bron, är konstruerade för att kunna montera en avstängningsanordning för tömning av Bergkanalen och Åkers sjö vid inspektioner och underhållsarbeten. Denna avstängning kan enbart monteras i stillastående vatten och är ingen nödavstängning.

Söder om bron finns ledverk i trä på båda sidor utmed cirka 150 meter. Ungefär 50 meter söder om dessa finns ytterligare ett cirka 60 meter långt ledverk i trä på västra sidan.

I norra halvan av Bergkanalen finns två skiljeväggar på västra sidan mot närliggande intagskanal till Olidans kraftverk. Skiljeväggarna utgör dämmande konstruktioner då någon av kanalerna på var sida töms för till exempel underhållsarbeten, all övrig tid är det jämnvatten mellan dem. Skiljeväggarnas funktion är att styra vattnet till kraftstationen utan att påverka den trafikerade Bergkanalen med hög strömsättning.

Den norra skiljeväggen är cirka 100 meter lång och belägen ungefär 300 meter nedströms Klaffbron. Skiljeväggen utgörs av en murad konstruktion med gjutet krön av betong, se Figur 17. Den är placerad ungefär 20 meter från nuvarande farledskant och är grundlagd cirka 5 meter över botten på Bergkanalen, på vad som utgjort ursprunglig botten i 1800-talets trafikkanal. Bergshyllan mellan skiljeväggen och Bergkanalen är uppfylld med sprängsten. Söderut ansluter skiljeväggen mot Kanalön med en vinkel och norrut ansluter skiljeväggen mot Spikön, där den överlappar berget och fortsätter en bit som stödkonstruktion längs den västra sidan av ön.



Figur 17. Norra skiljeväggen med pålagda schaktmassor på bergshyllan mot Bergkanalen.

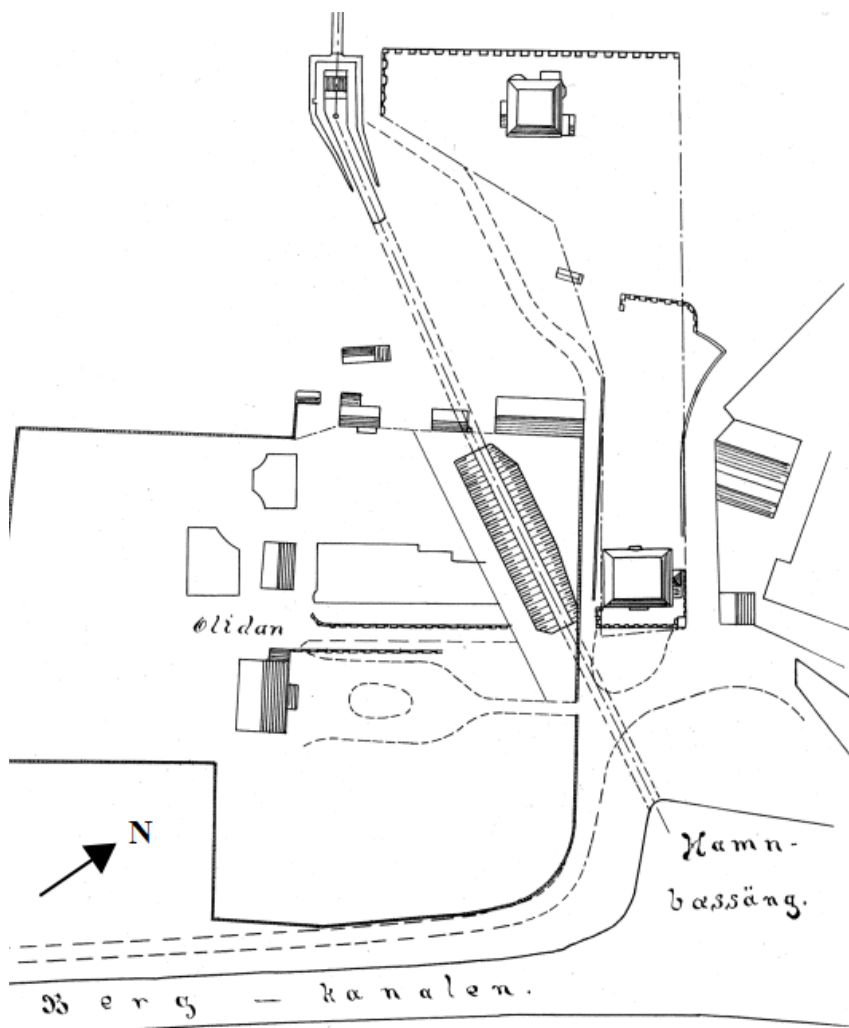
Den södra skiljeväggen är cirka 90 meter lång och belägen ungefär 500 meter nedströms Klaffbron. Skiljeväggen är sju meter hög och utgörs av en betongkonstruktion som är beklädd med sten på den övre delen ner till under vattenytan, se Figur 18. Den är placerad ungefär åtta meter från befintlig farled och är grundlagd på en bergsklack cirka en meter över Bergkanalens botten. Vid den norra änden ansluter skiljeväggen mot Kanalön och konstruktionen avslutas mot berg. Längst ut mot farleden finns en pågjutning av betong som går in mot skiljeväggens anfang och i hörnet finns sprängstensfyllning upplagd mot konstruktionen.



Figur 18. Södra skiljeväggen mot närliggande kraftverkskanal, foto då Bergkanalen är tömd.

1,3 kilometer söder om Klaffbron finns en svängbar fackverksbro (Vridbron) på östra sidan av kanalen. Den kan vridas ut över kanalen så att den ansluter till Kyrkbrovägen och används för särskilt tunga transporter över Bergkanalen till Vattenfalls område. På västra sidan finns ett landfäste utfört i betong. Fram till bron, som ligger i nivå med kanalkanten, finns en nerfart insprängd i berget från Nohabgatan. Över nerfarten finns en plattbro i betong, Nohabbron, där Åkerssjövägen passerar.

Alldeles söder om Vridbron finns Olidanbassängen där Bergkanalen är cirka 25 meter bredare på västra sidan. Från bassängen går en vattenledning under Kyrkbrovägen till ett avlångt dike som i sin tur ansluter till en vattenledning som går vidare till Olidan 3:14, se Figur 19. Idag används ledningen till att förse en fiskodling med älvvatten.



Figur 19. Befintlighetsritning som visar ledningen från Olidanbassängen till Olidan 3:14

I södra änden av Olidanbassängen vid Innovatum finns en gång- och cykelbro över Bergkanalen, Olidebron. Den är en öppningsbar, så kallad "holländsk", dubbelklaffbro. Den går från gatunivån på östra sidan och är byggd så att kanal, dragväg och en cykelväg på västra sidan passerar under den.

Söder om Olidebron finns ingen byggd kaj på västra sidan, utan kanalens kant utgörs av en nästan lodrät bergkant med varierande höjd. Från Olidebron och cirka 60 meter söderut finns ett ledverk av stål längs bergkanten.

Erosionsskydd i form av lutande glacismur eller slänt med sprängsten återfinns på några platser längs Bergkanalen. Vid Karl Johans torg, omkring 90 meter nedströms Klaffbron, finns en cirka 80 meter lång låg glacismur ovanför en slänt med sprängsten. Där kraftledningen korsar Bergkanalen cirka 60 meter nedströms den södra skiljeväggen finns en omkring 30 meter lång glacismur på den västra sidan av kanalen. I anslutning till kraftledningen finns även på östra sidan en omkring 200 meter lång sträcka med erosionsskydd i form av slänt med sprängsten, som ansluter till en kortare glacismur i nivå med Österlånggatan 106. Nedströms Nohabs vridbro finns en cirka 40 meter lång glacismur på den östra sidan.

5.2. Åkers sjö

Bergkanalen kommer in i norra änden av Åkers sjö. I sydvästra delen av sjön finns inloppet till sluss 2, som utgör förbindelse till Höljan (och slussstrappan till Göta älv nedströms den). Det finns farledsmarkeringar som leder fartygen rätt över sjön, en sträcka på ungefär 450 meter.

I den sydvästra ändan ligger 1800 och 1844 års slussleder, vilka har tagits ur drift och delvis är rivna. De har även stängts av med betongmurar som byggts uppströms de övre slussportarna, se Figur 20. Över dem finns broar för åtkomst till västra sidan av sluss 2 och vridbron. Från norra sidan av stängningen i 1844 års slussled löper en sidomur mellan de stängda slusslederna. Sidomuren utgörs av berg kompletterad med stenar och betong, och är tätad med injektering närmst 1844 års avstängning. Det är oklart om det finns något lågparti utan berg utmed sträckan för sidomuren samt mellan denna och 1800 års avstängning.

I Åkers sjö strax uppströms inloppet till 1800 års slussled läggs under sommarhalvåret ut flytbryggor för fritidsbåtar som väntar på slussning. Kajerna uppströms 1844 års led är totalt ca 150m långa. Uppströms sluss 2 finns en cirka 200 meter lång pir som avskiljer farleden från intagskanalen till sluss 2. Piren nyttjas även som vänteläge av de större fartygen.



Figur 20. Översiktsbild över området uppströms slusslederna i Åkers sjö. Dämnande konstruktioner markerade med rött. Sidomur och parti över berg markerade med streckad linje.

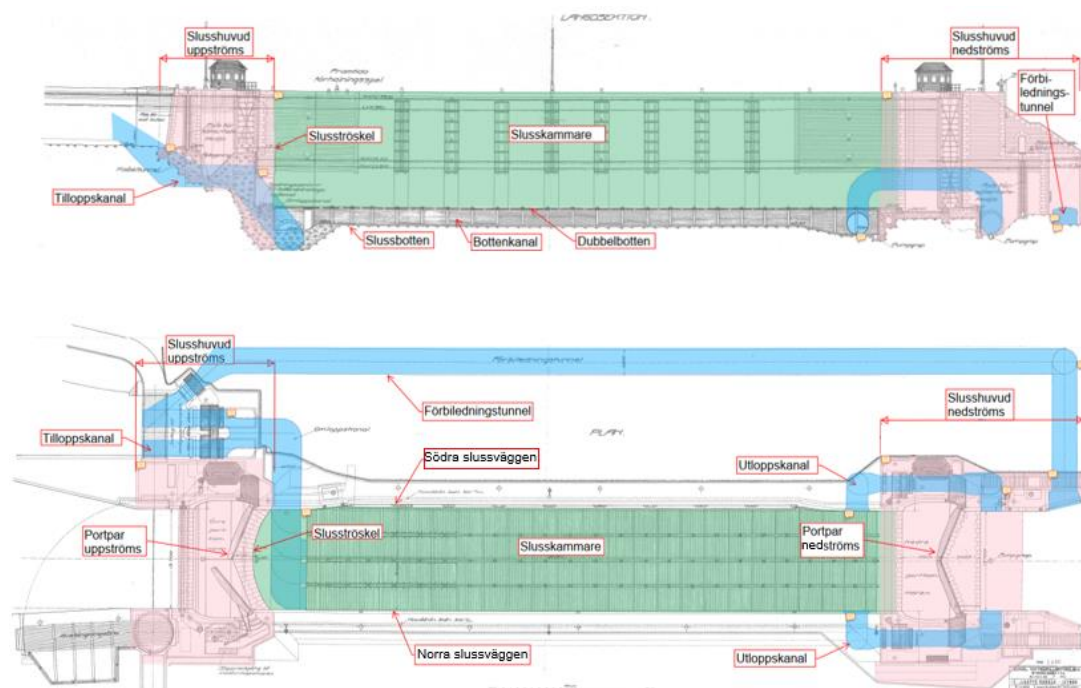
5.3. Sluss 2

Sluss 2 är en enkelsluss med stämportar och tar upp höjdskillnaden mellan Åkers sjö och Höljan. Slussen är moderniserad med el-mekanisk drift av luckor och portar.

Slussen har likvärdig strukturell utformning som övriga slussar i Trollhätte kanal. Slusskonstruktionen kan grovt indelas i tre huvuddelar; uppströms slusshuvud, slusskammare och nedströms slusshuvud. Slussens väggar och slusshuvuden, där portarna

sitter, är uppbyggda av gravitationsmurar i betong vilka är grundlagda på berg. Den södra väggens nedre del bärs av pelare vilka är grundlagda på berg. I Figur 21 framgår benämningar på huvuddelar av den befintliga slussen.

Slussens totala längd är ungefär 130 meter och själva slusskammaren är ungefär 90 meter lång. Den fria bredden är 13,7 meter.



Figur 21. Nuvarande sluss 2 i Trollhättan med benämningar av slussdelar. Övre bilden visar en längdsektion och den undre en planvy.

På grund av utförandet är betongen inte homogen och har kraftigt varierande egenskaper. Den låga kvaliteten i betongkonstruktionerna medför låg hållfasthet och låg täthet, på grund av kontinuerlig urlakning. Slussen har genomgått regelbundet underhåll med bland annat täthetshöjande cementinjektering.

Prover visar att betongkonstruktionerna har höga vattenhalter, vilket sannolikt orsakats av porös och urlakad betong. Betong med hög vattenhalt är känslig för frostangrepp, vilket leder till inre sprickbildningar. En del av de skador som har observerats i betong och fogar i slussväggarnas krön kan härledas till frostangrepp.

Båda slusshuvudena har liknande dimensioner, det vill säga cirka 20 meter långa (parallellt farleden) och 30 meter breda (vinkelrätt farleden). In- och utflödet av vatten i slussen styrs av en tilloppskanal på södra sidan uppströms slusshuvud och två utloppskanaler, en kanal på varje sida av slusshuvudet nedströms. Tillopskanalen leder in vatten i slusskammaren och utloppskanalerna leder ut vattnet genom nedre slusshuvudet. Åtkomst för underhåll av kanaler och luckor ges via luckschakter som sträcker sig från marknivå ner till kanalerna.

Slusskammaren har en dubbelbotten, där den övre botten består av ett genomsläppligt träbjälklag, se Figur 22. Vid slussning kommer vattnet in via bottenkanalen och strömmar upp i slusskammaren genom öppningar i dubbelbotten, vilket ger en jämn strömningsfördelning i hela slussen med relativt lugna vattenrörelser då stora mängder vatten ska passera genom systemet vid varje slussning.



Figur 22. Övre del av dubbelbotten där vattnet kommer in i slussen (tömd sluss 2 i Trollhättan).

På kajen till slusskammaren finns pollare för angöring och slusskammarväggarna är försedda med stegar.

Utanför slussens uppströmsände finns en avstängningsanordning i form av en sättbro som kan vridas fram, med tillhörande luckor som kan sänkas ned för att stänga slussen. Sättbron är inte längre i bruk men finns kvar i öppet läge längs med kajen.

I anslutning till nedströms slusshuvud är stora energiupptagande ledverk infästa i kajkanterna utanför slussen. Dessa är till för att leda de stora fartygen in i slussen utan att skada slusshuvudet. Utanför uppströms slusshuvud finns inte plats för motsvarande typ av ledverk, men där finns glidplattor infästa utmed anslutande konstruktioner för att underlätta fartygens passage in i slussen.

Slussportar

Dagens slussportar är av typen stämportar som svängs in i slusshuvudenas väggar vid öppet läge, se exempel från Lilla Edet i Figur 23. Den mekaniska utrustningen tillsammans med styrutrustningen är placerad i ett maskinrum i slusshuvudet. Ovanpå uppströms slussportar finns det möjlighet till passage för allmänheten, se Figur 24.



Figur 23. Port i Lilla Edet i öppet läge. Foto mot nordost.



Figur 24. Passage för allmänheten på uppströms port i sluss 3 i Trollhättan. Foto taget åt öster.

Förbildningstunnel

Parallellt med sluss 2 finns en förbildningstunnel insprängd i berget. Den används för att förse slustrappan med vatten samtidigt som slussning pågår i sluss 2. Intaget till förbildningstunneln ligger bredvid tillloppskanalerna till slussen och den mynnar nedströms utloppskanalen i Höljan, se Figur 21 och Figur 25.



Figur 25. Utløpskanal och förbiledningstunnel i Höljan nedströms sluss 2.

5.4. Höljan

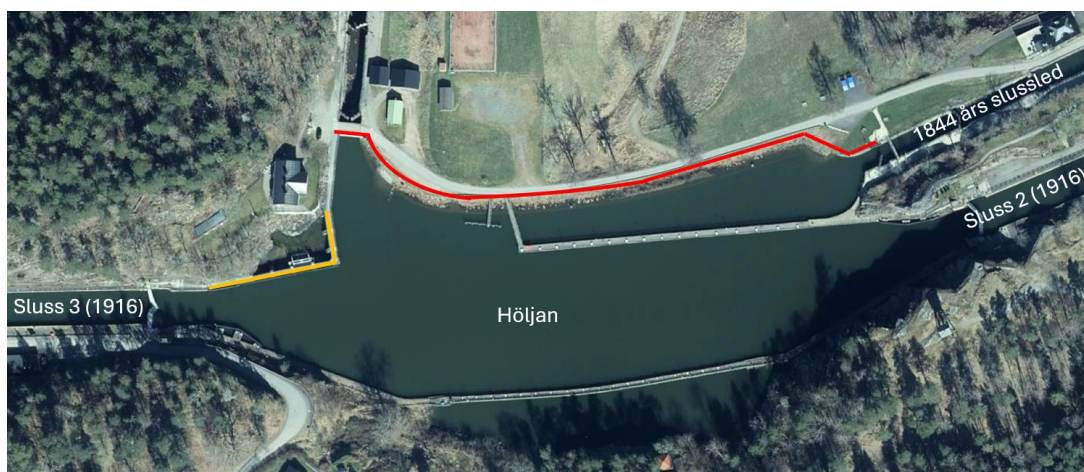
Höljan, som är ungefär 250 meter lång, är ett byggt vattenmagasin för slusstrappan och däms av en cirka 200 meter lång jorddamm i norr, se Figur 26. Jorddammens slänt mot vattnet är försedd med erosionsskydd i form av en glacismur. På jorddammen går en väg som passerar över en bro i anslutning till stödmuren framför 1844 års slussled.

Längst västerut i Höljan finns inloppet till slusstrappan, som utgör förbindelse till Göta älv nedströms, samt ett kombinerat bräddavlopp och isutskov, som också är en dämmande konstruktion.

Norr om inloppet till slusstrappan finns en avstängning uppströms den mellersta slusstrappan i 1844 års slussled. Avstängningen består av en stödmur av betong, se Figur 27, som uppförts för att ersätta och skydda de gamla träportarna när Trollhätte kanal öppnade för vintertrafik i mitten av 1970-talet. Från bron finns en gångväg längs en murad kajkant förlängd med en gångbrygga av trä förbi isutskovet-bräddavloppet och fram till uppströmsänden av slusstrappan.

För att möjliggöra ett större djupgående har vattennivån i Höljan höjts från +30,3 till +31,3 (RH2000) efter att nuvarande slussled tagits i bruk, troligen under 1970-talet.

I Höljan finns pålade ledverk av trä på båda sidor om farleden. Båda ledverken är försedda med gångbrygga. På den södra sidan ansluter gångbryggan i båda ändar mot en stensatt kajkant som ansluter mot slusstrappan respektive sluss 2.



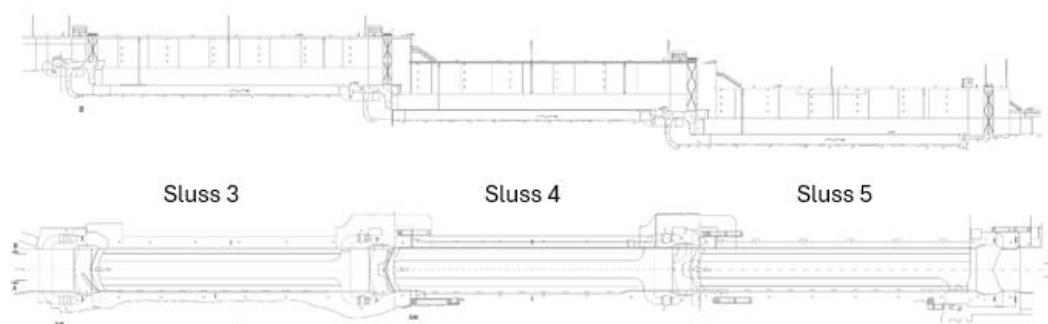
Figur 26. Översiktsbild över Höljan. Dämmande konstruktioner är markerade med rött och kombinerat bräddavlopp och isutskov (som också är en dämmande konstruktion) är markerat med orange.



Figur 27. Befintlig avstängning i Höljan av den nedre slusstrappan i 1844 års slussled vid Höljan.

5.5. Slusstrappa

Slusstrappan består av tre slussar (nr 3, 4 och 5) med stämportar byggda efter varandra som tillsammans tar ut höjdskillnaden på cirka 24 meter mellan Höljan och Göta älv, se Figur 28 och Figur 29. Slussarna är moderniserade med el-mekanisk drift av luckor och portar.



Figur 28. Plan och elevation av slussstrappan.



Figur 29. Översiktsbild av slussstrappan.

Slussstrappan har likvärdig strukturell utformning som övriga slussar i Trollhätte kanal. Konstruktionen för de tre slussarna i trappan kan grovt indelas i tre huvuddelar; uppströms slusshuvud, slusskammare och nedströms slusshuvud. Nedströms slusshuvud i första slussen följs av slusskammaren i nästa sluss. Slussarnas södra väggar och slusshuvuden, där portarna sitter, är uppbyggda av gravitationsmurar i betong och är grundlagda på berg. Väggarna på den norra sidan utgörs till största delen av berg, delvis med ett yttre lager av sprutbetong, och betongpelare grundlagda på berg. Slussstrappans totala längd är ungefär 330 meter och slusskamrarna är vardera ungefär 90 meter långa. Den fria bredden är 13,7 meter.

Slusskamrarna fylls och töms genom kanaler i slusshuvudena och öppningar i dubbelbotten, på samma sätt som sluss 2.

På kajerna till slusskamrarna finns pollare för angöring och slusskammarväggarna är försedda med stegar.

Utanför portarna uppströms och nedströms slussstrappan finns ledverk som är till för att leda de stora fartygen in i slussen utan att skada slusshuvudena. Vid nedströmsänden finns även en avstängningsanordning av stål, en så kallad "fackverkssätt" konstruerad i sektioner som staplas på varandra för avstängning och tömning av nedersta slussen, sluss 5. Sätten kan endast sättas i stillastående vatten och nyttjas vid läns pumpning av slussen för inspektioner och underhållsarbeten.

Nedströms slussstrappan i Göta älv finns på norra sidan en spontpir med avvisarverk med en sammanlagd längd av ungefär 60 meter. På södra sidan finns kaj och ledverk, sammanlagt cirka 250 meter, som även fungerar som vänteläge för större fartyg.

5.6. Isfrihållningssystem, bräddavlopp och isutskov

En kombination av strömbildare och bubbelridåer används för att hålla isen ute ur slussarna. Strömbildarna, som kan ses i Figur 30, utgörs av flytande plåtskrov utrustade med elmotor och propellrar placerade strax under vattenytan uppströms slussen. Dessa bildar strömmar med riktning snett utåt från slusshuvudet, se Figur 31. 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.



Figur 30. Strömbildare, ljusgrå, förtöjd vid ledverk uppströms slussen i Vänersborg.



Figur 31. Strömmar bildade av strömbildare placerad under/bakom ledverk uppströms slussen i Lilla Edet.

Bubbelridåerna, 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, se Figur 32.



Figur 32. Bubbelridå tvärs farled nedströms slussen i Lilla Edet.

För den befintliga slussleden sker avbördning av is från Åkers sjö och Bergkanalen via sluss 2 till ett isutskov i Höljan. Strömbildare och bubbelridåer som normalt håller bort isen stängs av, varefter den övre slussporten öppnas och isen plogas in i slussen med hjälp av båtar. Nedströms luckor öppnas delvis för att skapa ett flöde och hjälpa intransporten av is. När slussen är full av is stängs nedre luckor och sedan övre slussport, varefter nedre luckor öppnas igen och slussen tappas ned. När slussen är nedtappad i nivå med Höljan öppnas den nedre slussporten försiktigt med kontroll så att ingen is ligger mellan portbladen och muren. När den nedre slussporten är öppen öppnas även luckorna i tillloppskanalerna uppströms för att skapa en ström genom slussen för att få ut isen. Samtidigt öppnas isutskovet i bräddavloppet. När sluss 2 är tömd på is stängs luckor och nedre slussport och slussen fylls upp igen för att upprepa samma procedur till dess att det skapats tillräckligt med fritt vatten mellan isflaken så att risken för svårforcerade isproppar försvinner.

Efter att isen slussats igenom sluss 2 hanteras den i det kombinerade bräddavloppet och isutskovet som är beläget i nedströmsänden av Höljan, på norra sidan om inloppet till slusstrappan, se Figur 26. Även i Höljan krävs ofta hjälp av båtar för att transportera isen fram till isutskovet.

Bräddavloppet består av två delar, en betongkonstruktion med en fällbar lucka, som fungerar som isutskov, och en sprängd tunnel genom berget som mynnar ut i Göta älv några hundra meter uppströms från den nedersta slussen, se Figur 33 till Figur 35. Då isutskovets lucka öppnas kan isen följa med vattnet till utrymmet bakom isutskovet och vidare ner genom den sprängda bergtunneln. Bräddavloppet används dagligen året runt. Överskottsvatten från sluss 2, som inte behövs i slusstrappan, bräddar då över konstruktionen och rinner genom bergtunneln. Det kan till exempel behövas om sluss 2 sänks när slusstrappan är full.

Systemet för isfrihållning av den nya slussanläggningen beskrivs vidare i kapitel 6.2.4.



Figur 33. Kombinerat bräddavlopp och isutskov med fällbar lucka. Slussleden syns i bakgrunden. Foto mot sydväst.



Figur 34. Intagsmynning för bergtunnel.



Figur 35. Kombinerat bräddavlopp och isutskov med Höljan avtappad uppströms sluss 3. Foto mot nordost.

5.7. Ledverk

Idag finns det ett vänteläge på södra sidan precis nedströms den nuvarande slusstrappan. Vänteläget består av en långsträckt konstruktion grundlagd på trädykdalber som står utmed strandlinjen några meter ut i vattnet. Dykdalberna liknar ledverkskonstruktionerna i Höljan mellan sluss 2 och sluss 3, se Figur 36.



Figur 36. Dykdalber för ledverk i Höljan.

Mot älvsidan skyddas fartygen och konstruktionen av trästockar som avbärare. Ovansidan har ett trädäck med förtöjningspollare. Baksidan av trädäcket har ett långsträckt fallskydd med belysningsstolpar som belyser trädäcket, se Figur 37.

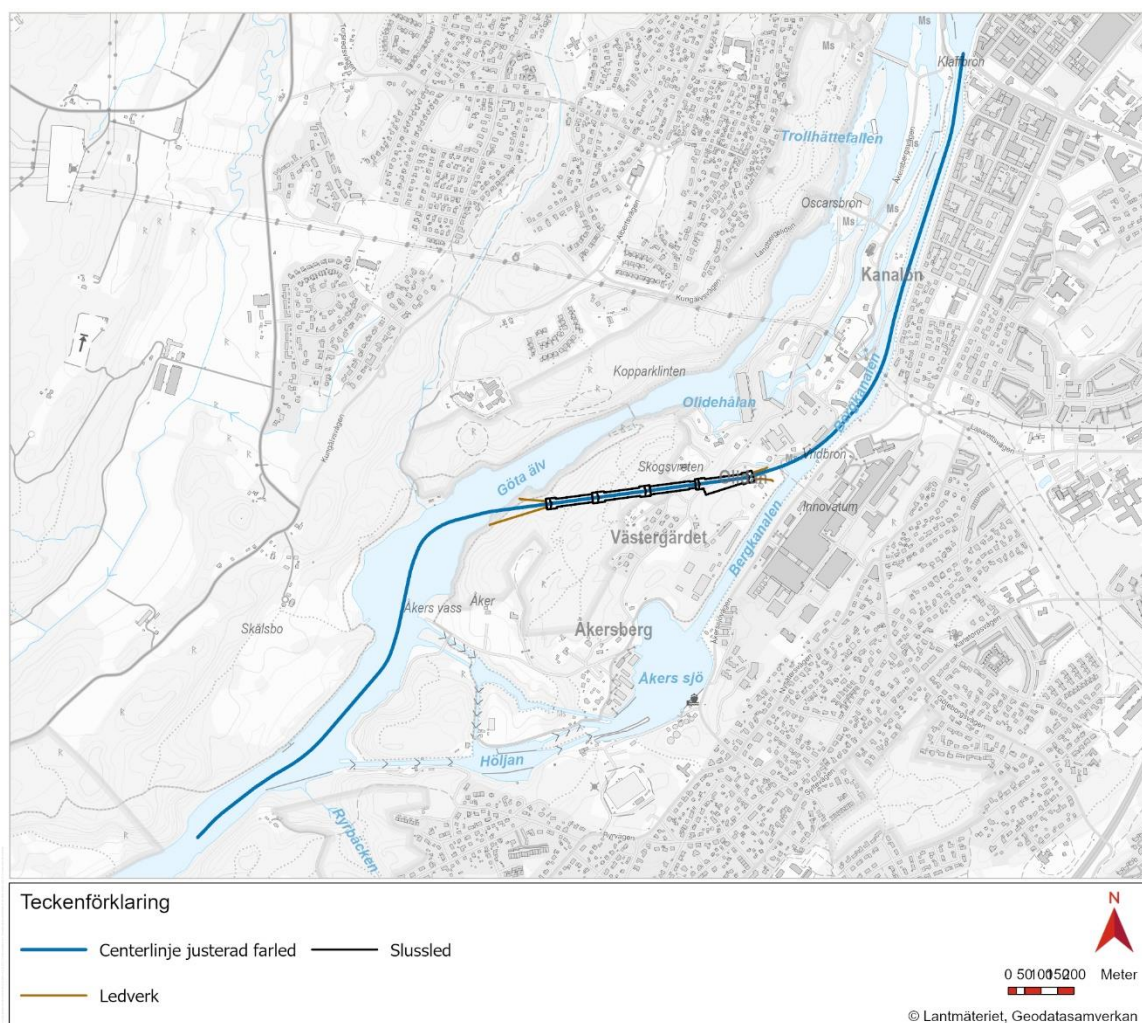


Figur 37. Vänteläge nedströms sluss 5 i den nuvarande slusstrappan.

6. Genomförande

6.1. Justering av farled

Den justerade farleden sträcker sig från Klaffbron i norr till Olidebron i söder. För att uppnå en minsta farledsbredd på 33 meter i enkel riktning och ett vattendjup som tillåter ett djupgående på 5,4 meter, breddas farleden. Uppströms Olidebron planeras en breddning av farleden till cirka 70 meter för att möjliggöra att fartyg kan mötas vid in- och utfart från slussleden. Den justerade farleden fortsätter sedan mot sydväst genom Olidan och Älvrummets naturreservat, norr om Västergrädet, mynnar ut i Göta älv och fortsätter nedströms till de nuvarande slussarna, se Figur 38 och Figur 39.



Figur 38. Översikt justerad farled.

6.1.1. Muddring i Göta älv

I Göta älv förlängs farleden norrut. I sydväst, norr om den befintliga farleden, breddas och fördjupas farleden genom muddring och bergschakt. Muddringsarbetet beskrivs ytterligare i avsnitt 6.7.2. Muddring. Erosionsskydd anläggs både på den västra och östra sidan om älven, vilket beskrivs vidare i avsnitt 6.3.3. En tillfällig hamn anläggs strax söder om utloppet för slussleden, se vidare avsnitt 6.10.15.

Under produktionstiden bevaras berget närmast Göta älv för att betongarbetena i sluss 4 ska kunna utföras i torrhet.

6.1.2. Breddning av Bergkanalen

Arbetena i Bergkanalen planeras att genomföras med återkommande avstängningar under perioder om cirka två till fyra veckor. Dialog kring avstängningarna förs löpande med berörda parter för att säkerställa god samordning och minimera påverkan. För de arbeten som inte påverkar farleden bedöms det vara möjligt att utföra dessa från land under hela året, utan behov av avstängning. Dessa arbeten kan utföras parallellt med övriga arbeten utan någon egentlig koppling. I det fall att arbete mot vattnet måste pågå utanför dessa avstängningsperioder används flytande plattform om risk för påsegling kan uteslutas.

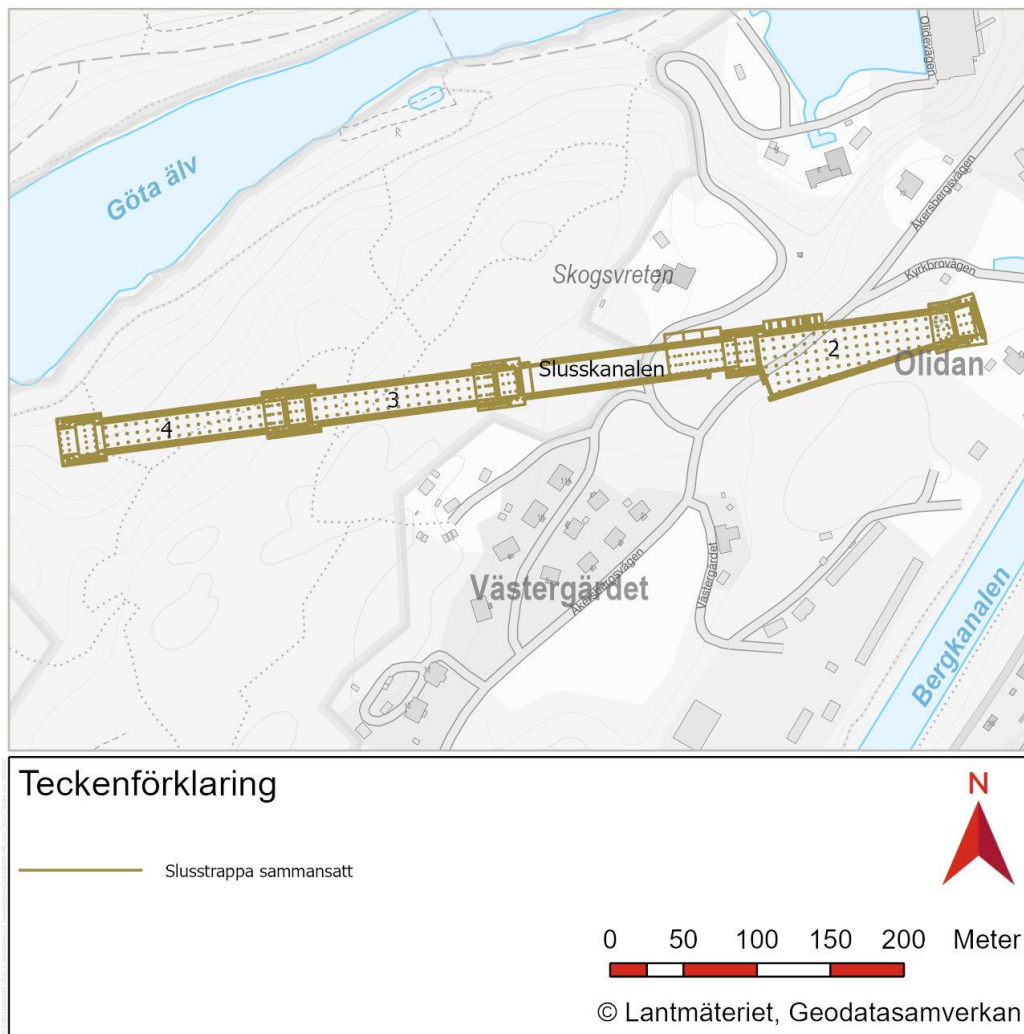
Breddningen av Bergkanalen bedöms utifrån nuvarande information inte påverka de befintliga skiljeväggarna mellan Bergkanalen och Vattenfalls intagskanal till Olidans kraftstation. Extra försiktighet måste dock iakttas vid schaktarbeten och övriga arbeten i anslutning till skiljeväggarna.

För att uppnå tillräckligt djup och bredd i farleden planeras bergschakt med ett avstånd till den södra skiljeväggen om som närmast cirka 1,5 meter vid den norra änden. I denna sektion kan det vara nödvändigt med förstärkande åtgärder för att säkerställa tätheten.

Vid den södra skiljeväggen planeras att ansluta en ny stödkonstruktion mot den södra änden, vilket bedöms kunna utföras utan att påverka skiljeväggens strukturella integritet.

6.2. Ny slussled

En ny slussanläggning innehållande tre slussar skall byggas för att ta upp höjdskillnaden om cirka 32 meter, mellan Bergkanalen och Göta älv. Slussanläggningens utformning framgår av Figur 39.

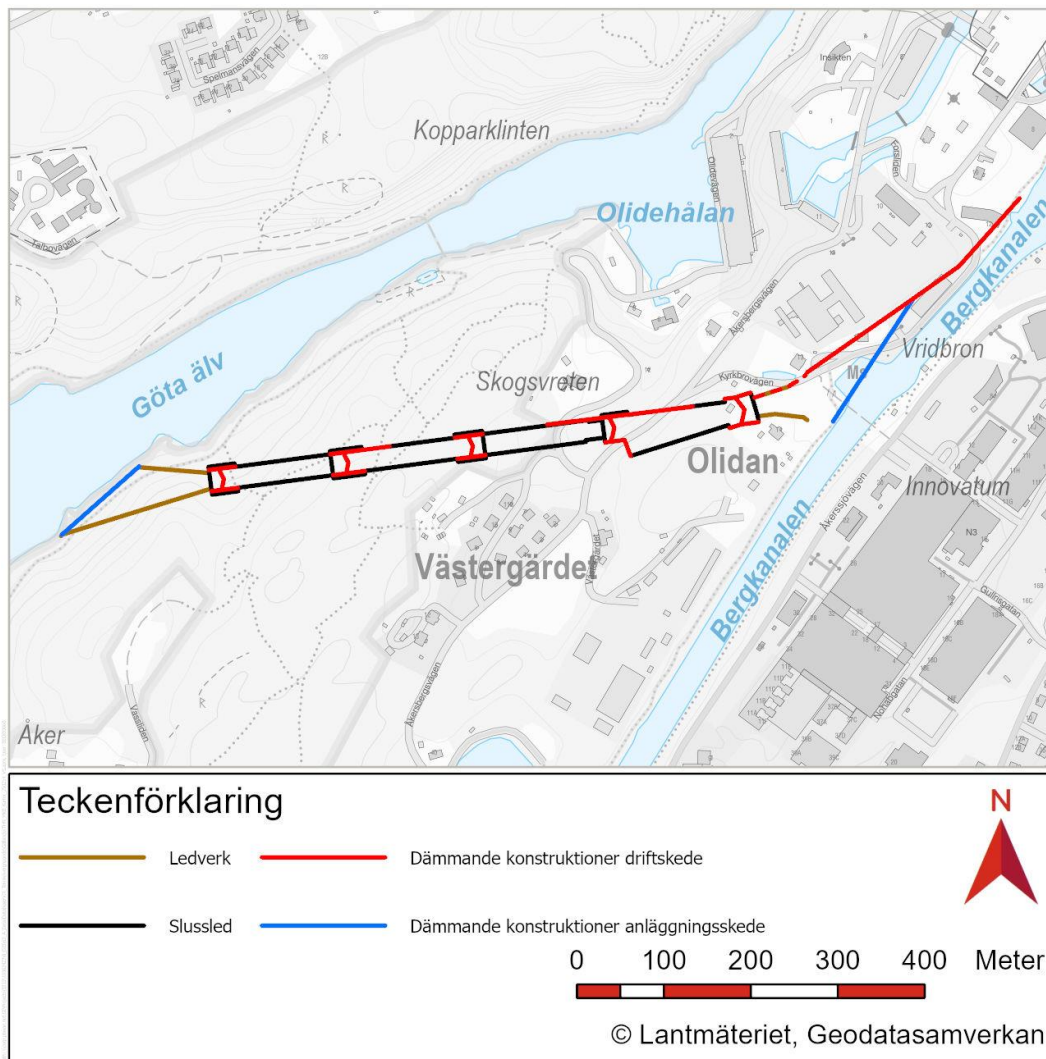


Figur 39. Slussanläggningens utformning.

Slussanläggningen kommer att bestå av en triangelsluss (sluss 2), en kanaldel, vilken kommer benämnas Slusskanalen, och två raka slussteg (sluss 3 och 4). I triangelslussen vrids fartygen till en ny kurs under slussningen. Genom att kursändring sker i slussen kan fartygen gå in och ut ur slussen på en kurs som minskar behovet av breddning av farleden. På markytor utmed slusstrappans båda sidor anläggs ytor som möjliggör tillgänglighet för slusspersonal och räddningstjänst.

Varje slussteg består av uppströms slusshuvud, slusskammare och nedströms slusshuvud. Slusshuvudena byggs helt i armerad betong och utformas med system som leder vatten in i och ut ur slussarna, så kallat fyll- och tömningssystem se kapitel 6.2.2. Översiktsplan slussanläggning och slussportar framgår av figur 40.

Med hänsyn till att en uppdämning sker, i förhållande till nedströms liggande markyta, utmed delar av slussanläggningens väggar utgör sluss 2, Slusskanalen och sluss 3 dämmande konstruktioner, se Figur 40. Även slussportar räknas som dämmande konstruktion, dessa behandlas under avsnitt 6.1.2.



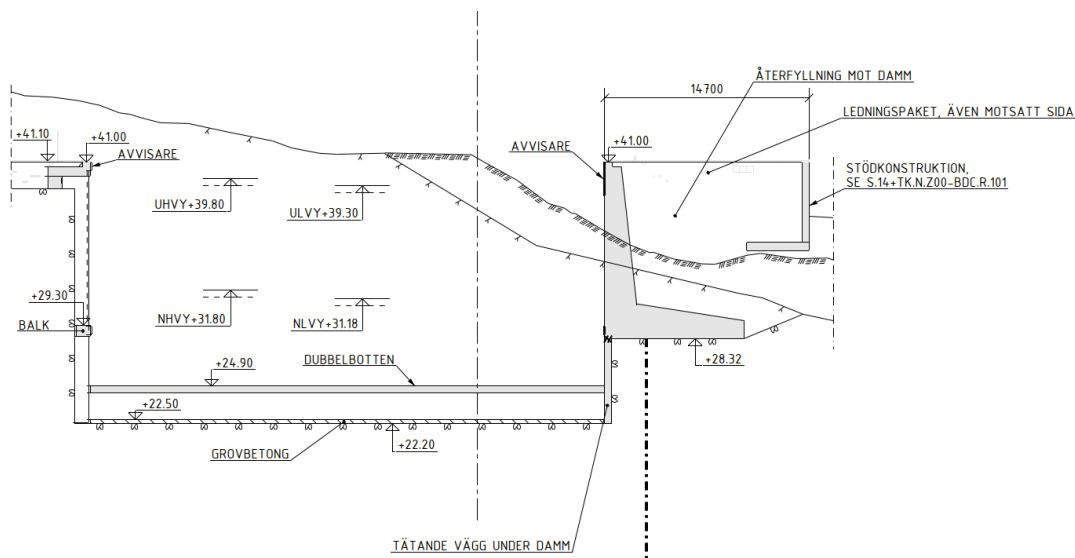
Figur 40. Översiktsplan slussanläggning och slussportar där heldragen röd linje visar dammande konstruktioner för driftskede och blåa linjer för anläggningsskede. Streckad röd linje anger eventuellt läge för dammande konstruktion.

Slussarna dimensioneras för större fartyg än idag vilket innebär mer vatten vid varje slussning. Vid varje slussning omsätts cirka 35 000 m³ utan reduktion för fartyg vilket är cirka 3 gånger mer än för befintliga slussar. Den faktiska volymen beror även på vattennivåerna upp- respektive nedströms slussen, men även på hur många och hur stora fartyg som slussas.

Hela slussanläggningen planeras att anläggas direkt på berg. Slusskamrarnas botten kan utgöras av berg men kan komma att helt eller delvis avjämnas med betong av arbetsmiljöskäl. Med hjälp av avjämnningen minskas bland annat halk- och snubbelrisk samt förenklar åtkomst med diverse redskap vid underhållsarbeten. Avjämningsbetongen kommer att göras genomsläpplig för att minska eller helt undvika behov av dragstag. Slushuvudenas bottenplatta samt en del av kanalen mellan sluss 2 och 3 planeras dock bestå av armerad betong och kan därmed behöva dragstag för att konstruktionen inte ska lyfta på grund av vattentryck underifrån. Slushuvudets väggar förses mot vattensidan med avbärarplattor på flera nivåer för att skydda fartyg vid slussning.

Slusskammarväggarna planeras till stor del att bestå av sprängda bergväggar med betongpelare som gjuts mot bergväggarna. Pelarna håller upp en betongplatta som fungerar som kajkant. Delar av slusskamrarna planeras att utföras som hela betongväggar där slussens sidor är förlagda ovan berg. Då nivån hos markytan (eller servicevägen enligt beskrivning nedan) bakom väggarna utmed vissa delar ligger lägre än vattenytan i

slussleden utgör slussväggen en dämmande konstruktion och hanteras därefter, se kapitel 6.3.1. Detta gäller främst för delar av slussens vägg i sluss 2, se Figur 41. I sluss 3 är det enbart en mindre del av den övre delen av slussväggen som utgör dämmande konstruktion.



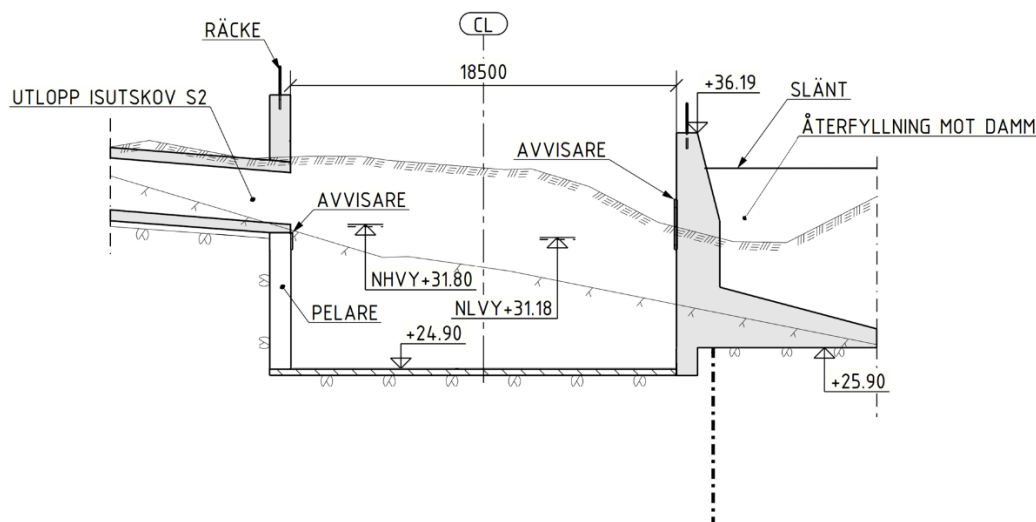
Figur 41. Sektion som visar del av sluss 2, norra sidan, med dämmande konstruktion där bergsnivån ligger lägre än vattenytan. Ridåinjektering visad med punktstreckad linje under damm. Förkortningarnas betydelse är enligt följande; UHVY = uppströms högvattenyta, NHVY = nedströms högvattenyta, ULVY = uppström lågvattenyta och NLVY = nedströms lågvattenyta.

Alla inre väggar i slussarna (betongväggar och pelardäck) ska dimensioneras för att klara påsegling i olycksfall. Längs slusskamrarnas sidor placeras avvisare på olika nivåer och positioner för att skydda konstruktioner och fartyg vid slussning. Avvisarna utformas och placeras så att de ger skydd under både upp- och nedtappning av slussen.

Slussanläggningens tätande konstruktioner utgörs av flera olika delar som behöver betraktas som en helhet och integreras och samordnas under projektering och byggande.

För att säkra tätheten mellan betong och berg kan det komma att krävas tätande konstruktioner, beroende på bergets täthet. Där betongen gjuts direkt mot berg antas kontaktinjektering behövas. Det förutsätts även behöva utföras injektering av sprängskadezonen i berget där betongväggarna gjuts med överlapp. Dessa åtgärder utförs för att begränsa vattenflöde mellan berg och betong eller i det sprängskadade berget som kan skapa erosion av konstruktionen eller fungera som en läckageväg mellan slusskamrarna. Vidare kan ridå- och botteninjektering längre ut i berg behövas, dels som förinjektering men också som efterinjektering. Baserat på grundvattenmodellering kan detta om möjligt utföras som selektiv injektering med fokus på mer genomsläppliga strukturer.

Mellan sluss 2 och 3 kommer det att anläggas en cirka 140 meter lång kanal som benämns Slusskanalen. Slusskanalen kan liknas vid en slusskammare, men vattenytan ligger konstant på ungefär samma nivå, fransett vid slussning då den kan variera något. Slusskanalen utformas med en dämmande konstruktion på dess norra sida med hänsyn till att bergsnivån och utanförliggande markyta längs delar av kanalen ligger under blivande vattennivån samt för att säkerställa att vattnet stannar kvar i Slusskanalen, se Figur 42.



Figur 42. Sektion genom Slusskanalen med dämmande konstruktion på norra sidan. Ridåinjektering visad med punktstreckad linje under damm.

Längs slussstrappans norra sida planeras en serviceväg att anläggas. Då servicevägen delvis ligger under blivande vattennivå i slussstrappan är det viktigt att man beaktar eventuellt läckage genom det kvarvarande berget mellan slusskammare och väg.

6.2.1. Slussportar i ny slussanläggning

De nya slussportarna, övre och nedre i par (totalt tio), planeras att vara av typen stämpor, se exempel på nuvarande stämpor i Trollhättan i Figur 43. Andra porttyper som visas ha lämpligare egenskaper kan eventuellt bli aktuella.

Samtliga portar förses med portvandring (gångbana med räcke). Övre porten i sluss 2 och nedre porten i sluss 4 kommer att vara öppna för allmänheten medan de mittersta endast är ämnade åt servicepersonal.

Slussportarna och slushuvudena utgör dämmande konstruktioner där slussportarna planeras ha en konstruktionshöjd på minst 0,3 meter över högsta högvattenytan. Portarna dimensioneras även för att tåla en överdämning, det vill säga att vatten kan strömma över portens överkant med minst 0,5 meter.

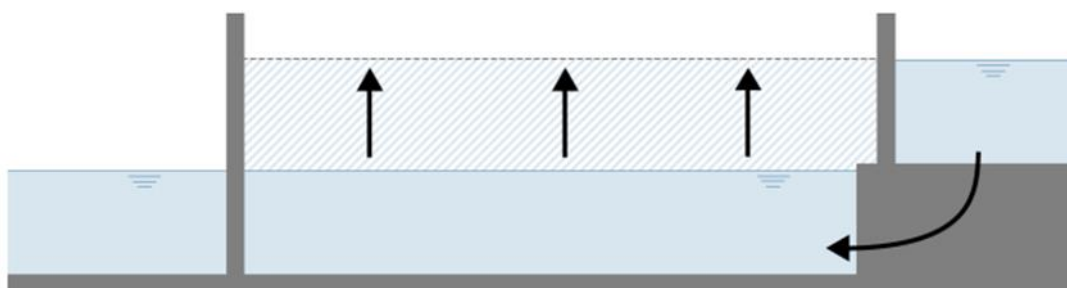
Nedströms slushuvud förbereds för montage av skydd mot påsegling av fartyg och kan utgöras av exempelvis vajer. Risken för skador av påkörning från fartyg på väg upp är liten då slusströskeln skyddar portarna.



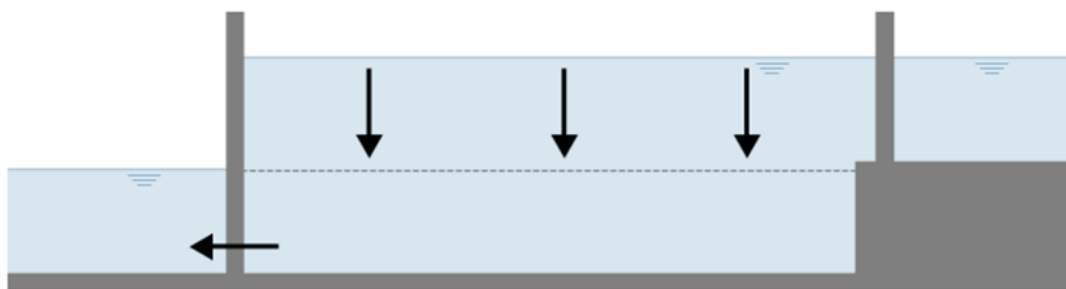
Figur 43. Befintliga stämportar Trollhättan nedströms slusshuvud, sluss 5, med monterade sättar. Urpumpning av vatten (torrläggning) pågår (WSP 2023). Figur avser illustrera porttyp.

6.2.2. Fyll- och tömsystem

Fyll- och tömsystemet för vatten, som reglerar vattennivån i slussarna, kan utformas på olika sätt. Generellt gäller dock 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 44. För att fartyg ska kunna komma ut ur slussen nedströms måste vattennivån sänkas till samma nivå som nedströms vattenyta, se Figur 45.

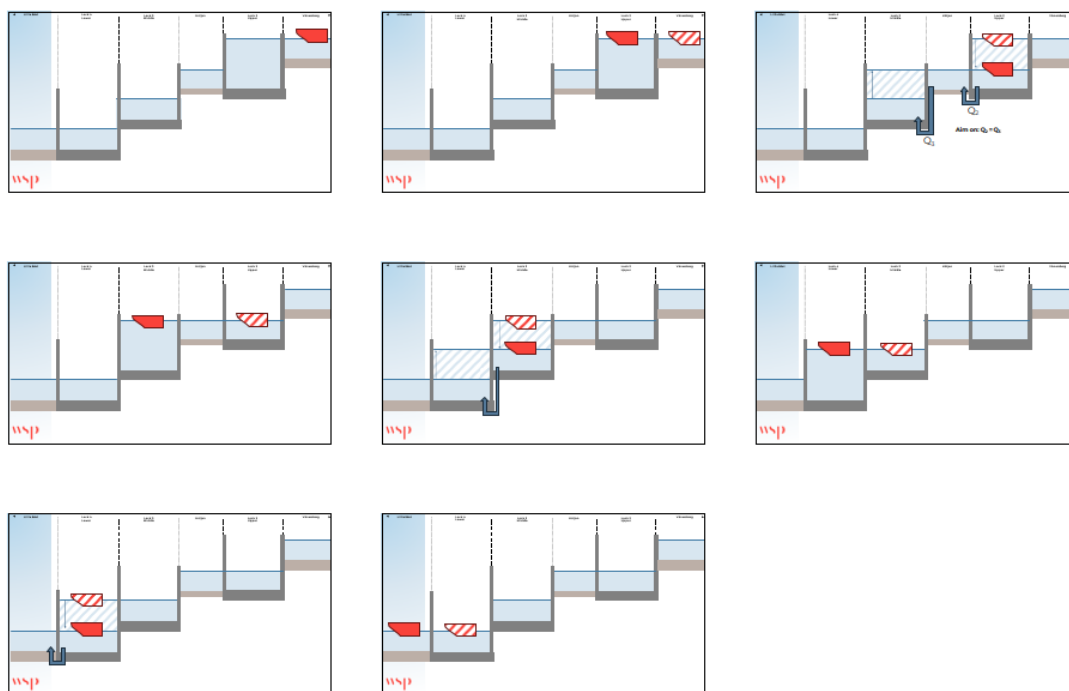


Figur 44. Fyllningsprocess.

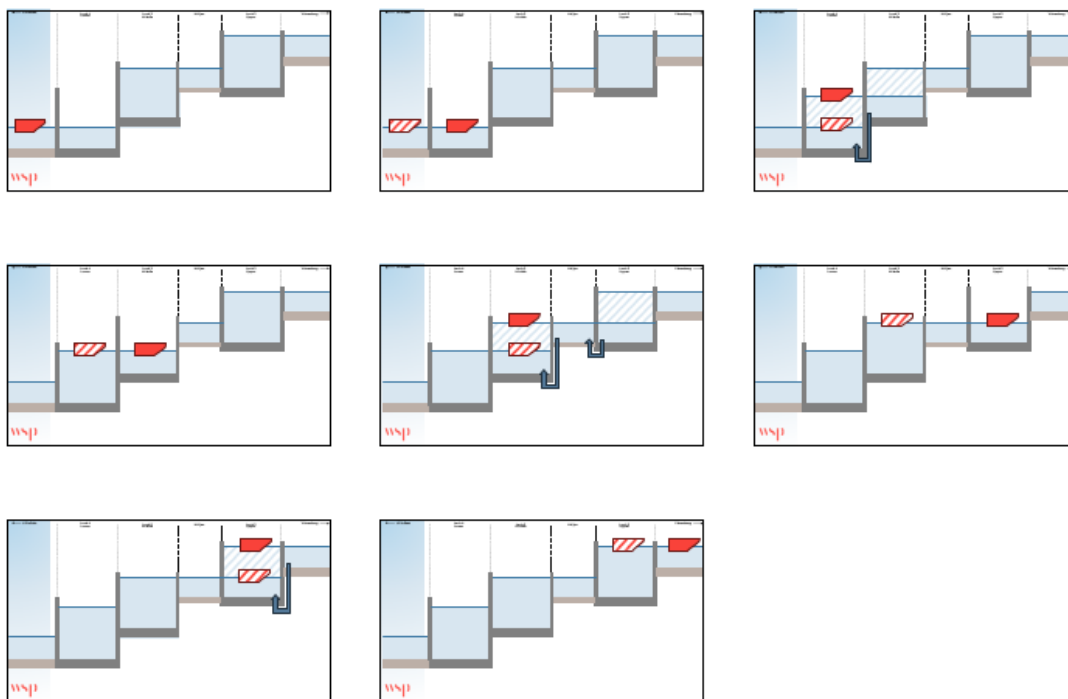


Figur 45. Tömningsprocess.

Då slussanläggningen i Trollhättan består av flera slussar kommer fyllningen och tömningen av de individuella slussarna att vara beroende av varandra. Figur 46 visar slussningssystemet för ett fartyg på nedgång, det vill säga sluss 2 töms samtidigt som sluss 3 fylls och på samma sätt rör sig vattnet mellan sluss 3 och 4. På liknande sätt fungerar det då fartyg är på uppgång, se Figur 47. Detta betyder att alla tre slussarna måste ha lika stora volymer. Då sluss 2 är en triangelsluss med en större ytarea än de andra två, planeras denna ha ett lägre djup för att varje slussteg ska få liknande volymer. Utöver de tre slussarna ska vattnet även passera igenom Slusskanalen. Denna höjs och sänks inte, men ska dimensioneras för en viss felmarginal i vattendjup. I Slusskanalen planeras även för ett bräddavlopp, se kapitel 6.2.4. Bräddavloppets funktion är att säkerställa att Slusskanalen och sluss 3 inte överdäms. Bräddavloppet kommer även att fungera som ett isutskov.

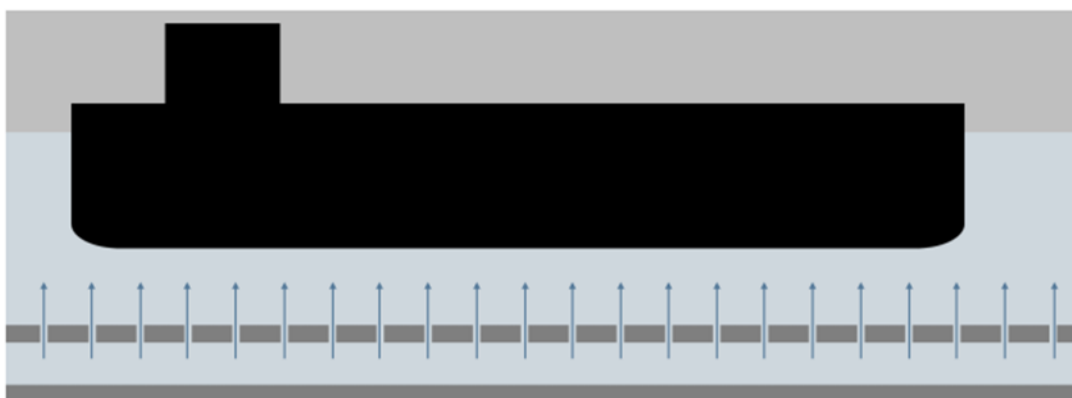


Figur 46. Schematisk längdsektion som visar fyll- och tömningssekvens i slussanläggningen då fartyg slussas nedåt. Rödvitmarkerat fartyg visar startläge och helrödmarkerat fartyg visar slutläge. Blå linje redovisar vattennivån.



Figur 47. Schematisk längdsektion som visar fyll- och tömningssekvens i slussanläggningen då fartyg slussas uppåt. Rödvitmarkerat fartyg visar startläge och helrödmarkerat fartyg visar slutläge. Blå linje redovisar vattennivån.

De nya slussarna 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, även kallat "floor filling", se Figur 48. 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 de befintliga slussarna fungerar fyll- och tömsystemet på motsvarande sätt.



Figur 48. Fyllningssystem med dubbla bottnar, där fartyget visas i svart och dubbelbotten med den genomsläppliga övre delen visas i mörkgrått.

Ett alternativt fyll- och tömsystem är så kallat "stilling chamber". Denna metod fungerar genom att slussen fylls via en energiomvandlare som ligger under uppströms slusshuvud. Vatten fylls, via tillloppskanaler inuti slusshuvudet, till ett utrymme där vattnets rörelseenergi reduceras, se Figur 49. Denna metod innebär större vattenströmmar i slusskammaren vid fyll- och tömning, men slussen behöver inte anläggas lika djupt som för ett floor filling-system.



Figur 49. Fyll- och tömsystem som stilling chamber.

6.2.3. Avstängningsanordningar

Slusstrappan ska kunna stängas av med hjälp av avstängningar, så kallade sättar. De tillfälliga avstängningsanordningarna ska användas vid inspektion och underhåll av slussen.

Det övre slusshuvudet i sluss 2 ska vara förberett för en avstängningsanordning som ska kunna sättas i fritt strömmande vatten och fungera som nödavstängning vid till exempel dammbrott eller risk för dammbrott. Placering av denna ska vara i slusshuvudet, uppströms portarna. Detta ger en ökad säkerhet för slussanläggningen jämfört med idag, eftersom befintlig avstängning vid Klaffbron enbart kan monteras i stillastående vatten.

6.2.4. Isfrihållningssystem, isutskov och bräddavlopp

På samma sätt som i den befintliga slussen bedöms strömbildare och bubbelridåer vara nödvändiga som isfrihållningssystem kring den nya slussleden.

Strömbildare kan vara i form av exempelvis propellrar eller pumpar med utblås, vilka placeras såväl i som utanför slussarna.

I södra hörnet, i nedströmsänden av triangelslussen, finns en större risk att is ansamlas. Här planeras ett isutskov att byggas. Isutskovet består av en betongtunnel som för isen ner till Slusskanalen. Isutskovet i sluss 2 planeras även fungera som utskov för is från Bergkanalen.

Bräddavloppet i Slusskanalen, enligt kapitel 6.2.2, ansluter till bergtunnel. Bergtunneln är cirka 200 meter lång och leder ut i Göta Älv uppströms den nya slussleden. Bräddavloppet planeras även att fungera som isutskov för att föra vidare isen som hamnar i Slusskanalen.

Slussväggar och portar kan drabbas av ispåväxt vid längre perioder med låga temperaturer. Isen riskerar att byggas på vid varje slussning och skapar problem för sjöfart och anläggningen.

För att undvika isbildning i slussleden planeras installation av värmeslingor i utsatta områden. Värmeslingorna antas behöva användas under några veckor per år och värmen kan fås från exempelvis el, fjärrvärme eller bergvärme.

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

Alternativa lösningar för att minska värmebehovet kommer att utredas vidare.

6.3. Övriga anläggningar i vattenområdet

Inom projektområdet i Trollhättan ingår ett antal konstruktioner utöver den nya slussanläggningen. Dessa beskrivs mer ingående i detta kapitel.

6.3.1. Dämmande konstruktioner

6.3.1.1. *Hantering av dammsäkerhet*

I utredning och projekteringen tillämpas Riktlinjer för dammsäkerhet, RIDAS (Energiföretagen, 2025), för samtliga konstruktioner som permanent eller tillfälligt kommer att ha en dämmande funktion. RIDAS ger rekommendationer för att kunna skapa en god dammsäkerhet genom hur att dämmande konstruktioner utformas, byggs och övervakas. RIDAS ger även rekommendationer för att dämmande konstruktioner ska drivas och underhållas på ett säkert sätt. Det ska även hållas en beredskap för att kunna hantera såväl förutsedda som oförutsedda situationer.

Genom att aktivt arbeta med dammsäkerhetsfrågor i planerings-, projekterings- och byggfas minimeras risken för dammhaveri och konsekvenserna av ett sådant. Syftet är att minska risken för skador på anläggningen med oönskade konsekvenser och att reducera konsekvenserna av ett eventuellt haveri. Åtgärder och hanteringen av risker för de nya anläggningarna, i anläggningsskedet och under driftskedet hanteras och dokumenteras i löpande i de utredningar som görs och under projekteringen. Påverkan på Vattenfalls anläggningar i området och åtgärder för att begränsa dessa kommer löpande att koordineras med Vattenfall samt Länsstyrelsen i egenskap av tillsynsmyndighet för dammsäkerhetsfrågor.

6.3.1.2. *Risikanalys, konsekvensutredning och dammsäkerhetsklass*

Förhållandena vid Trollhättan är ur dammsäkerhetsperspektiv speciella. Göta älv har en mycket hög vattenföring under normala omständigheter. Högsta historiska vattenföring överstiger 1 000 m³/s. Dammhaveri i befintliga och nya dammar i slussarna bedöms inte kunna ge ett högre vattenflöde än detta.

Vänern och Göta älv är även reglerade för vattenkraftändamål genom Vattenfalls anläggningar. Vattenfalls ansvarar för att föreskrivna vattennivåer innehålls både uppströms och nedströms Trollhättan och övervakar löpande dessa. Den volymmässiga reglerbarheten hos Vattenfalls anläggningar är anpassad efter Göta älvs flöden. Av dessa skäl har Sjöfartsverket och Vattenfall framarbetat en handlingsplan för dammhaveri i slussanläggningen rörande både kontaktvägar och åtgärder. Vid dammhaveri i slussanläggningen ska Vattenfall anpassa regleringen av älven i syfte att så långt som möjligt innehålla föreskrivna nivåer. Sett ur hela älvens perspektiv bedöms detta vara möjligt.

De mest betydande säkerhetsriskerna i Göta älv, bergkanalen och befintlig slussled är därmed främst kopplade till Vattenfalls verksamhet och kraftverksdammar och möjlighet att innehålla vattenhushållningsnivåerna under olika förhållandena. Detta gör att den dammsäkerhetsrisk som både den gamla och den nya slussanläggningen utgör är osedvanligt begränsad för en anläggning av denna storlek. I dessa avseenden innebär de nya slussarna ingen principiell ändring. Redan därför är bedömningen att dammsäkerhetsklassen för den nya slussanläggningen inte kommer att vara högre än den högsta befintliga dammar i Trollhättan, det vill säga dammsäkerhetsklass B. Dock innebär ett dammhaveri vid en slussanläggning naturligtvis förändrade lokala flödesprofiler, och en ändring av slussanläggningen förändrar dessa även om förhållandena längre nedströms inte förändras.

De dämmande konstruktioner som anläggs uppströms nuvarande slussar och fördämningar vid 1844 år slussar bedöms inte försämra följderna av ett dammhaveri och de nuvarande dammsäkerhetsklasserna.

Dammhaveri i tillfälliga fångdammar under anläggningstiden bedöms främst få följder för de som utför arbeten med anläggande av de nya dammarna och slussen.

Fördjupad riskanalys och utredning av dammsäkerhetsrisker kommer att utföras som en del av detaljprojektering 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. Länsstyrelsen är tillsynsmyndighet för frågor som rör dammsäkerhet och ansvarar för att kontrollera att sökanden uppfyller gällande krav. Detta innebär att frågor om dammsäkerhetsklass, egenkontroll, varningssystem och långsiktig säkerhet inte hanteras inom ramen för tillståndsprövningen, utan prövas genom länsstyrelsens tillsynsarbete. Nödvändig dokumentation som exempelvis konsekvensutredningar kommer att uppdateras och lämnas in som underlag för beslut om dammsäkerhetsklass i enlighet med dammsäkerhetsförordningen (2014:214) och RIDAS. Dammsäkerhetsklassen styr exempelvis delar som planering, dimensionering, underhåll, instrumentering och tillståndsovervakning av dammarna. Den styr även omfattning av myndighetsrapportering, tillsynsavgift och kompetenskrav samt ger underlag för behov av skydd.

För den planerade verksamheten kommer beredskapsplan att upprättas som beskriver rutiner för larmning och varning vid dammhaveri och fara för dammhaveri. Sammantaget kommer den justerade farleden och de nya slussarna att anläggas och vara i drift med tillfredsställande säkerhet mot dammhaveri och konsekvenser därav.

6.3.1.3. Dämmande konstruktioner ny slussled

Nya dämmande konstruktioner planeras att anläggas på västra sidan av den breddade Bergkanalen strax uppströms inloppet till nya slussanläggningen. Delar av den nya slussanläggningen och slussportarna utgör också dämmande konstruktioner, vilka beskrivs i avsnitt 6.1.1 och 6.1.2.

I området uppströms Olidebron och den nya slussen, där en breddning planeras om ca 70 meter för att möjliggöra in- och utfart från slussleden, behöver en ny dämmande konstruktion anläggas, se figur 40. Dammen blir cirka 320 meter lång och föreslås byggas av två konstruktioner med hänsyn till att marknivån bakom ligger lägre utmed delar av sträckan. En rörspont med korrosionsskydd av betong och en gravitationsdamm av betong. Gravitationsdammen är planerad att bli cirka 130 meter lång och avses användas som väntbrygga vid vänteläget. Mellan sluss 2 och gravitationsdammen är bergets läge något osäkert, med en bedömd överyta ovan vattenytan i slussen. Utmed denna sträcka kan det bli aktuellt med en förlängning av gravitationsdammen eller separat anslutande damm, med grundläggning på en högre bergnivå.

En gravitationsdamm är en betongdamm som uppfyller stabilitetskrav genom sin egentyngd tillsammans med grundläggningens friktion. Grundläggningen utförs mot frilagd bergyta med varierande konstruktionsdimensioner längs med den naturliga bergkonturen. Berget under dammen injekteras (kontaktinjektering och vid behov sprucket berg och ridåinjektering) för att minska risken för läckage under den och förses med bergförankring. Det finns även andra utformningsalternativ som kan bli aktuella med likartad funktion, exempelvis som en solid gravitationsdamm.

En stålrorsspont är uppbyggd av stålörspålar som borras ned i berg och bildar en sammanhängande vägg via spontlås. Pålarne samverkar med varandra med hjälp av en pågjuten krönbalk på toppen av pålarne, som samtidigt utgör dammkrön. Stålrorssponten kan komma att förses med bakåtförankrade ankare med hammarbandinfästning i kantbalken. Miljön för konstruktionen har hög korrosivitet och skyddas därför genom en betongpågjutning på uppströmssidan. Berget under sponten injekteras (kontaklinjektering och vid behov ridåinjektering).

Gravitationsdammen och stålrorssponten i det fall fortsatta utredningar visar att det är nödvändigt för denna, dimensioneras för påkörningslast från fartyg samt för tömning av kanalen (marktryck vid tömd kanal).

Nordost om H-huset finns en cirka tre meter hög slänt, som sträcker ett tiotal meter ut från den nya dammen. Ur säkerhetsynpunkt flackas slänten av och förstärkas med krossmaterial i samband med anläggandet för att minska risken för erosion av den, som skulle kunna uppkomma vid ett onormalt stort läckage genom dammen. Åtgärden vidtas även om utredning av släntstabilitet visat att det inte behövs.

Metod för läckagemätning genom dammarna kommer utvärderas i samband med detaljprojektering och kan utgöras av exempelvis vattenståndsrör, tryckmätare, optofiber och/eller läckagedike. Detsamma gäller för de delar av den nya slussen som utgör dämmande konstruktioner.

6.3.1.4. Dämmande konstruktioner 1844 och 1916 års slussleder

Befintliga dämmande konstruktioner i 1844 års och 1916 års slussleder ska både bibehållas och kompletteras med nya dammar direkt uppströms dessa.

När den nya slusstrappan är färdig kommer nuvarande slussled och slusstrappa att stängas för slussning. Med en utebliven sjöfart finns risk för kraftig isbildning i Åkers sjö och Höljan. Befintliga dammar i 1844 års slussar och slussportarna i 1916 års slussled är inte dimensionerande enligt gällande normer och behöver ersättas med nya dämmande konstruktioner. Fyra nya dammar planeras; vid sluss 2 och sluss 3 i 1916 års slussled samt vid befintliga dammar i 1844 års slussled, se Figur 50. En förutsättning för dammarna är att Åkers sjö och Höljan ska ha en vattenyta eller vid behov kunna torrläggas.

De dämmande konstruktioner kan exempelvis vara typen gravitationsdamm grundlagda på berg, men även annan dammutformning kan bli aktuell. Berget under dammarna injekteras (kontaklinjektering och vid behov sprucket berg och ridåinjektering) för att minska risken för läckage under dammen.



Figur 50. Nya dämmande konstruktioner (röda linjer) för 1916 års slussled och 1844 års slussled i Höljan och i Åkers sjö.

Nya dammar i Åkers sjö

Sluss 2 1916 års slussled

Ny damm för fördämning av Åkers sjö i 1916 års slussled planeras att anläggas något uppströms nuvarande slusshuvud och svängbron (ligger kvar parallellt på land som idag) för avstängning av både sluss och tilloppskanaler. Delar av piren på östra sidan rivs för den nya dammkonstruktionen. Alternativt kan dammen placeras i läget för befintliga slussportar, och utgöras av en betongmur mot bakomliggande fyllning i slussen.

Dammkonstruktionen grundläggs mot bergets överyta och mot berget på båda sidor. På norra sidan förlängs dammen med en tätjärna/betongmur som grundläggs mot befintligt berg och går igenom befintlig mark och korsar hamnplanen för att ansluta mot den nya fördämningen av 1844 års slussled, se Figur 50. Tätjärnan/betongmuren gjuts mot bergets överyta. Åtgärden är nödvändig för att minska problemen med de diffusa läckage som sker igenom befintliga stenmurar utmed inloppen till slussarna. Berget under muren injekteras (kontaktinjektering och vid behov sprucket berg och ridåinjektering) längs med hela sträckan för att minska risken för läckage under den och uppnå en god täthet för en fördämning av Åkers sjö.

Dammen anläggs med ett fribord på 0,7 meter med hänsyn till det kulturhistoriska värdet och anpassning till omgivande miljö och marknivå utefter kanalen. Det är ett något lägre fribord än en meter som rekommenderas i RIDAS för denna typ av konstruktioner, men kan motiveras utifrån att Åkers sjö har en liten risk för snedställning av vattenytan från vind och uppkomst av vågor som kan överspola dammen.

1844 års slussled

Vid utformning av ny damm för fördämning av Åkers sjö i 1844 års slussled planeras en ny damm placeras något uppströms befintlig betongmur och bro för att begränsa intrång på murväggarna utefter slussen. Alternativt kan dammen placeras i läget för den befintliga avstängningen.

Ny damm grundläggs mot befintligt berg. På norra sidan förlängs dammen med en tätjärna/betongmur som grundläggs mot befintligt berg och går igenom befintlig mark och ansluts mot intilliggande bergvägg. På södra sidan förlängs dammen med en tätjärna/betongmur mot nya dammen vid sluss 2 enligt beskrivit ovan.

På motsvarande sätt som för sluss 2 anläggs dammen med ett fribord på 0,7 meter.

Nya dammar och anläggningar i Höljan

Sluss 3 1916 års slussled

Ny damm för uppdämning av Höljan vid sluss 3 planeras att anläggas något uppströms nuvarande slussportar. Alternativt kan dammen placeras i läget för befintliga slussportar, och utgöras av en betongmur mot bakomliggande fyllning i slussen.

Dammkonstruktionen grundläggs mot bergets överyta och ansluts mot bergväggarna på ömse sidor av kanalen.

Dammen anläggs med ett fribord på 1,0 meter.

1844 års slussled

Vid utformning av ny damm för uppdämning av Höljan för 1844 års slussar placeras en ny damm anläggas antingen direkt uppströms befintlig avstängning eller i det nuvarande dess läge. Alternativ lösning för fördämning är att använda befintlig stödmur och utföra en förstärkning av denna i det fall bärighetsutredning visar att det är möjligt. Det ger inte lika lång livslängd som en ny dammkonstruktion, men har en lägre inverkan på den befintliga bronns utseende. Den planerade avsänkning av vattennivån i Höljan bidrar till att islasterna minskar något jämfört med att ha kvar nuvarande nivå. Ett annat alternativ för att åstadkomma isfrihållning är genom bubbelridå och bubblor eller pump som skapar cirkulation i vattnet framför befintlig damm.

Dammkonstruktionen grundläggs i hela sin längd mot bergets överyta. På väster sida förlängs dammen med en tåtkärna/betongmur genom befintlig mark och gjuts mot intilliggande bergvägg. På öster sida förlängs dammen på motsvarande sätt så att den ansluter mot befintlig fyllnadsdamm i syfte att förlänga läckagevägen.

Dammen anläggs med ett fribord på 1,0 meter.

Isutskov och bräddavlopp

De befintliga påbyggda betongkonstruktionerna som idag dämmer upp vattnet vid isutskovet är dimensionerade för att klara vatten och islaster. Konstruktionerna är från 1916 med vissa ombyggnationer och förstärkningar och kan i framtiden behöva förstärkas genom pågjutning på uppströmssidan eller genom anläggande av ny separat dammkonstruktion på uppströmssidan, som grundläggs på bergets överyta.

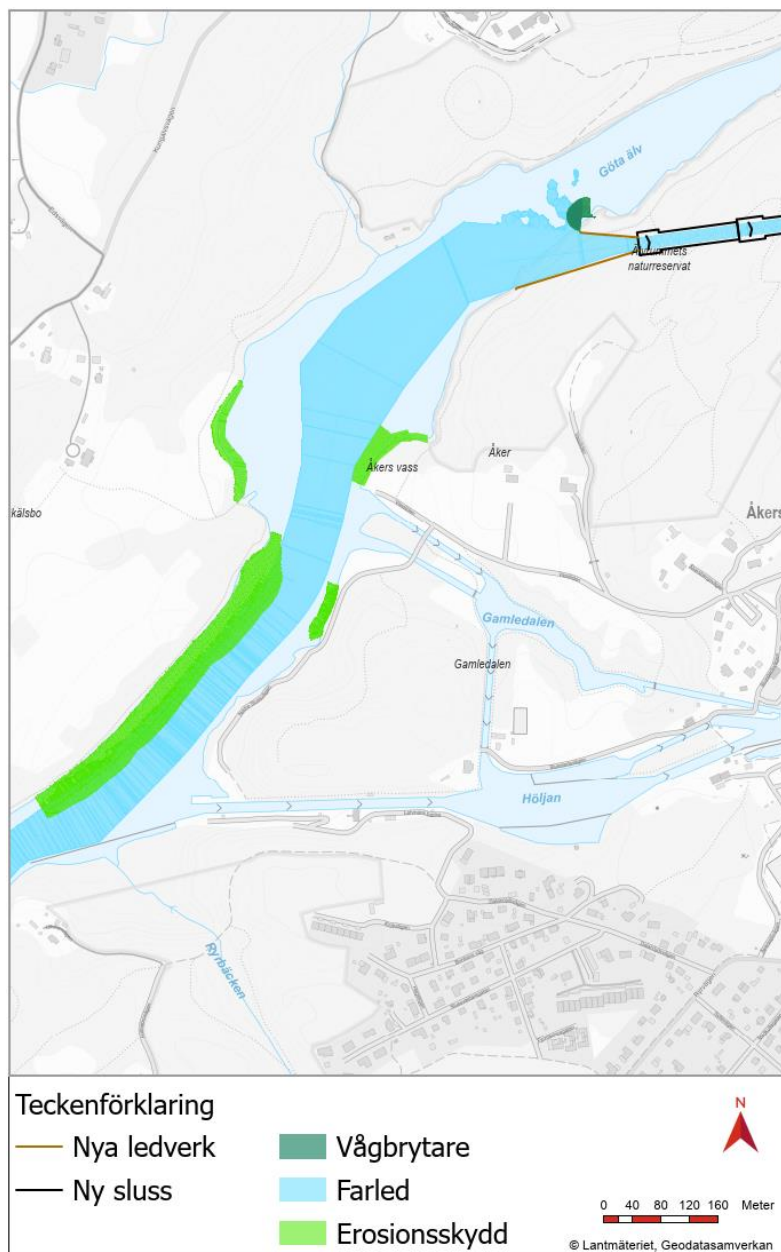
Bräddavloppet planeras likt idag att användas för att reglera vattennivån i Höljan genom att en ny tröskel anläggs med en överkant på +30,0. Befintlig fällucka i stål demonteras eller sätts i nedfällt läge.

6.3.2. Stödkonstruktioner

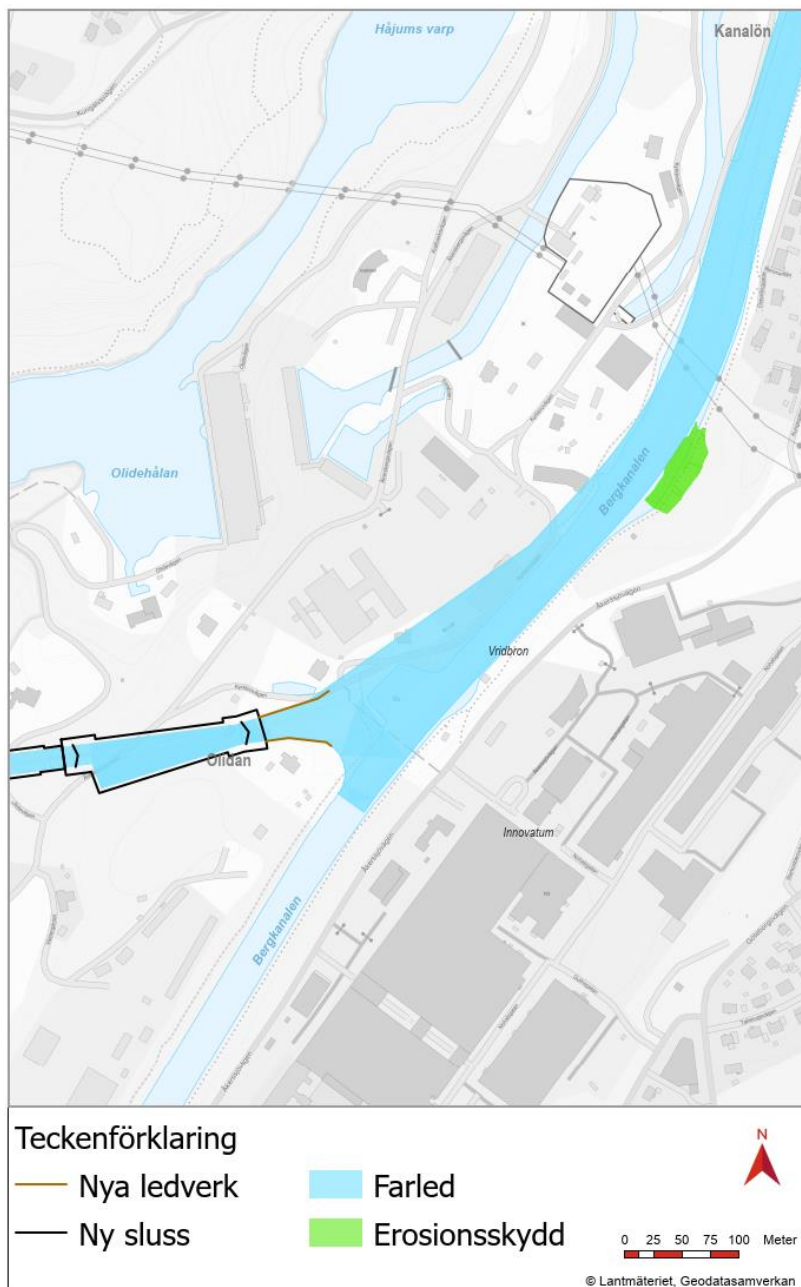
Till följd av breddningen av Bergkanalen kommer det att finnas sträckor längs kanalen som har behov av stödkonstruktioner. För dessa stödkonstruktioner föreslås ett antal typlösningar, där de antingen utgörs av blockmur, stödmur i betong eller rörspont med krönbalk av betong. Då Trollhättans kanal- och slussområde är skyddat som statligt byggnadsminne ställs det krav på att minimera intrång samt på hur nya murar uppförs. Krav för uppbyggnad av nya murar kommer att bestämmas i samband med ansökan om tillstånd för ändring av statligt byggnadsminne.

6.3.3. Erosionsskydd och vågbrytare

Erosionsskydd planeras att anläggas vid alla jordslänter längs planerad justerad farled i Göta älv och i Bergkanalen enligt Figur 51 och Figur 52. Erosionsskydden syftar till att skydda slänterna mot erosion orsakad av strömmande vatten i älven och vågor från passerande fartyg och planeras anläggas med sprängsten.

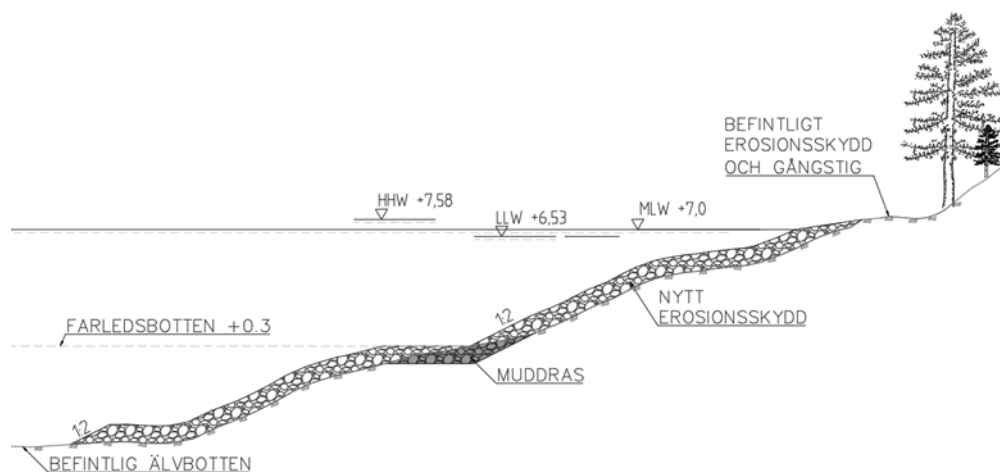


Figur 51. Karta över planerade erosionsskydd längs justerad farled i Göta älv.



Figur 52. Karta över planerat erosionsskydd i Bergkanalen.

För den västra sidan av Göta älv, vid Skälsbo, planeras erosionsskydd att anläggas norr och söder om ett lokalt fastmarksparti med berg i dagen. Erosionsskyddet planeras att anläggas nedanför det befintliga erosionsskyddet ned till en bit utanför släntfot, enligt Figur 53. För detta erosionsskydd kan lokal muddring av slänten bli nödvändig för att skapa utrymme för skyddet.



Figur 53. Principsektion över erosionsskydd i Skälsbo samt bedömd maximal utökning med tryckbank i Skälsbo.

Erosionsskydd planeras även att anläggas strax norr och söder om kajmurarna vid 1800- och 1844-års slussar. Dessa erosionsskydd planeras att anläggas från nivån för befintlig markyta ned till en bit utanför släntfot. Där muddring utförs i anslutning till planerade erosionsskydd kommer även den nya undervattensslänten erosionsskyddas.

Vid slussinfarten i Göta älv består botten av berg, vilket innebär att erosionsskydd inte behövs där. Norr om slussinfarten, där botten efter muddring kommer att bestå av delvis lera och delvis berg, planeras en konformad vågbrytare, se Figur 51. Syftet med vågbrytaren är att skapa strömlå vid slussinfarten. Vågbrytaren kommer påverkas av propellervattenströmmar vilket innebär att den utsätts för högre vattenhastigheter än övriga erosionsskydd. Erosionsskyddet på vågbrytaren behöver därför vara robust och kan exempelvis anläggas med större block eller någon typ av betongmadrass.

Breddningen av Bergkanalen kommer att ge kanalen en ny utformning och innebära ingrepp i de befintliga kanterna, men kanalens botten kommer att påverkas minimalt. Ett lokalt lerområde väster om Åkerssjövägen kommer att exponeras vid breddningen och behöver därför säkras mot erosion. Erosionsskyddet i Bergkanalen kommer att utformas på liknande sätt som de i Göta älv, men något tjockare för att även fungera som tryckbank. Erosionsskyddets läge i Bergkanalen framgår av Figur 52.

Den totala volymen material som åtgår för samtliga nya erosionsskydd blir cirka 25 000 till 45 000 m³, och kommer totalt att täcka en yta om cirka 35 000 m².

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

6.3.4 Tryckbank

Den planerade tryckbanken i den södra delen ska integreras tillsammans med erosionsskyddet, i det område som är beläget invid strandlinjen, och vara uppbyggd av liknande fyllnadsmaterial som används för erosionsskyddet. Tryckbanken kommer även att utformas med ett övre, naturanpassat plan.

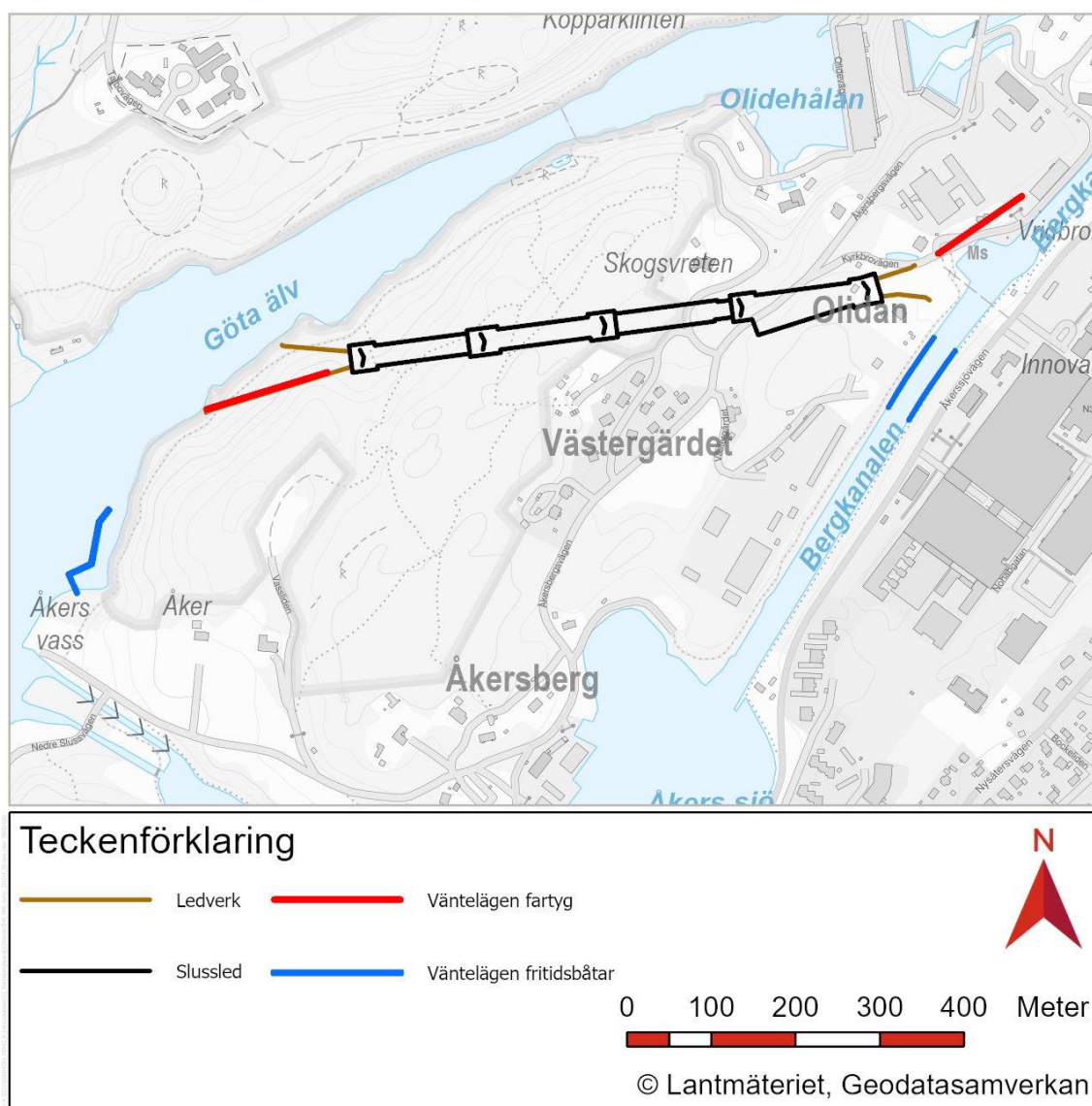
I Figur 53 redovisas tryckbankens läge och utbredning i terrängen/älven. Den slutliga utformningen av tryckbanken beror av vilka stabilitetssäkrande åtgärder som i detalj erfordras utifrån Trollhättan stads pågående utredning. Det kommer att kunna närmare redogöras för i ett kompletterande PM till inlämnad ansökan, en komplettering som Trafikverket planerar leverera i början av 2026.

6.3.4. Väntelägen

6.3.4.1. Fartygstrafik

Längs den nya slussleden planeras två nya väntelägen för fartygstrafiken. Väntelägena är till för att fartyg ska kunna stanna och invänta slussning eller mötande fartyg, samt möjliggör förtöjning under kortare tid vid exempelvis dimma. Tiden för hur länge fartygen stannar vid vänteläget är begränsad.

Uppströms triangelsslussen (sluss 2) på nordvästra sidan av farleden, längs den raka delen som löper förbi det så kallade H-huset, planeras ett tillfälligt vänteläge för fartyg, se Figur 54. Placering av väntelägen. För att minimera markanspråket kommer angöring ske mot dammkonstruktionen som är planerad längs denna sträckning. Se även kapitel 6.3.1 om dämmande konstruktioner.



Figur 54. Placering av väntelägen.

På farledens södra sida nedströms sluss 4 planeras ytterligare ett vänteläge, se Figur 54. Placering av väntelägen.. Södra ledverket, i inloppet till sluss 4, förlängs och föreslås utgöra vänteläge. För beskrivning av ledverkets konstruktion se kapitel 6.3.4.

6.3.4.2. *Fritidsbåtar*

På östra sidan av Bergkanalen i höjd med Olidans gård planeras ett vänteläge för fritidsbåtar, se Figur 54. Placering av väntelägen. Väntläget kommer placeras på högra sidan intill Olidans gård eller på vänstra sidan intill dragvägen. Vilken av placeringarna som det beslutas om bestäms i senare skede. Väntelägen planeras att utföras som en cirka 100 meter lång träbrygga, som anläggs mot berg med en underliggande stålkonstruktion. Bryggan utformas för att ge tillgänglighet till dragvägen på vänster sida eller gångvägen på högra sidan.

Ytterligare ett väntläge för fritidsbåtar planeras nedströms den nya slussanläggningen strax norr om 1844-års sluss i Åkersvass, se Figur 54. Placering av väntelägen..

6.3.5. Ledverk

I slussinfarterna behövs ledverk för att leda in fartygen i slussen och därmed skydda både utsatta konstruktionsdelar och fartyg. Ledverken konstrueras för att uppta energin vid en påsegling.

Infarten till sluss 2 går till stor del i bergskärning. Ledverket kan därför utgöras av betongkonstruktioner som grundläggs på eller mot berg över högsta högvattennivån. Bakom ledverken mot betongkonstruktionerna monteras energiupptagande fendrar. Betongkonstruktionerna behöver förankras i berget med hjälp av förankringsstag.

Även infarten till sluss 4 går i bergskärning. Norra sidans ledverk föreslås utföras som en långsgående betongbalk ovan högsta högvattennivån, som gjuts mot och förankras i berg. Energiupptagande fendersystem monteras bakom ledverken mot betongen.

Södra ledverkets utformning i plan med radie kontra bergskärningens i plan raka linje innebär ett varierande avstånd från ledverk till bergskärning. Detta ledverk förelås därför utföras som en pålad konstruktion. Ledverket stabiliseras i sidled antingen genom horisontella tryckbalkar mot bergskärningen eller lutande stålrörspålar mot botten. Beroende på bergskärningens slutliga utformning kan det även bli aktuellt med en betongkonstruktion mot berg likt lösningen för norra sidans ledverk.

6.3.6. Ledningskulvert

Det finns eventuellt behov av en ledningskulvert tvärs den nya slussleden.

Ledningskulverten föreslås vara placerad under kanalen mellan sluss 2 och 3 och utformas som en betongtunnel stor nog för personal ska kunna utföra drift- och underhållsarbeten.

6.4. Ombyggnadspåverkan på nuvarande konstruktioner i Bergkanalen

Befintliga ledverk, murar och kanalsläntror kommer att påverkas av planerad anpassning av Bergkanalen och behöva rivas där kanalen breddas.

Nohabs Vridbro beskrivs i kapitel 5.1. Eftersom kanalen kommer breddas vid landfästet för bron kommer funktionen att tas ur bruk när den justerade farleden är färdigbyggd.

Vattenfall använder bron för specialtransporter vid utbyte av delar av vattenkraftsanläggningarna. Även Sjöfartsverket använder sig av bron för att bland annat få fram mobilkranar. Brons funktion måste därför vara tillgodosedd ända tills alternativ väg via de öppningsbara broarna Västergårdetbron och Bro över slussleden är färdigbyggd.

Även den öppningsbara gång- och cykelbron Olidebron kommer tas ur bruk eftersom Bergkanalen breddas vid brons läge. Brons bärande delar och maskineri planeras att

återanvändas i Vänersborg och måste därav demonteras med varsamhet. Vilka delar av bron som kan återanvändas och hur denna demontering och montering ska ske beslutas i senare skede.

Ledningen från Olidanbassängen till Nohabs provstation (Olidan 3:14) kommer att tas ur bruk. Ledningen mellan bassängen och diket sydväst om Nyckebo rivs och diket fylls igen. Ledningen från diket till Åkersbergsvägen pluggas i båda ändar.

6.5. Bortledande av grundvatten

Anläggande av planerad slussled medför schaktning i jordlager samt sprängning och urschaktning av berg på sträckan mellan Bergkanalen och Göta älv. Det planeras även för tunneldrivning på sträckan Skogsvreten till Göta älv för isutskov-bräddavlopp.

Arbeten kommer att utföras under nuvarande grundvattennivå och ska kunna utföras i relativ torrhet, vilket medför att grundvatten behöver ledas bort. För att minska inläckaget av grundvatten till schakt i anläggningsskedet kan tätningsarbeten i form av injektering behöva utföras. Injektering kommer huvudsakligen att utföras i berglager för att försöka tät sprickor i berget. Tätning kan vid behov även utföras i jordlager för att tät glipor i spont eller mellan spont och berg. Trots dessa åtgärder är det inte tekniskt möjligt att tät så att inget grundvatten rinner in till schakterna.

I anläggningsskedet kommer grundvattenbortledningen ske till schaktbotten för respektive slusskammare, Slusskanalen, tunnel för isutskov-bräddavlopp och betongdammen som planeras att byggas på västra sidan av Bergkanalen uppströms ny sluss 2. Det kommer även utföras schakt för kajer längs slusskammare, serviceväg och andra detaljschakt. I förhållande till den grundvattenbortledning som sker för slusskammare, Slusskanalen samt tunneln bedöms dessa dock ha marginell ytterligare påverkan.

Även i driftskedet kommer grundvattenbortledning att ske, då den färdigbyggda slussleden befinner sig under de nuvarande grundvattennivåerna. Slusskammare och Slusskanalen kommer att vara fyllda med vatten, vilket innebär att det är ytvattennivåerna i respektive slusskammare och Slusskanalen som styr grundvattenbortledningen tillsammans med de nivåer som är dränerande för kajer, serviceväg och övriga ytor intill slussleden.

I driftskedet sker även en grundvattenhöjning i området väster om den nya dammen uppströms ny sluss 2. Tryckskillnaden mellan ytvattennivån i Bergkanalen och den lägre liggande grundvattennivån i berget nedströms den nya dammen gör att vatten från Bergkanalen transporteras till berget väster om dammen. Justeringen av Bergkanalen uppströms ny sluss 2 medför att Bergkanalens vattenyta utökas västerut, vilket innebär att även grundvattenflödet från Bergkanalens botten kommer att ske längre västerut än i nuläget. Detta leder till en höjning av grundvattennivåerna väster om dammen.

Tunnel för isutskov-bräddavlopp avsänker grundvatten till samma nivåer i både anläggningsskedet och driftskedet.

I samband med att 1916 års slussled tas ur bruk i driftskedet kommer vattennivån i Höljan att sänkas. Då den befintliga sluss 2 inte kommer att vara fylld med vatten under driftskedet förutsätts konservativt att den framtida vattennivå för Höljan även gäller för befintlig sluss 2, vilket ger möjlighet att utforma stabiliserande åtgärder eller rivning och förstärkning av delar av konstruktionerna utan krav på att det blir en tät konstruktion i det nedre slushuvudet. Sänkningen av ytvattennivån i Höljan och den befintliga sluss 2 medför en grundvattensänkning i omgivningen.

Grundvattenbortledningen gör att det uppstår en sänkning av grundvattennivån i det omgivande berget och överliggande jordlager, där sådana finns. Sänkningen av grundvattennivån uppstår på båda sidor om den planerade slussleden.

Grundvattenbortledningen och förändring av grundvattennivån i anläggningsskedet respektive driftskedet sker i förhållande till de befintliga grundvattennivåer som råder i området, se kapitel 3.4. De befintliga grundvattennivåerna utgörs av medelnivåer beräknade på hittills insamlade mätdata från respektive mätpunkt.

Storleken på grundvattenbortledningen och den resulterande förändringen av grundvattennivå har beräknats för anläggnings- respektive driftskede. Beräkningen av grundvattenbortledning har utförts med hjälp av en grundvattenmodell som upprättats i programmet Visual MODFLOW (McDonald, 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 slussleden. 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:5. Resultatet presenteras för stationära förhållanden, vilket innebär att det hydrogeologiska systemet står i jämvikt och att grundvattennivåförändringar är fullt utvecklade. Redovisade mängder grundvattenbortledning ska således betraktas som långtidsmedelvärden och inte som kortvariga momentana flöden som exempelvis kan uppstå under avsänkningsfasen i anläggningsskedet eller efter kraftiga skyfall.

Det område som omfattas av en sänkning eller höjning av grundvattennivån till följd av anläggande av den nya slussleden och justerad sträckning av Bergkanalen benämns påverkansområde. Ett påverkansområde utgörs av det område där grundvattennivån sänks eller höjs i förhållande till den nuvarande grundvattennivån och ska representera en sänkning av grundvattennivå utöver vad som utgör naturlig variation.

Påverkansområdet avgränsas vanligen dels utifrån den storlek på avsänkningen som bedöms vara möjlig att med relativ säkerhet hänföra till grundvattenbortledningen utöver naturlig variation, dels utifrån den storlek på avsänkning som eventuella grundvattenberoende objekt bedöms kunna tåla utan risk för negativ påverkan.

Baserat på utförda inventeringar är det enbart enskilda brunnar samt hus och ledningar på sättningskänsliga jordarter som utgör objekt som kan påverkas av en sänkning av grundvattennivå till följd av ny sluss och justerad farled. Det kommer att göras åtgärder för att det inte ska uppstå skador på hus till följd av marksättningar, och de ledningar som ligger inom områden med sättningskänsliga jordlager kommer att läggas om i anläggningsskedet. De objekt som kan påverkas negativt är då enbart de enskilda brunnar som finns i området.

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.

För grävda brunnar med liten tillgänglig vattenpelare kan även en relativt liten grundvattensänkning medföra en stor påverkan. Därför har det lägre värdet på 0,3 meter avsänkning valts för att avgränsa påverkansområdet i jordlagren. Borrade brunnar i berg har en stor tillgänglig vattenpelare, där en relativt stor avsänkning av vattennivån inte ger någon stor påverkan. I berg bedöms det därför vara möjligt att använda det högre värdet, 1,0 meter avsänkning.

Påverkansområde för grundvattensänkning i anläggnings- respektive driftskedet och för grundvattenhöjning i driftskedet har därmed avgränsats som det område där grundvatten sänks eller höjs mer än 0,3 meter i jordlagren och mer än 1,0 meter i berg. Avsänkningen i jordlager och i berg har jämförts i varje given punkt och den påverkan som når längst ut har

valts för att skapa ett gemensamt påverkansområde för jordlager och berg. Motsvarande förfarande har använts för påverkansområdet för höjning av grundvattennivå.

Påverkansområden för grundvattensänkning och grundvattenhöjning sträcker sig ut under eller förbi ytvattendrag i Göta älv, Bergkanalen och intagskanalen till Olidans kraftverk. Ett påverkansområde avstannar vanligen vid ett ytvattendrag, eftersom ytvattendrag generellt kan infiltrera tillräckligt med vatten för att motverka en grundvattensänkning eller utgör ett område där vatten från en grundvattenhöjning kan läcka ut. Eftersom berget konstaterats vara relativt tätt kan grundvattensänkningen inte kompenseras av infiltration vid ytvattendragen, vilket leder till att grundvattensänkningen kan utbildas i berget under ytvattendragen. Detta innebär också att nivåerna i ytvattendragen inte påverkas av grundvattensänkningen. För grundvattenhöjningen kan en höjning av grundvattennivån i berget inte påverka ovanför botten på ett ytvattendrag och grundläggningsnivån eller dräneringsnivån för en byggnad, eftersom utläckande vatten förs bort snabbare i ytvattendraget, dräneringsledningen eller grundläggningsmaterialet än vad det hinner läcka ut från det tätare berget.

6.5.1. Anläggningsskede

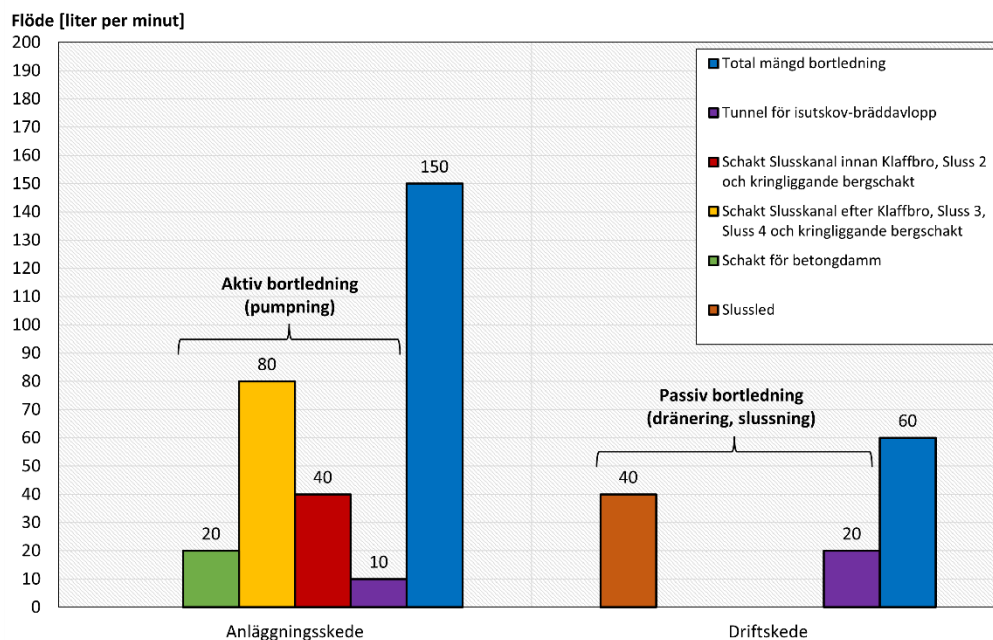
I anläggningsskedet sker grundvattenbortledningen till de nivåer som framgår av Tabell 4. Av tabellen framgår även ungefärlig storlek som grundvattensänkningen som mest uppgår till vid respektive anläggningsdel.

Tabell 4. Ungefärliga nivåer för grundvattenbortledning och ungefärlig storlek som grundvattensänkningen som mest uppgår till i anläggningsskedet

Anläggningsdel av slussled	Ungefärlig schaktbottennivå för planerad slussled [RH2000]	Ungefärlig grundvattensänkning i anläggningsskede [meter]
Betongdamm uppströms sluss 2	+30,8	6
Sluss 2	+22	20
Slusskanalen	+23,3 - +24,2	12
Tunnel för isutskov- bräddavlopp	+24,2 - +7,9	18
Sluss 3	+9,8	40
Sluss 4	-2,4	40

Den största sänkningen av grundvattennivån uppstår i direkt anslutning till den nya slussleden, tunnel för isutskov-bräddavlopp och dammen uppströms sluss 2. Avsänkningen avtar därefter snabbt med ökat avstånd från respektive schakt och tunnel.

Storleken på grundvattenbortledning för anläggningsskedet presenteras i Figur 55.



Figur 55. Beräknade mängder erforderad grundvattenbortledning under anläggningsskede och driftskede. Anläggningsskede avser aktiv bortledning genom pumpning av inläckande vatten till schakt för planerad slussled, tunnel för isutskov-bräddavlopp och schakt för betongdamm uppströms ny sluss 2. I driftskedet sker det enbart passiv bortledning av grundvatten som avleds genom slussarna, tunnel för isutskov-bräddavlopp och dräneringssystem i övriga bergskärningar. Nederbörd som faller över schakten och processvatten för exempelvis betongarbeten ingår inte i volymerna.

Vid fullt uttagna schakter för den nya slussleden, Slusskanalen, tunnel för isutskov-bräddavlopp samt schakt för betongdamm på västra sidan av den justerade Bergkanalen beräknas grundvattenbortledningen i anläggningsskedet uppgå till cirka 150 liter per minut.

En uppdelning av volymen grundvattenbortledning har gjorts för hantering av länshållningsvatten med olika innehåll av exempelvis kväverester eller existerande föroreningar:

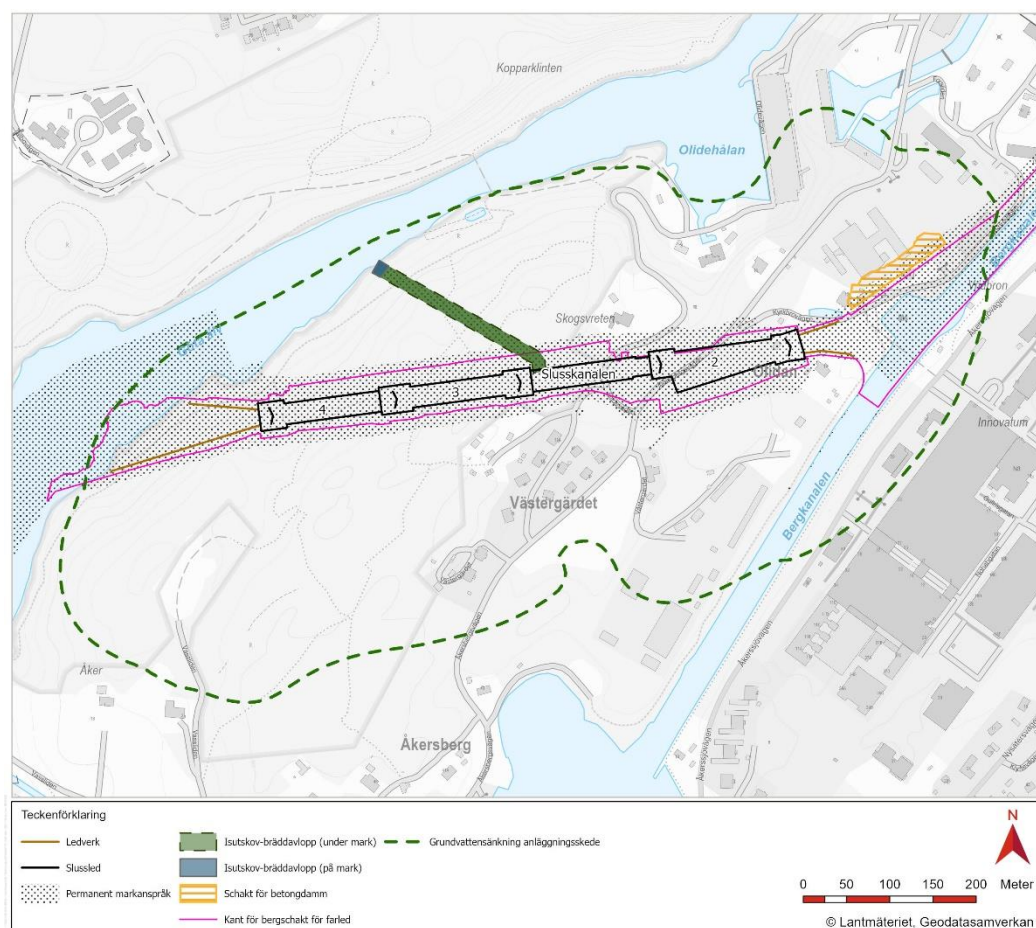
- cirka 10 liter per minut från tunnel för isutskov-bräddavlopp
- cirka 40 liter per minut från schakt för ny slussled omfattande sluss 2, Slusskanalen med ledningskulvert, klaffkammare och omkringliggande bergschakter
- cirka 80 liter per minut från schakt för ny slussled omfattande sluss 3 och 4, Slusskanalen nedströms ledningskulvert och klaffkammare samt omkringliggande bergschakter
- cirka 20 liter per minut från schakt för betongdamm på västra sidan av den justerade Bergkanalen uppströms ny sluss 2

Grundvattenbortledningen kommer att utföras genom länshållning av inläckage till schakt via pumpar som installeras i pumpgropar i botten på schakten. Länshållningsvattnet leds därefter bort till Bergkanalen eller Göta älv, se kapitel 6.6.

Beräknad omfattning av grundvattensänkning under anläggningsskedet framgår av Tabell 5 och Figur 56.

Tabell 5. Ungefärlig omfattning och utbredning på grundvattensänkningen i anläggningsskedet

Ungefärligt avstånd från schakt för ny slussled [meter]	Grundvattensänkning i anläggningsskede [meter]
0 – 15	20 – 40
15	20
80	10
100	5
120	2
200	1
280	0,5
310	0,3



Figur 56. Beräknat påverkansområde för grundvattensänkning under anläggningsskedet.

6.5.2. Driftskede

I driftskedet sker grundvattenbortledningen till de ytvattennivåer som framgår av Tabell 5. Av tabellen framgår även ungefärlig storlek som grundvattensänkningen som mest uppgår till vid respektive anläggningsdel.

Storleken på grundvattenbortledning för driftskedet presenteras i Figur 55.

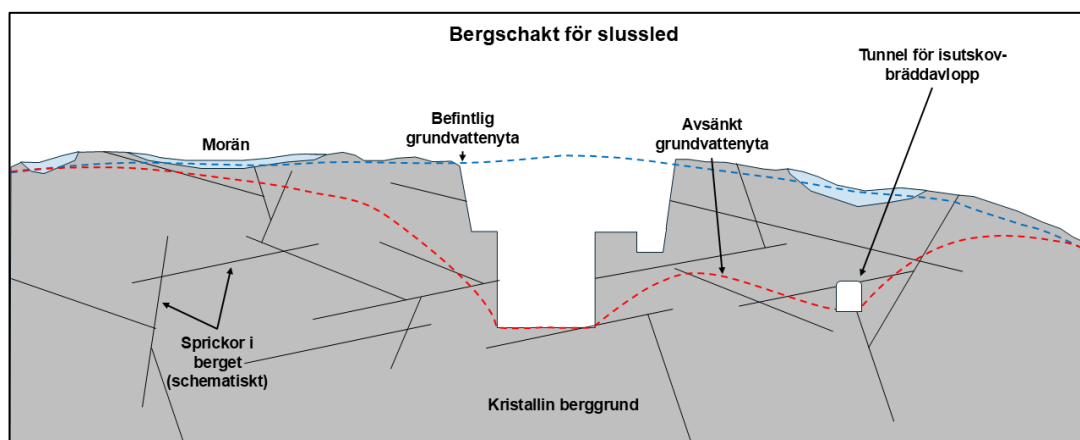
Tabell 6. Ungefärliga nivåer för grundvattenbortledning och ungefärlig storlek som grundvattensänkningen som mest uppgår till i driftskedet

Del av slussled	Ungefärlig vattennivå för planerad slussled [RH2000]	Ungefärlig grundvattensänkning i driftskede [meter]
Sluss 2	+39,4	2
Slusskanalen	+31,8	2–10
Sluss 3	+31,8	15–23
Sluss 4	+19,8	23

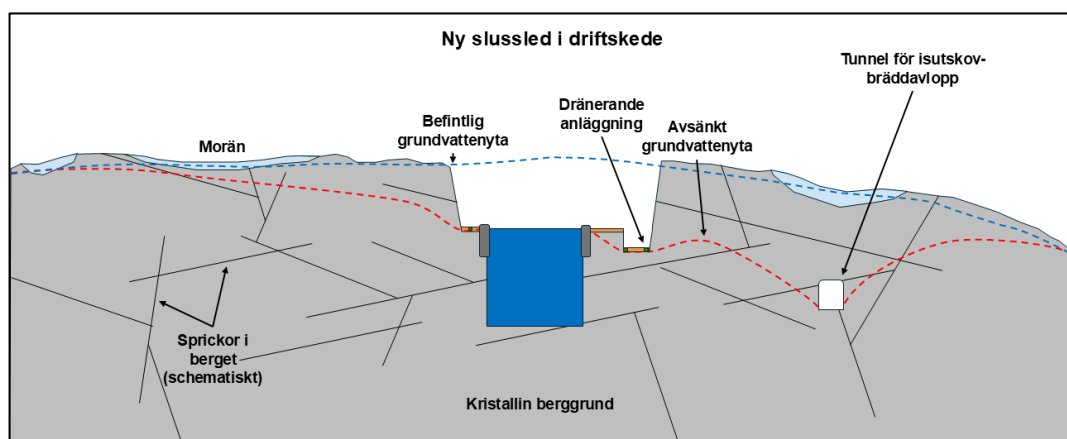
Grundvattenbortledningen i driftskedet har beräknats uppgå till cirka 60 liter per minut, fördelat på cirka 40 liter per minut från själva slussleden och cirka 20 liter per minut från tunnel för isutskov-bräddavlopp. Grundvattenbortledningen i driftskedet sker passivt genom att inläckage till slussleden antingen leds bort i slusskammarna eller via dräneringsledningar vid bergslänterna för att slutligen hamna i Göta älv där slussleden mynnar ut. För tunneln sker bortledningen via inläckage till tunneln och därefter ut i Göta älv.

Anledningen till att grundvattenbortledningen från tunneln är större i driftskedet än i anläggningsskedet är att grundvattennivån i berget är högre i driftskedet, eftersom grundvattensänkningen sker till ytvattennivån i slusskammare och Slusskanalen i stället för till deras botten. Detta leder till att grundvattennivån i berget mellan slussleden och tunneln också är högre, vilket innebär att mer grundvatten finns tillgängligt för att bortledas via tunneln. I anläggningsskedet leds denna extra volym i stället bort via slussleden.

Skillnaden i avsänkningen av grundvattennivån mellan slusskammaren och tunneln i anläggningsskedet respektive driftskedet illustreras principiellt i Figur 57 och Figur 58.



Figur 57. Principiell tvärsektion för grundvattennivåns avsänkning i berget vid ny slussled och tunnel för isutskov-bräddavlopp i anläggningsskedet.



Figur 58. Principiell tvärsektion för grundvattennivåns avsänkning i berget vid ny slussled och tunnel för isutskov-bräddavlopp i driftskedet.

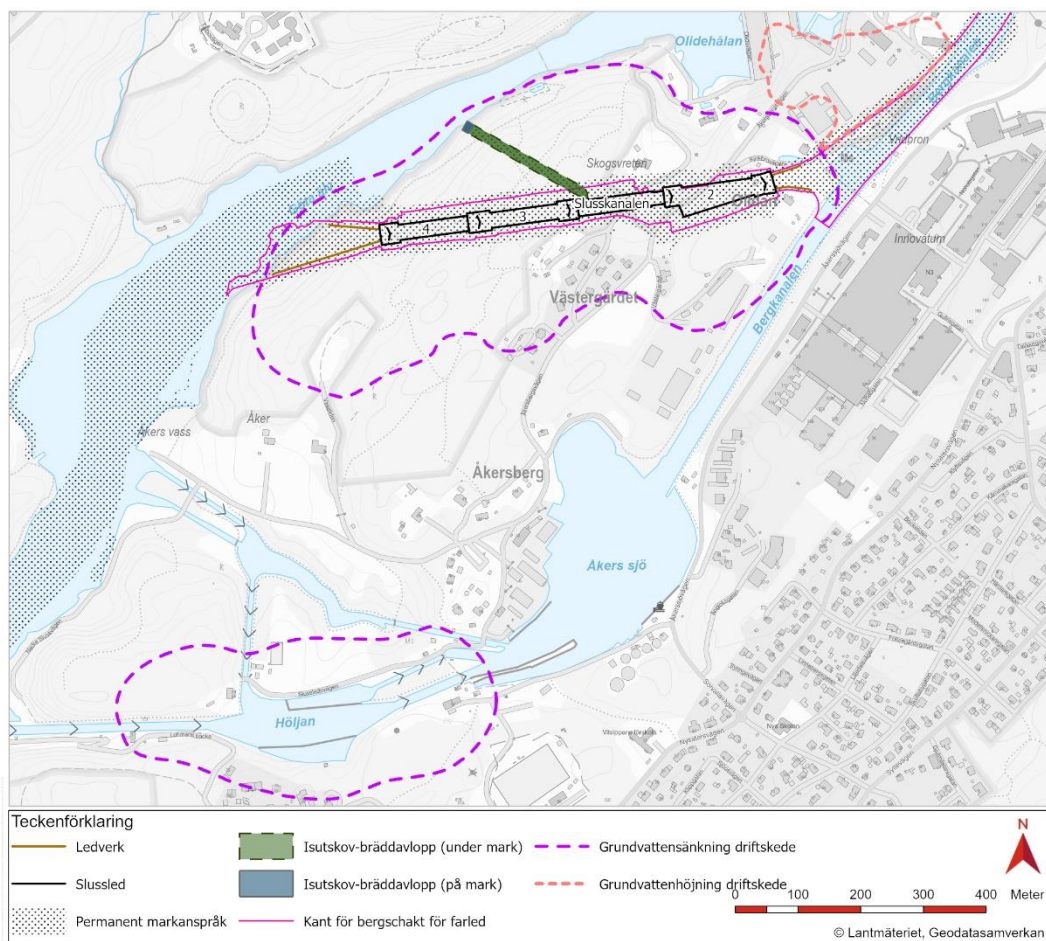
Beräknad omfattning av grundvattensänkning under driftskede framgår av Tabell 7 och Figur 59.

Tabell 7. Ungefärlig omfattning och utbredning på grundvattensänkningen i driftskede vid fylld slussled

Ungefärligt avstånd från schakt för ny slussled [meter]	Grundvattensänkning i driftskede med fyllda slussar [meter]
0 – 5	20
5 – 15	10
70	5
90	2
140	1
160	0,5
230	0,3

Efter att 1916 års slussled tagits ur drift kommer vattennivån i Höljan att sänkas till nivå +30,3. Detta innebär en avsänkning på cirka 1 meter jämfört med nuvarande vattennivå för Höljan och en avsänkning på cirka 9 meter för befintlig sluss 2. Sänkningen av vattennivån i Höljan och befintlig sluss 2 medför en grundvattensänkning som sträcker sig cirka 120 meter ut från strandlinjen/slussen, se Figur 59.

Höjningen av grundvattennivå väster om betongdammen uppströms ny sluss 2 blir cirka 2 meter i slänten ner mot Olidanbassängen och cirka 1,5 m direkt intill dammen. Beräknad omfattning på grundvattenhöjning framgår av Figur 59.



Figur 59. Beräknade påverkansområden för grundvattensänkning och grundvattenhöjning under driftskede.

6.6. Länshållningsvatten

Under anläggningsskedet kommer eventuellt inläckande grundvatten, dagvatten samt inläckande vatten från Göta älv och Bergkanalen att länshållas. Den justerade farleden kommer innebära schaktarbeten, vilket även omfattar justering av slänter och markstabilisering. Markytan friläggs varvid grumligt byggdagvatten kan bildas vid nederbörd. Inläckande grundvatten till schakt för bland annat slussleden och tunnel till isutskov-bräddavlopp behöver pumpas bort i anläggningsskedet tillsammans med dagvatten och nederbörd. Det bortpumpade vattnet benämns tillsammans som länshållningsvatten.

I anläggningsskedet kommer länshållningsvatten släppas till Göta älv och Bergkanalen. Länshållningsvattnets flöde som utgörs av inläckande grundvatten och dagvatten beräknas totalt till cirka 4,5 l/s. Notera att detta är en grov beräkningen och att länshållningsvattnet inte kommer vara konstant under hela anläggningsskedet. För en mer ingående beskrivning se Bilaga B:4 - PM Länshållningsvatten och Bilaga B:5 PM Hydrogeologi.

Den delvolym av länshållningsvattnet som utgörs av grundvatten i anläggningsskedet har beräknats till 2,5 l/s (cirka 150 l/min), se avsnitt 6.5.1. Delvolymen som utgörs av dagvattenflöde inom schaktområdet har beräknats till cirka 2,0 l/s med hjälp av StormTac. Möjliga källor till föroreningar i länshållningsvatten är schaktarbeten i förorenad mark, inläckande grundvatten, restprodukter från injektering av berg, betongarbete, bergsprängning och hantering av krossat bergmaterial.

För en mer ingående beskrivning av länshållningsvatten, se Bilaga B:4 PM Länshållningsvatten.

6.6.1. Hantering av länshållningsvatten

Länshållningsvattnet kan innehålla förhöjda halter av föroreningar och kommer vid behov behandlas innan utsläpp till recipienterna. Möjliga källor till föroreningar i länshållningsvatten är schakt i förorenad mark, inläckande förorenat grundvatten, restprodukter från injektering av berg, bergsprängning och hantering av krossat bergmaterial.

Länshållningsvatten från schakt av damm vid H-huset bedöms utgöra en större risk till höga halter. Utförd provtagning i och i närheten av fastigheten Olidan 5:28 har påvisat förorenad jord och förhöjda halter i grundvatten. Utifrån detta förväntas ett mer förorenat länshållningsvatten vid H-huset jämfört med resterande slussled. Utformning av reningsstegen kommer att anpassas utifrån lokala förutsättningar, tillgänglighet på plats och tekniska begränsningar. Val av exakt plats sker under planeringsskedet av anläggningsskedet utifrån rådande förutsättningar och kan ändras under arbetets gång. För en övergripande beskrivning av rening av länshållningsvatten i kapitel 9.3.

Den volym av länshållningsvattnet som utgörs av grundvatten har beräknats till cirka 150 liter per minut totalt fördelat på delvolymerna för de anläggningsdelar som bedöms vara möjliga att separera, se ovan. Detta möjliggör ett omhändertagande av länshållningsvatten som kan ha olika innehåll för vidare hantering.

6.7. Byggmetoder och masshantering

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

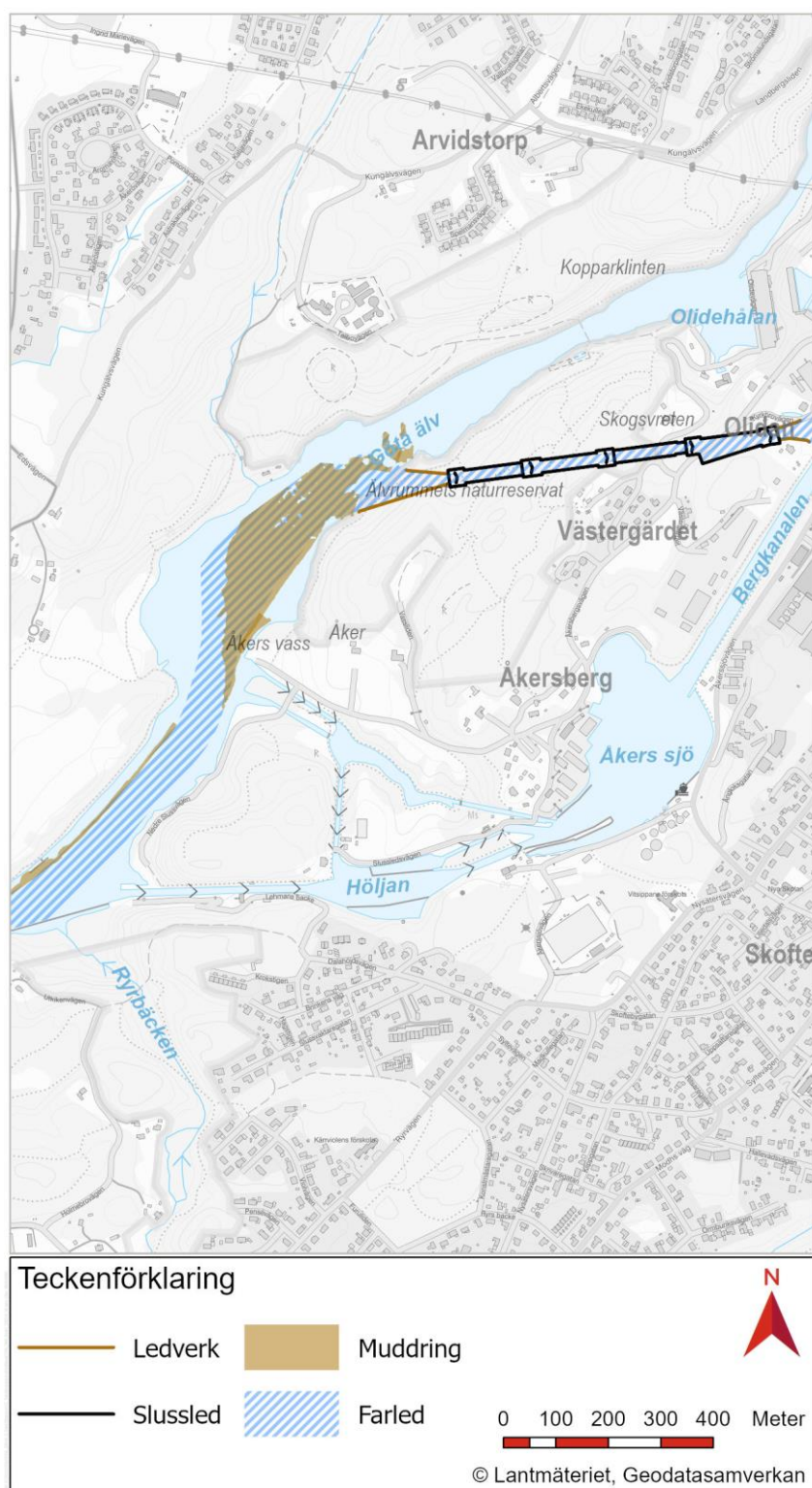
6.7.1. Schaktning

Schaktarbeten i projektet kan utföras med hjulburna grävmaskiner, bandgående grävmaskiner, hjullastare eller kranar med hängande skopa. Transport genomförs på land med hjälp av exempelvis lastbilar eller dumptrar, men även via pråmar som lastas med hjälp av transportband kommer att förekomma.

6.7.2. Muddring

Den del av Göta älv som idag inte utgör farled, det vill säga norr om de nuvarande slussarna upp till de nya slussarna, har i vissa delar inte tillräckligt djup för att kunna användas som farled. För att säkerställa farledsdjupet 6,3 meter kommer extra muddring i älven att genomföras, så kallad övermuddring. Muddringen antas utföras med enskopeverk. Den totala volymen som kommer att muddras bedöms uppgå till cirka 150 000 kubikmeter. Ett enskopeverk kan vara en grävmaskin på plattform med pråm eller båt vid sidan. Muddring kan även komma att krävas för att justera botten vid isutskov-bräddavloppets utsläppspunkt i älven. I slutfasen av projektet kommer även sprängmassor från den nya slussledens anslutning till älven behöva muddras bort. Hur massor hanteras och transporteras från området beskrivs under avsnitt 6.9.4.

Figur 60 visar det område där det förutses finnas behov av muddring i älven. Arbetet kommer att utföras med grävmaskin på en plattform eller en pråm.



Figur 60. Översiktskarta som visar preliminärt muddringsområde i Göta älv och områden med markanspråk för utförande av övriga arbeten.

6.7.3. Borrning och sprängning

Borrning i berg utförs bland annat för bergförstärkning, dubb och bergsprängning. Maskiner för borrning kan variera från handhållen utrustning till större borrhjull. Den största delen av bergsprängningen kommer att ske med större borrhjull. Det sprängda berget kommer krossas på plats innan transport.

Olika typer av sprängmedel och metoder kan komma att användas. Arbetet med sprängning inom slussen behöver utföras enligt buller- och vibrationsrestriktioner.

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 och sprängning i Bergkanalen antas det mesta av arbetet utföras med avstängd och tömd kanal.

6.7.4. Masshantering

Inom projektet kommer cirka 800 000 m³ teoretisk fasta bergmassor hanteras, 100 000 m³ jordmassor samt 100 000 m³ muddermassor. Majoriteten av de massor som uppkommer inom projektet kommer från lossställning av berg och behöver hanteras externt. Det bedöms finnas en extern marknad för projektets bergmassor och materialet bedöms inte utgöra avfall. Arbeta pågår med att skapa förutsättningar och möjligheter för att sluta avtal med externa aktörer när det kommer till transport samt mottagning av uppkomna massor.

Resultaten utifrån de hittills utförda miljö- och geotekniska provtagningar inom planerat område för schakt och muddring som utgör grunden för utredning av massornas egenskaper samt den lämpligaste hanteringen av dessa. Resultaten av miljöprovtagningen ligger till grund för bedömning gällande föroreningsituationen av projektets olika massor. De geotekniska provtagningarna visar bland annat på vilka materialtyper som finns inom området.

6.7.4.1. Schaktade jordmassor

Schakt av jordmassor är främst avbaningsmassor som uppkommer i samband med inledande faser av byggnationen samt vid djupare schakter för breddning av Bergkanalen.

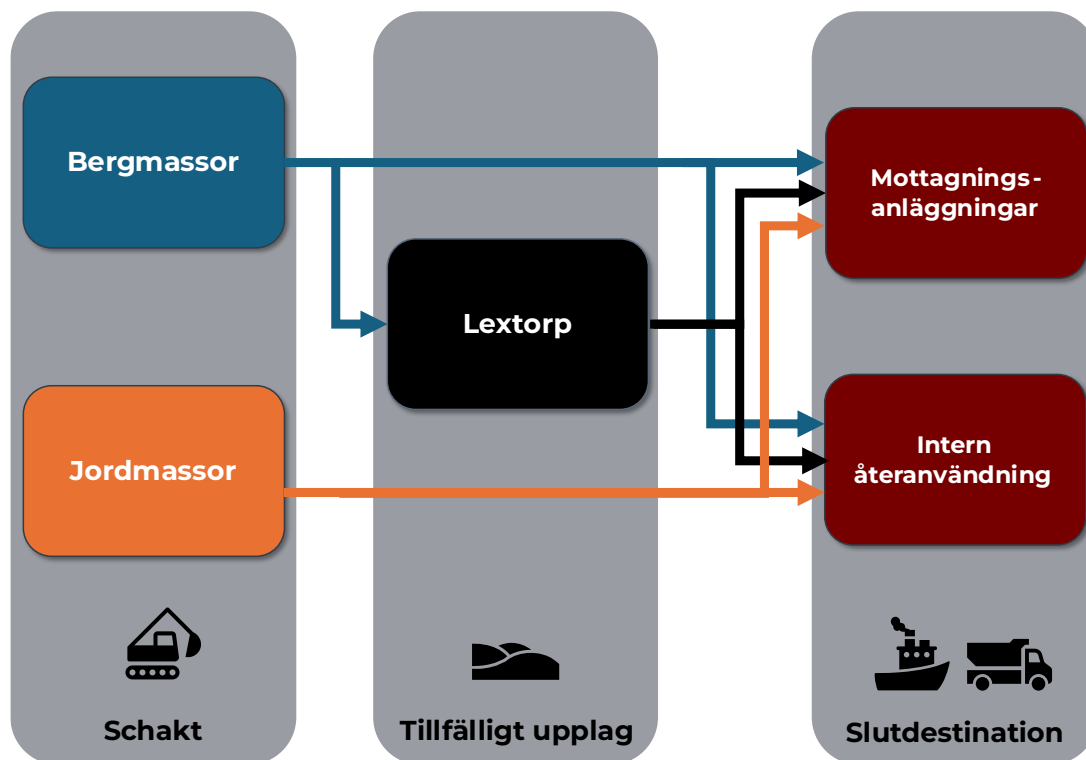
Massor som planeras att schaktas från land antas direkt kunna lastas på lastbilar för att sedan transporteras till extern mottagningsanläggning. Bedömningen är att det finns god kapacitet för mottagning av projektets torra jordmassor inom en radie av 50 kilometer, vilket möjliggör ett flertal olika externa mottagare.

6.7.4.2. Schaktade bergmassor

En stor andel av massorna som uppkommer inom projektet kommer vara sprängt berg. Arbetet kommer ske från flera fronter längs med den nya slussleden. Bergmassor uppkommer främst vid det nya slussläget. Det kommer även att krävas sprängning i Bergkanalen för att bredda farleden, vilket antas att utföras i tömd kanal.

Sprängning av berg kommer skapa stora block som kan vara i behov av förkrossning inom linjen för den nya slussen innan vidare hantering oavsett vart materialet ska i ett nästa steg. Av den totala volymen bergmassorna antas en uppskattad fördelning på 40 till 60 % att transporteras via fartyg/pråm efter lastning vid en tillfällig hamn. Resterande bergmassor antas transporteras med lastbil eller dumper via byggvägen, antingen ut på E45 direkt till mottagningsanläggning, eller via det tillfälliga upplaget i Lextorp för vidare transport till mottagningsanläggning, se avsnitt 6.9.5.

Majoriteten av materialet behöver transporteras till täktverksamheter eller andra verksamheter som använder sprängsten som råvara. En mindre andel av det loss hållna berget kan användas inom slussprojektet för exempelvis byggvägar, tillfällig hamn med mera.

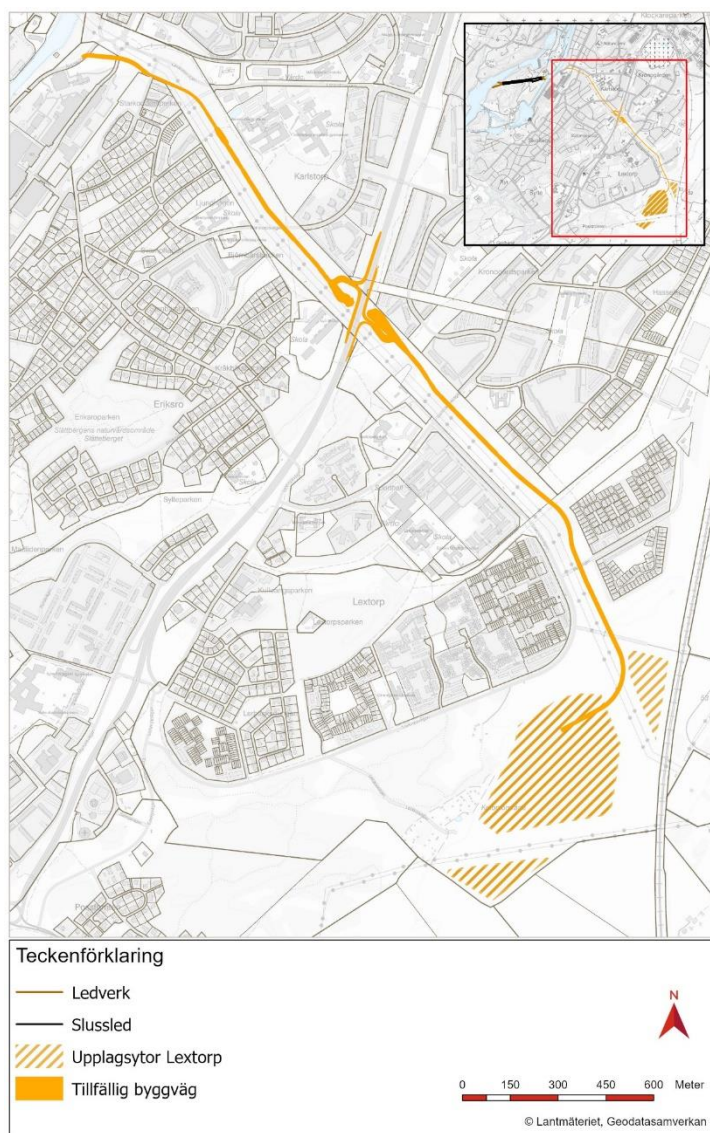


Figur 61. Schematisk bild över hantering av massor från land.

6.7.4.3. Tillfälligt upplag och krossning

Det kommer inte att finnas möjlighet att använda projektets uppkomna massorna internt i någon större omfattning. Massorna kan därför behöva läggas upp temporärt och krossas innan de transporteras vidare för eventuell återanvändning eller till slutlig uppläggningsplats. Projektet har utöver arbetsområdet identifierat en yta som skulle kunna vara ändamålsenlig inom Lextorp 1:211. Upplagsytan framgår av Figur 62.

En del av bergmassorna kan komma att hanteras på upplagsytan vid Lextorp 1:211. Anläggningen vid Lextorp är anmälningspliktigt (C-verksamhet) och anmälan görs till miljöförvaltningen/nämnden på kommunen som är tillsynsmyndighet. Detta hanteras separat från denna tillståndsprövning.



Figur 62. Ytor för massupplag och krossning vid Lextorp 1:211.

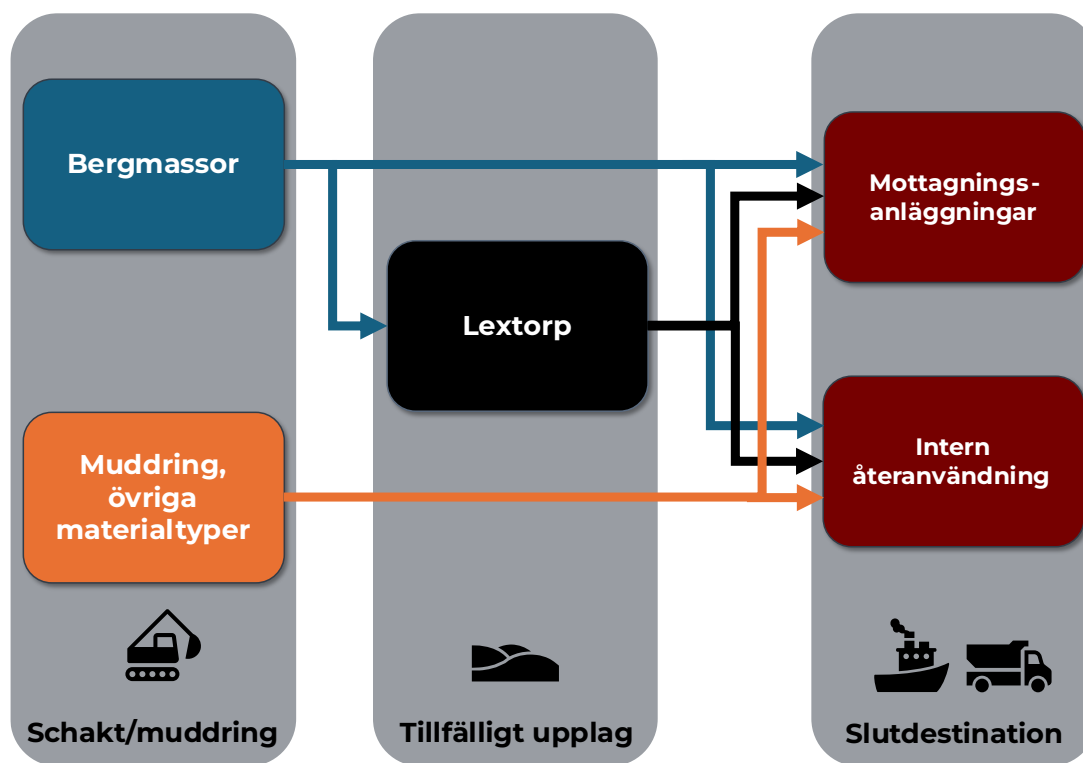
6.7.4.4. Muddermassor

Med muddermassor menas alla massor som tas upp från vattenområdet oavsett vilken teknik/metod som används. Den sammanlagda mängden som uppkommer är cirka 100 000 m³, varav majoriteten av muddringsarbetet sker i Göta älv. Det kommer krävas muddring av planerad farled i södergående riktning nedströms de planerade slussarna. Muddrade massorna i farleden består bland annat av lera, fyllnadsmassor och friktionsjord. I området kan det förekomma muddermassor med förhöjda halter av föroreningar, vilket kommer innebära en separat hantering och transport till godkänd mottagningsanläggning, se Figur 63. Resterande del av den sammanlagda mängden muddermassor är främst bergmassor och uppkommer vid breddning av Bergkanalen som kommer tömmas med vatten och schaktas i torrhet. Massorna kommer transporteras bort via lastbil alternativt dumper.

Muddermassor bedöms kunna transporteras direkt utan avvattning med framför allt pråm eller fartyg till extern mottagningsanläggning med lämpligt tillstånd, se Figur 63. I området kan det förekomma muddermassor med förhöjda halter av föroreningar som kommer innebära en separat hantering och transport till godkänd mottagningsanläggning. Det pågår

en utredning för att se över möjligheten att använda en del av massorna för att förbättra bottenmiljön, se vidare avsnitt 6.3 i miljökonsekvensbeskrivningen, Bilaga C till ansökan.

Dispens för att dumpa muddrade massor ingår i ansökan.



Figur 63. Schematiskbild över hantering av massor från farled.

6.7.5. Spontning och pålning

Spont- och pålningsarbeten kan utföras med pålkran, borrhög för rörspont, lyftkran eller grävmaskin. Pålar och spont drivs ned med borrhutrustning, vibrationsdrivning eller hejare (exempelvis pålkran).

Borrning

Utförs arbetet genom borrning görs det i första hand antingen med en luft- eller vattendriven hammare beroende på dimension, krav på omgivningspåverkan och framdrift. Även erforderlig installationsutrustning styrs av rörens diameter och längd. Sponten för anläggandet av slushhuvud och slusshammare kräver större bormaskiner och lyftkran för att få spontrören på plats. Även borrning av förankringsstag kommer att utföras. Huvudsaklig del av stag och stålrörborrning genomförs på land, men borrning från plattform i vatten kan behövas, främst för ledverken.

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.

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.

6.7.6. Injekteringsarbeten

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

Injekteringsmaterialet kommer huvudsakligen att utgöras av cement. Som alternativa injekteringsmaterial avses huvudsakligen silica sol, men det kan även finnas behov av polyuretan.

Injekteringsarbetet utförs förslagsvis genom ett arbetsflöde som omfattar delmomenten borrhning, vattenförlustmätning (där vatten först pumpas in i porer och sprickor 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 in 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 injekteringens 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.

6.7.7. Inblandningspelare

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

6.7.8. Betongarbeten

Betonggjutningar planeras att huvudsakligen utföras i torrhet, men i viss utsträckning även under vatten. Undervattensgjutningar görs till exempel för tåtkakor, det vill säga en gutenberg tätt botten inom tätspont (ofta med syftet att förhindra vatteninträngning).

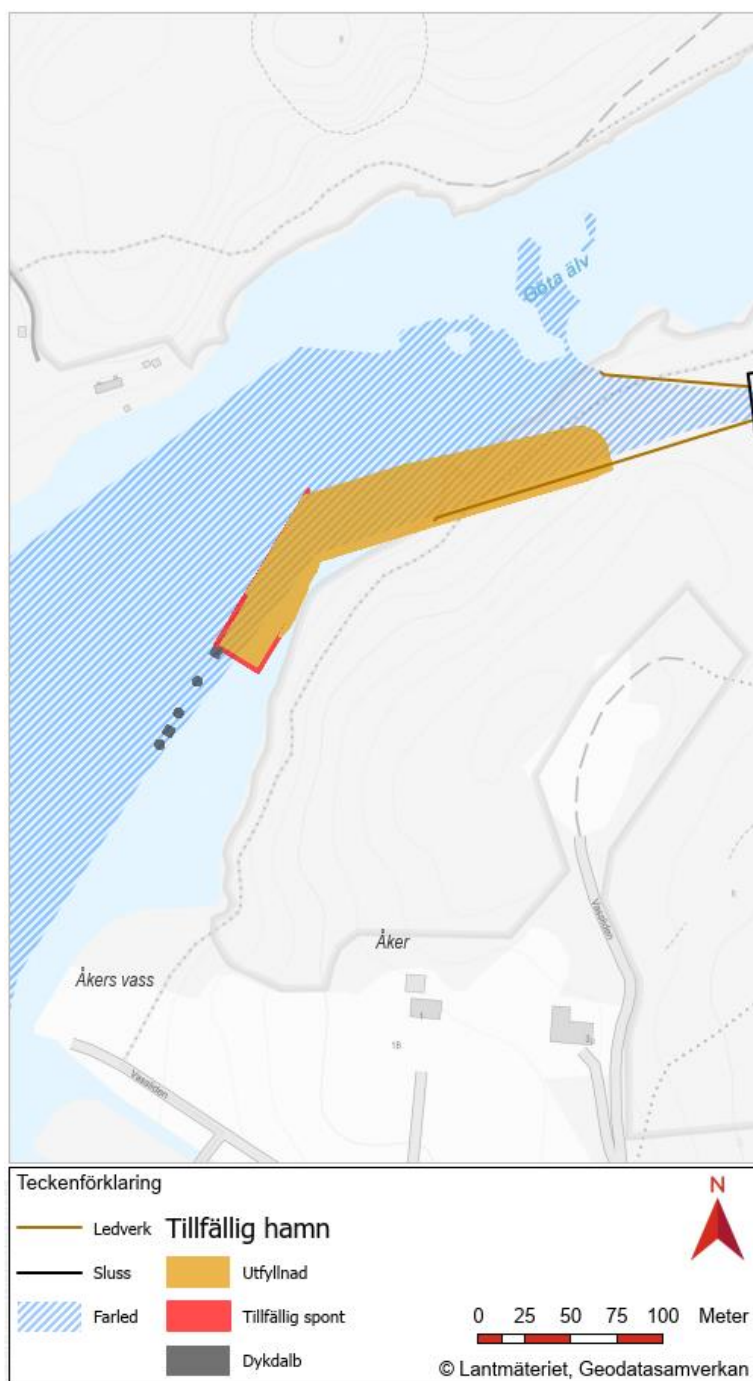
Gjutningar föregås av formsättning och armering. För armering och formsättning kan svetsarbeten utföras både i torrhet och i vatten. Arbeten i vatten görs vid behov med hjälp av dykare. Betong tillverkas normalt i fabrik och transporteras till arbetsplatsen och pumpas till gjutstället. Blandning kan även ske lokalt för vissa ändamål.

6.8. Tillfällig hamnverksamhet

En tillfällig hamn bedöms vara nödvändig för att effektivt kunna transportera bort schaktmassor från bergarbetena och utgör en avgörande faktor för att projektets tidplan ska kunna hållas. Material kan även komma att tas emot vid hamnen. Flera olika alternativa lokaliseringar för den tillfälliga hamnen har utretts och nedan beskrivet alternativ har bedömts vara det bäst lämpade alternativet, se även "PM Tillfällig hamn" S.14+TK.M.Coo-VEE.T.001.

Hamnen kommer att anläggas sydväst om mynningen till sluss 4. Den placeras utanför och parallellt med strandlinjen vid den nya slussledens mynning i Göta älv. Hamnens lokalisering framgår av Figur 64.

Hamnen planeras att anläggas direkt efter erhållen miljödom.



Figur 64. Tillfällig hamn i Göta älv.

Utformningen av hamnen planeras bestå av en sprängstensfylld spontlåda med preliminära dimensioner 27 x 27 meter som utgör angöringskaj för lastfartygen. Eventuellt krävs även pålade dykdalber i fenderlinjen för att säkerställa säker angöring och lastning av lastfartyg. Från hamnen kommer en transportväg in till arbetsområdet anläggas. Transportvägen planeras byggas upp av sprängstensfyllning med släntlutning 1:2. Längs delar av transportvägen krävs spont i släntfot för att minska utbredningen av fyllningen mot farleden. För att kunna lasta fartyg med krossat bergmaterial kommer ett transportband att anläggas från land och vidare ut på utfyllnaden.

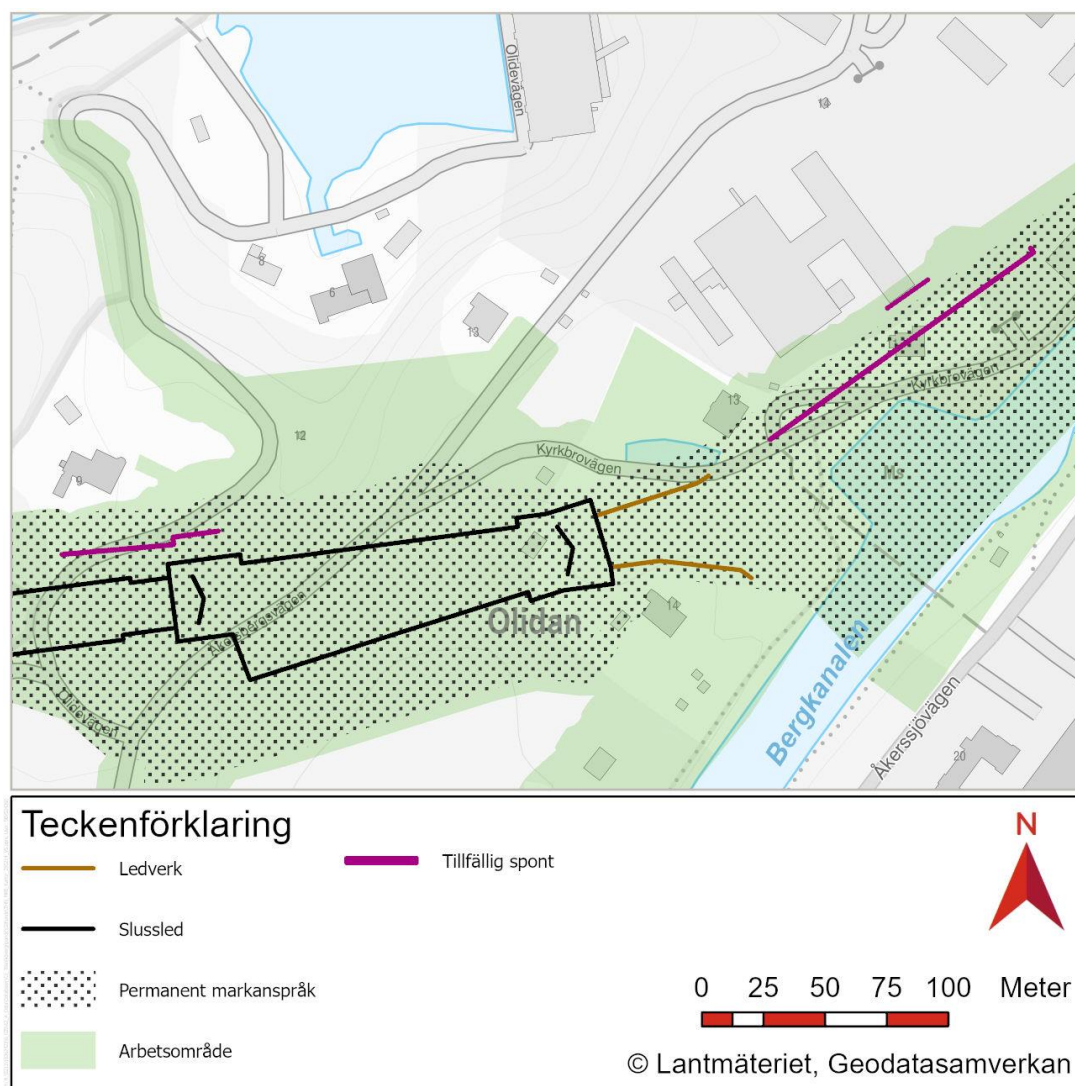
Längs delar av transportvägen kommer spont krävas för att minska utbredningen av fyllningen i farleden. Mot landsidan kommer den tillfälliga hamnen och transportvägen rymmas inom projektets arbetsområde och ingen ytterligare mark behöver tas i anspråk.

För att säkerställa tillräckligt djup för fartygen kommer muddring krävas. Muddringen kan dock göras inom projektets tilltänkta omfattning och ingen ytterligare muddring kommer krävas för den temporära hamnen.

6.9. Övriga tillfälliga anläggningar

6.9.1. Temporära spontkonstruktioner

Anläggandet av triangelslussen, samt anläggandet av dammarna längs Bergkanalens västra sida, kommer att innebära omfattande schaktarbeten i lösare jordlager. För vissa av dessa schakter kommer temporära spontkonstruktioner krävas. Figur 65 visar placering av planerade temporära spontkonstruktioner.

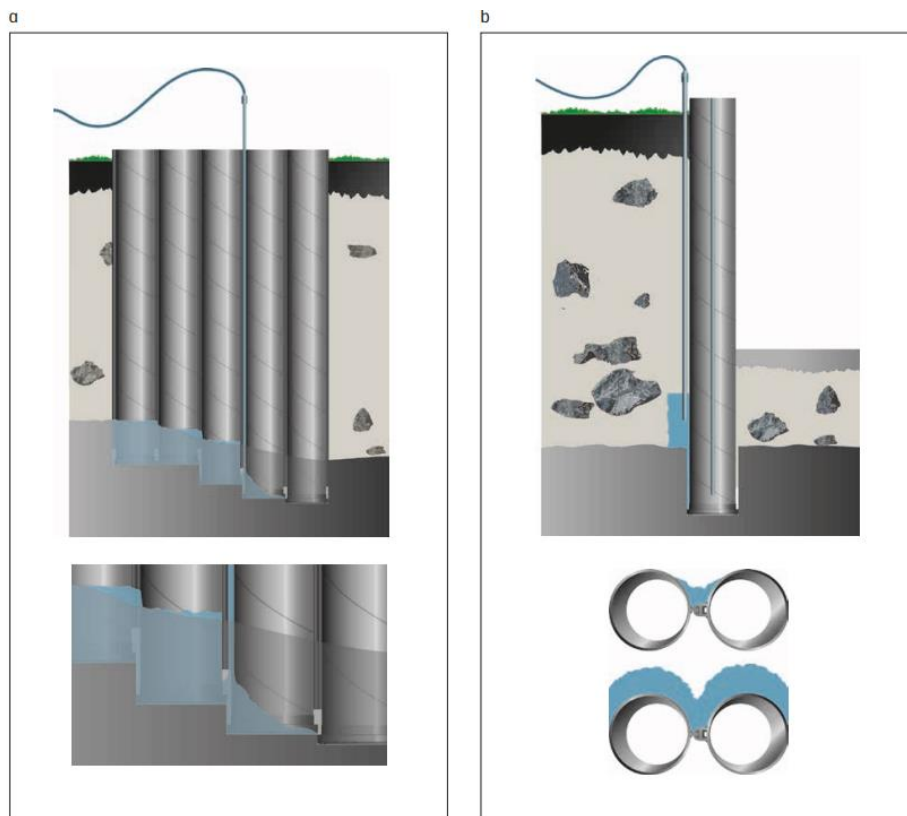


Figur 65. Placering av planerade temporära spontkonstruktioner.

För att schaktning som sker under grundvattenytan ska kunna bedrivas i torrhet behöver grundvattenytan sänkas av. Spontkonstruktionerna behöver i dessa fall även vara tillräckligt täta för att inläckaget av grundvatten genom dem inte ska bli för stort.

Där spontkonstruktionerna avslutas i berg kommer injektering behöva utföras för att minska inläckaget av grundvatten till schakten, se Figur 66. Injektering utförs genom de rör som borrar i marken för spont, pålar och stag, men även i separata injekteringshål.

För ledningsförläggning och lokala schakter kan tillfälliga stödkonstruktioner behöva nyttjas.



Figur 66. Injektering av spontfot i berg och injektering bakom spont för att reducera inflöde av grundvatten. Blå färg i figuren illustrerar hur injekteringsmedlet för tätning kan injekteras runt spontrören (SSAB, 2022).

6.9.2. Temporära pålbryggor för arbete i vatten

Temporära pålbryggor kommer att behövas för att transportera ut maskiner vid installationer som sträcker sig ut i vattnet, exempelvis ledverk och tillfällig hamn, som sträcker sig ut i vattnet. Pålbyggor är lätta konstruktioner som vanligtvis utgörs av trä- eller stålplåtar, som slås eller borrar ner i marken från land eller från pråm i vattendraget. Arbetsytan ovan pålarna utgörs ofta av en kombination av en stål- och träkonstruktion. Efter avslutade arbeten demonteras arbetsytan och pålarna dras eller vibreras upp. Enstaka pålar kan behöva kapas under farledsbotten.

6.9.3. Fångdammar

6.9.3.1. Anläggningar Åkers och Höljan

Vid anläggandet av nya dammar i Höljan och Åkers sjö krävs att konstruktionerna byggs i torrhet. Det bedöms inte möjligt att bygga konstruktionerna inom normal underhålls- och slussavstängningstid som Bergkanalen är torrlagd åt gången. Av denna anledning kan det krävas temporära dammkonstruktioner (fångdamm).

Dammkonstruktionerna i Åkers sjö byggs med fördel genom att placera en temporär fångdamm exempelvis i Bergkanalen uppströms Åkers sjö, se Figur 37, så att denna kan

torrläggas efter att den nya slussen tagits i drift och den nuvarande stängts. En temporär fångdamm kan även anläggas strax uppströms 1844 års fördämning under tiden nuvarande sluss är i drift för att möjliggöra anläggande av de nya dammarna på ett flexibelt sätt.

Dammkonstruktionerna i Höljan kan antingen byggas i samband med torrläggning av Åkers sjö alternativt efter att de nya dammarna i Åkers sjö anlagts. I det senare fallet finns det inte något behov av fångdammar eftersom de nya dammarna kan användas för torrläggning av Höljan.

Fångdammar kan exempelvis utföras som fyllnadsdamm eller spontfångdamm, med stödjande fyllning på nedströmssidan eller med stödkonstruktion av stålrör.

6.9.3.2. Ny slussled

Beroende på anläggande kan en tunnare bergvägg tillfälligt kvarlämnas och användas som fångdamm nedströms sluss 4 i den nya slusskanalen för att vissa arbeten ska kunna utföras i torrhet, se Figur 40. Uppströms sluss 2 kan en fångdamm på motsvarande sätt anläggas som en tunnare bergvägg eller som en spontfångdamm/fyllnadsdamm, se Figur 40, vilken ansluts mot den nya rörspontdammen. Bergväggarna kan behöva kompletteras med fyllnadsdamm eller spontfångdamm utmed delar sträckan och vid anslutningar.

6.9.4. Temporära ledverk

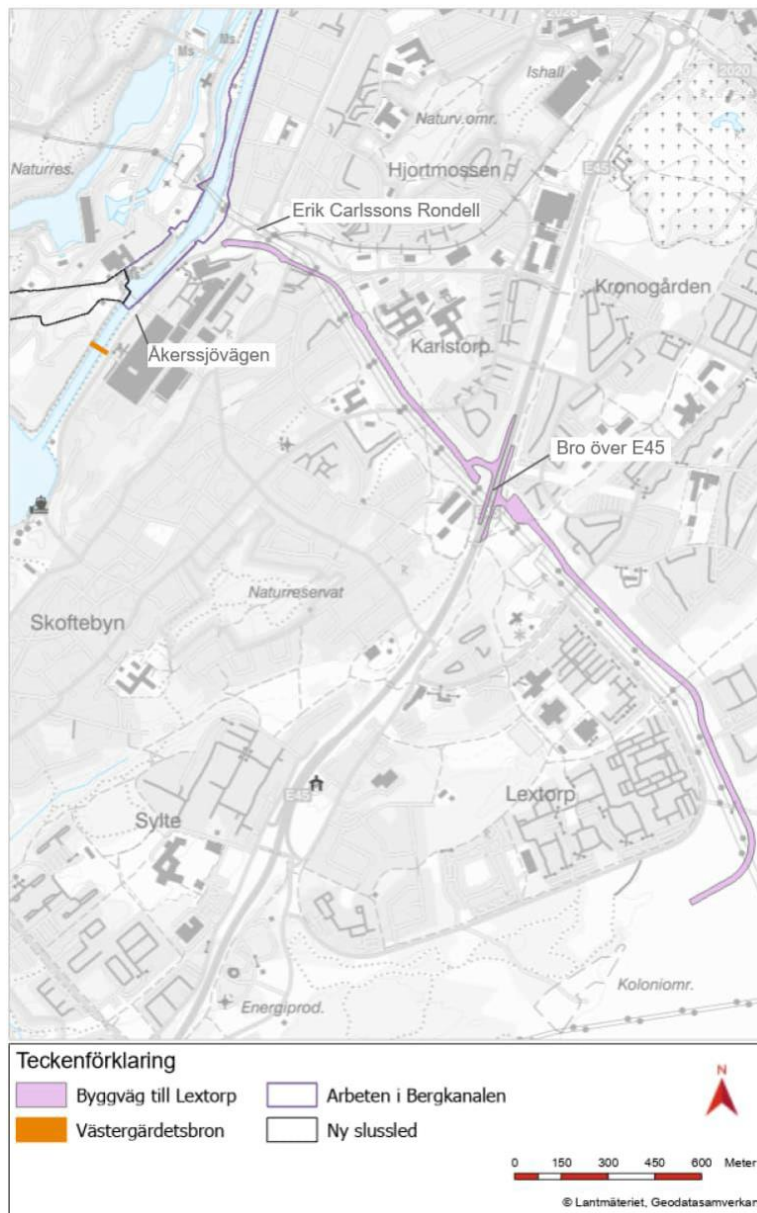
För att skydda fartyg och arbetsplatser i närheten av den nuvarande farleden kommer det att behövas temporära ledverk, exempelvis vid arbetet med sista delen av anslutningen mellan Bergkanalen och infarten till triangelslussen. Det kan också vara aktuellt att använda temporära ledverk när slussen är byggd och under tiden slussfunktioner testas i driftskede.

6.9.5. Tillfälliga byggvägar

En tillfällig byggväg för transporter ut på E45 och till Lextorp planeras att anläggas från Åkerssjövägen vid Erik Carlssons rondell genom kraftledningsgatan i sydostlig riktning till åkermarken vid Lextorps ängar. Vid E45 anläggs ny på- och avfart till byggvägen. Byggvägens sträckning framgår av Figur 67.

Marken där vägen dras kommer att röjas på träd och vegetation, jämnas av och förses med en vägbank som byggs upp av krossmaterial. Byggvägen dimensioneras för att kunna trafikeras med lastbilar och dumprar för transport av bergmaterial till Lextorp.

Efter att arbetet med slussarna är genomfört kommer den tillfälliga byggvägen och bron över E45 att tas bort.



Figur 67. Karta över tillfällig byggväg från Åkerssjövägen till Lextorp, samt läget för den nya planerade bron över Bergkanalen, Västergårdetsbron. Vid E45 anläggs även tillfälliga av- och påfarter från byggvägen.

6.10. Stängning av nuvarande slussanläggning

Det är konstaterat att när de nuvarande slussanläggning från 1916 tas ur bruk behövs stabiliserande åtgärder eller rivning och förstärkning av delar av konstruktionerna för att upprätthålla säkerhet och att underhållsåtgärder blir kostnadseffektiva. Dubbelbotten på slusskamrarna bör demonteras innan fyllning av slusskamrarna. Samtliga slutna utrymmen och schakter i slusskonstruktionerna måste antingen fyllas med betong eller en kombination av sten/grus samt betong eller så måste de bärande delarna ovan slutna utrymmen rivas. Ska klaffkammare fyllas måste troligen portarna bytas till stabilare stödkonstruktioner av betong. Detta skulle också leda till att trappformen hos slussarna kan behållas.

En förutsättning vid stängning av slussarna är att de ska ha möjligheten att vara torrlagda eller ha eventuell vattenspegel. En vattenspegel i de nuvarande slussarna skulle dock kräva

att den befintliga betongkonstruktionen blir skyddad från vattnet eftersom betongen annars skulle urlakas, vilket på sikt skulle kunna leda till instabila konstruktioner.

Flödet till Höljan tillgodoses för närvarande huvudsakligen genom den slussning som sker i sluss 2. Ett mindre flöde släpps sommartid via en rörledning och ventil i den dämmande konstruktionen i 1844 års slussled. Det sker även ett mindre genom läckage i övre slusstrappan i 1844 års slussled. Flödet till Gamle dal och nedre Höljan kontrolleras genom ventiler i 1844 års fördämning i Höljan och 1800 års fördämning i Åkers sjö.

Efter stängning av nuvarande slussled planeras tappning att ske genom rörledningar och ventiler i de nya dammkonstruktionerna i Åkers sjö och Höljan för att erhålla önskad vattenströmning och vattenkvalitet i Höljan. Det görs även för att möjliggöra en eventuell vattenspegel i 1916 års slussar. Befintligt överfallsutlopp-isutskov i Höljan kommer likt idag att användas för att avleda merparten av vattnet från Höljan.

För att möjliggöra ett större djupgående har vattennivån i Höljan tidigare höjts från +30,3 till HVY +31,3 (RH2000). När den nuvarande slussleden tagits ur bruk planeras nivån i Höljan av denna anledning att sänkas av 1 meter och får högsta vattenyta på +30,3 och en vattenyta i normalläge något under det.

De nuvarande slussarna är skyddade inom det statliga byggnadsminnet Trollhättans kanal- och slussområde. Plan för hur slussarna ska utformas och bevaras i samband med avstängningen kommer att detaljutformas tillsammans med Riksantikvarieämbetet och Trollhättan stad och prövas inom ramen för förordning (2013:558) om statliga byggnadsminnen.

7. Övriga anläggningar på land

Utformning av omgivningen kring sjöfartsanläggningen sker i samverkan med Trollhättans stad. Arbeten som omfattas av detta är exempelvis landskapsanpassning samt rivning och flytt av byggnader.

7.1. Byggnader

Ett antal byggnader med funktioner för drift av slussen och farleden kommer att placeras längs slussleden. Byggnaderna innehåller olika tekniska system samt funktioner och utrymmen för personal och manövrering av slussarna. Bland annat försörjningsbyggnader för el- och värmeproduktion, en ny kanalcentral för styrning av samtliga slussar. Även ortsspecifika objekt som broar, samt en byggnad för avfallshantering och förvaring av förbrukningsmaterial kommer att anläggas.

Väderskyddade förvaringsplatser erfordras för förvaring av avstängningsanordningar (så kallade sättar) på norra sidan uppströms om triangelslussen, samt norra sidan nedströms om sluss 4. Uppströms avstängningsanordning (nålsätt) ska kunna monteras i strömmande vatten vid ett eventuellt dammhaveri i slussen och placeras inom kranavstånd från sättläget.

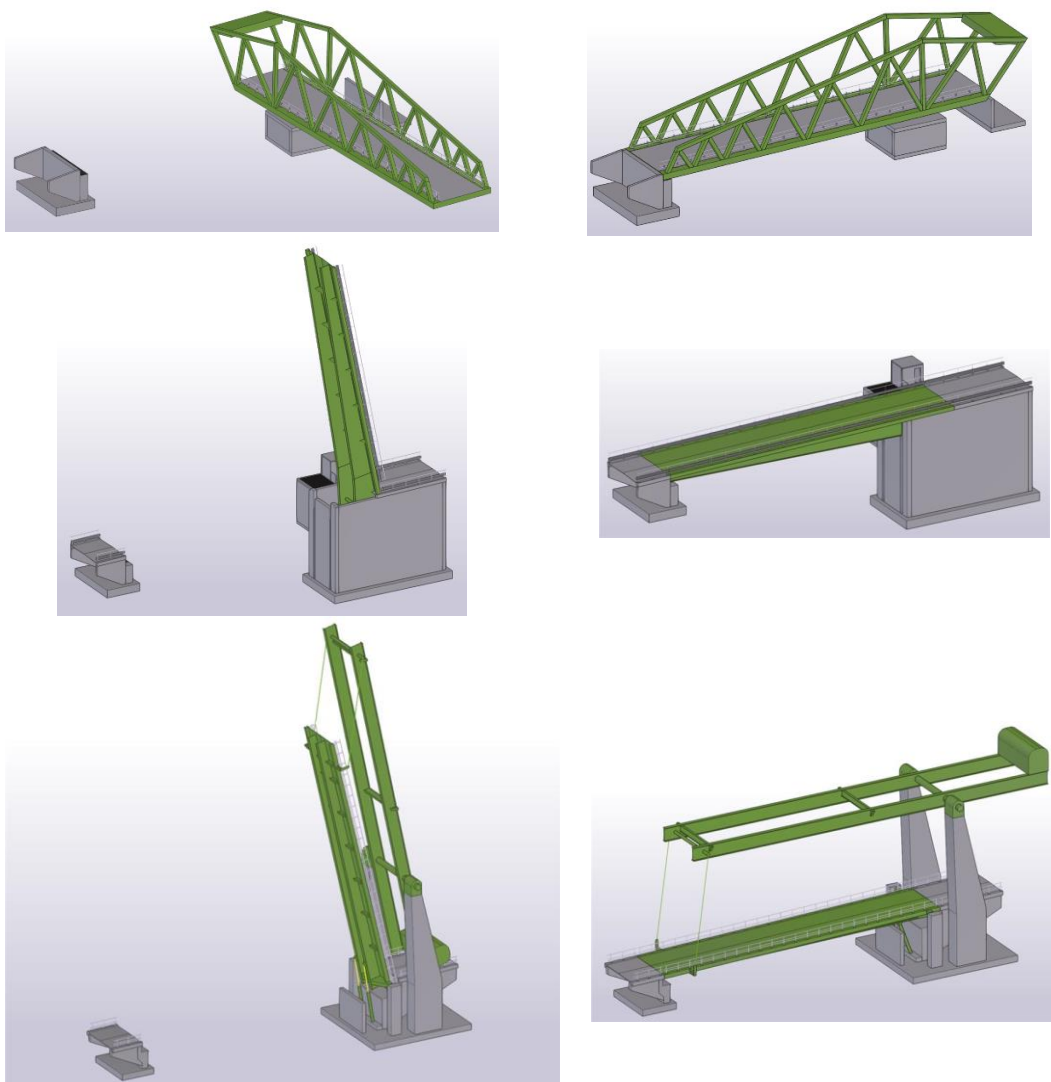
Teknikbyggnad anordnas vid den öppningsbara bron över Slusskanalen.

På vardera sida av varje slushuvud placeras teknikbyggnad som innehåller el- och styrinstallationer. I anslutning till teknikbyggnaderna nedströms sluss 3 anordnas trapphus med skärmtak. Dessa trapphus förbinder sluss 3 med sluss 4. I samma konstruktioner integreras installationsschakt för el- och VVS-ledningar.

7.2. Vägar och gång- och cykelstråk

Dragningen av den nya slussleden medför att nya permanenta vägar och gång- och cykelstråk behöver anläggas. Då de planerade vägarnas lokalisering hanteras parallellt i detaljplaneprocessen visas de endast schematiskt i Figur 68. Utöver dessa vägar tillkommer access- och servicevägar som ska användas för anläggningens drift och för räddningstjänstens åtkomst. Passage för allmänheten över slussleden sker över nedre och övre slussportarna samt Slussbron.

Gångstråken längs med Bergkanalen kommer anpassas efter breddningen av kanalen.



Figur 69. Broalternativ för bro över Slusskanalen. Svängbro, klaffbro med nedsänkt motvikt samt klaffbro med överliggande lyftarmar och motvikt i öppet respektive stängt läge.

Bron behöver öppnas i samband med att de nedre slussportarna i sluss 2 samt de övre slussportarna i sluss 3 öppnas för slussning. Bron kommer behöva hållas öppen under tiden tills fartyg och båtar har förtöjt i den sluss som de ska slussa i. Tiden som bron måste hållas öppen vid en slussning bedöms till cirka 10 minuter.

7.3.2. Västergärdetbron

Västergärdetbron är en ny enkelklaffbro över Bergkanalen som byggs för tillgänglighet till stadsdelen Åker under hela projektet. Den anläggs innan bygget av nya slussen påbörjas för att möjliggöra byggtrafik och ersätter Olidebron för gång- och cykeltrafik. Bron får en fri bredd på 9 meter och dimensioneras för specialtransporter till Vattenfall och Sjöfartsverket.

7.4. Trafik under anläggningstiden

Den stora mängden berg som ska transporteras bort på land skulle innebära stora påfrestningar på omgivande infrastruktur, då befintliga broar och vägar i anslutning till anläggningsområdet är små och inte lämpade för tunga transporter. Därför planeras att en separat byggväg anläggs i ledningsgatan ut mot väg E45 och Lextorps ängar. Under projektets mest intensiva fas bedöms denna byggväg trafikeras med ett fordon var 5:e till var

annan minut. Denna fas antas infalla år 2028–2030. Övriga år som projektet pågår förväntas trafiken på byggvägen vara mindre. Denna byggväg anläggs utan betydande schakter för att återställning ska vara möjlig efter projekttidens slut.

En betydande del av bergtransporten bedöms ske på Göta älv med fartyg eller pråm söderut genom Lilla Edet ner mot Göteborg. Sjötrafiken bedöms uppgå till två fartyg per dygn i sydlig riktning och lika många på återvägen. Bergtransporterna bedöms inte medföra någon påverkan på övrig sjötrafik förutom ökad fartygstrafik på älven. Byggtrafiken till sjöss är som störst år 2028–2030, men kan till viss del förekomma även övriga år som projektet pågår.

Västergårdetbron kommer att möjliggöra allmän trafik till södra delen av ön under anläggningstiden se Figur 68. Allmän trafik till norra delen av ön använder befintliga vägar norrifrån. Ingen allmän trafik tillåts inom arbetsområdet.

7.5. Befintliga och tillkommande ledningar

Inom arbetsområdet finns olika typer av ledningar som påverkas av projektet. Ledningarna finns i mark, i luft samt under vatten och påverkas på olika sätt.

Kommunala ledningar behöver hanteras i området kring den nya slussen. Vägar som ansluter till det nya slussområdet kommer att påverka befintliga ledningar ute i Västergårdet. Det här kommer att behöva åtgärdas i form av ledningsflyttar. Ledningsflyttar kommer att utföras i form av både permanenta och tillfälliga ledningsomläggningar. Tillfälliga lösningar krävs för att säkra avvattning från byggplatsen.

Nya dagvattenanläggningar förläggs i samband med väganläggningar och kommer att inkludera erforderliga fördröjnings- och reningslösningar.

Nya serviser kommer att förläggas till nytt slussområde. Serviser kommer att vara i form av följande:

- Dagvatten
- Spillvatten
- Vatten
- El högspänning och lågspänning

Serviser till den nuvarande slussen som ska vara i drift under anläggningsskedet kan komma att avvecklas i samband med avslutning av slussverksamheten.

Ledning till fiskodling

Från Olidanbassängen går en vattenledning under Kyrkbrovägen till ett avlångt dike som i sin tur ansluter till en vattenledning som går vidare mot Olidan 3:14. Idag används ledningen till att förse en fiskodling med älvvatten. Ledningen från Olidanbassängen rivs och diket sydväst om Nyckebo fylls igen. Om och hur denna ledning ska säkerställas utreds alltjämt.

Befintliga ledningar i Bergkanalen

Befintliga ledningar som på flera ställen korsar Bergkanalen behöver omhändertas när kanalen ska breddas. Ledningar som idag korsar kanalen ligger i skyddsrör och är antingen fastklamrade på botten eller är täckta med betong.

Nya ledningar till sjösäkerhetsanordningar

När befintlig sjöfartsled byggs ut i Göta älv behöver sjöfartsäkerhetsanordningar i form av belysning och markeringar utökas. I och med det kommer nya kablar att förläggas i farleden från nytt slussområde ut i Göta älv och i Bergkanalen. De nya kablarnas placering är ännu inte bestämd.

Tillfälliga ledningar

Befintliga ledningar som påverkas av den nya slussanläggningen ska i möjligaste mån läggas om innan arbetet med att anlägga de nya slussarna påbörjas. Ledningsomläggningar ska utföras på ett sådant sätt att behovet av tillfälliga ledningsomläggningar minimeras. Tillfälliga ledningar för byggström, hantering av länshållningsvatten och dagvatten samt processvatten kommer att anläggas inom arbetsområdet.

7.6. Hantering av kemiska produkter

Viss risk för spill och läckage av kemikalier kommer att finnas på byggarbetsplatsen. Detta gäller bland annat fordonsbränsle, hydraulolja, sprängämnen och eventuella produkter för kemisk injektering. Dessa risker hanteras under byggnationen genom riskanalys, skyddsåtgärder, information och beredskap samt med tillgänglig saneringsutrustning.

Krav kommer att ställas på upphandlad entreprenör för att skydda omgivningen från spill vid exempelvis tankningsplatser. Detta kan åstadkommas med till exempel ogenomsläpplig, invallad plan yta för att samla upp eventuellt spill. Beredskap i form av saneringsmedel och oljelänsar ska även finnas för hantering av oljespill. Om kemisk injektering förekommer ska vattnet med kemikalierester hanteras särskilt för att undvika påverkan i recipienten. Skulle kemisk injektering vara aktuellt kommer eventuella rester och spill av injekteringskemikalier att samlas upp på tät duk eller liknande och överföras till lämplig behållare för att sedan omhändertas externt.

8. Risk och säkerhet

8.1. Identifiering av risker och behov

Identifiering av risker samt de åtgärder som krävs för den planerade nya slussen med tillhörande anläggningar kopplat till räddningstjänst har främst gjorts via 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 kunna åtgärdas. Åtgärder sker primärt organisatoriskt samt genom skyddsavstånd mellan slussanläggningen och den omgivande bebyggelsen utifrån genomförd riskbedömning (Trafikverket, 2024).

Räddningstjänsten behöver kunna nå anläggningar och byggnader för att hantera olyckor och händelser på ett effektivt sätt.

8.1.1. Landväg

I driftskedet kommer det att finnas åtkomst med räddningstjänstens fordon på båda sidor av den nya slussen. Därmed säkerställs framkomlighet för räddningstjänsten via landvägen. 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 kan framföras på samma vägar som byggtrafiken.

8.1.2. 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 Trollhättan finns i dag befintliga iläggingsplatser som ger räddningstjänsten möjlighet att sjösätta båtar både uppströms och nedströms slussen. De befintliga iläggingsplatserna är fullt fungerande för räddningstjänstens behov och inga nya eller anpassningar av befintliga bedöms behövas för den nya slussen.

Området mellan den nuvarande slussen och den nya slussleden kommer att vara svårtillgängligt under den period då båda slussarna är i drift under slutskedet av anläggandet. Vid en eventuell olycka hanteras framkomligheten till detta område med hjälp av räddningstjänstens båt via befintliga iläggingsplatser alternativt genom att räddningstjänstens personal nyttjar gångpassager över slussportarna.

8.2. 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 förutsätts i detta avsnitt kunna genomföras av Sjöfartsverkets personal (i de fall de är på plats) likväl som allmänheten eller personer som befinner sig i området.

8.2.1. Kajstegar

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

8.2.2. Livräddningsutrustning

För att säkerställa att en första insats ska kunna utföras under driftskedet 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 slussanläggning ska även kompletteras med lösa eller fasta livräddningsstegar.

8.2.3. Utrustning för brandsläckning

För att kunna utföra en första insats vid brand i slussen utrustas slussen med brandsläckare samt fasta brandposter med slangrulle. Denna utrustning ska placeras på båda sidor av slussen på ett sådant vis att en släckning kan utföras i samtliga delar av slusskammaren.

8.2.4. 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 75 meter från räddningstjänstens anöringsytor. 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).

8.2.5. Räddningstjänstens insatsmöjligheter

Det kan uppstå olyckor där slussning ej utgör en lämplig åtgärd, exempelvis om personer befinner sig i vattnet. Vid dessa tillfällen innebär höjdskillnaden ett hinder för räddningstjänsten. För att minska riskerna och öka effektiviteten vid en sådan händelse utformas säkerhetsvajer eller annan säkerhetsanordning för Sjöfartsverkets personal med förstärkta fästpunkter. Dessa skall klara att hissa upp personer från vattnet och som även kunna användas av räddningstjänsten för att repellera.

9. Skyddsåtgärder

9.1. Övergripande om skyddsåtgärder

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

Inför byggstart kommer kontrollprogram att upprättas för kontroll och uppföljning av verksamheten. Kontrollprogrammet syftar till att följa upp de villkor som meddelas för vattenverksamheten, samt att kontrollera den miljöpåverkan som uppstår. Kontrollprogrammet beskriver vilka kontroller som planeras att utföras under anläggningsskedet 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. Även ett kontrollprogram för miljö upprättas, vilket omfattar kontroll och uppföljning av buller, luftkvalitet, dag- och länshållningsvatten, ytvatten, kulturmiljö, naturmiljö på land och i vatten 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.

9.2. Reglering av tider

Som en skyddsåtgärd kommer reglering att ske under vilka tider som olika arbetsmoment 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.

Merparten av arbeten i vatten inkluderat muddring samt bullrande arbeten i vattenmiljöer utförs under perioden augusti till mars för att minska risken för störningar på växt- och djurliv samt fritidsbåtstrafiken. Avverkning av träd sker i perioden 1 oktober–1 mars.

9.3. Rening av länshållningsvatten

Det bedöms det inte finnas ett generellt reningsbehov av länshållningsvattnet från slussleden. Även om recipienten har ett högt skyddsvärde eller känslighet är det inte befogat med ytterligare åtgärder i form av rening innan utsläpp till recipient. Vidare åtgärder motiveras inte utifrån miljö- eller kostnadsmässiga åtaganden. Detta förutsätter att länshållningsvattnet är jämförbart med bedömningen i Bilaga B:4 PM Länshållningsvatten. Vid avvikelser utförs kvalitetskontroll av länshållningsvatten.

Föroreningssituationen i området vid H-huset föranleder att länshållningsvatten som står i kontakt med förorenade massor behöver karakteriseras. Det går inte fullt ut att bedöma reningsbehovet utifrån resultaten från översiktliga markundersökningar. Kompletterande miljötekniska undersökningar av mark och grundvatten planeras i syfte att få mer info om föroreningssituationen i de aktuella schaktområdena. Utifrån dessa resultat kommer fortsatt utredning av behovet av rening ske som en del i den fortsatta projekteringen och produktionsplaneringen i projektet. Kvalitetskontroll i form av prov på schaktvatten/ länshållningsvatten sker i samband med att länshållningsvatten uppstår. Schaktvattnet bör analyseras inför val av slutlig reningsmetod. För H-huset (Olidan) är parametrar relevanta som pH, suspenderat material, metaller, petroleumämne, klorerade lösningsmedel, PAH, PCB och PFAS i inledande skedde.

Exempel på förekommande reningssteg vid H-huset om resultaten visar på behov av åtgärd kan vara materialavskiljning i form av sedimenteringssteg containrar/mindre sedimenteringsdamm för grumligt vatten, slam- och oljeavskiljare för oljeföroreningar, samt eventuellt kolfilter för lösningsmedel. Ett förslag på rening kommer finnas på plats i samband med uppstart av byggskedet. I projekteringen och produktionsplaneringen samt byggskedet kan mer detaljerade beräkningar ske för reningsstegen. Modifiering av reningsanläggning kan ske i entreprenaden när schaktvatten är analyserat.

För en mer ingående beskrivning av länshållningsvattnets reningsbehov innan utsläpp till Göta älv och Bergkanalen, se Bilaga B:4 PM Länshållningsvatten.

9.4. Försiktighetsåtgärder

Hantering av petroleumprodukter och andra kemikalier kommer att vara noggrant reglerad och kontrollerad enligt villkor och kontrollprogram. Krav kommer att anpassas till skyddsföreskrifter för vattenskyddsområdet, vilket bland annat innebär att det ska finnas sekundärt skydd. Tankning får endast genomföras på plana, invallade områden med tät bottenyta. Beredskap kommer att finnas för sanering på land och i vatten och krav kommer att ställas på att utbildad personal för oljesanering finns på plats. Länsar som snabbt ska kunna läggas ut ska finnas 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.

Åtgärder för skydd av kulturmiljö omfattar att minimera intrång, återskapa karaktär och värdebärande delar, samt stärka värden där värden minskat. Dessa beskrivs mer ingående i MKB:n, se Bilaga C till ansökan.

Projektet kommer följa Naturvårdsverkets allmänna råd (2004:15) om buller från byggplatser, och de riktvärden som anges. Bullerreducerande åtgärder kan komma att krävas för att nå krav på ljudnivåer i omgivningen. Vilken typ av åtgärder som planeras, i form av tystare utrustning/metoder samt lokala bullerskärmar vid de kraftigaste bullerkällorna, ska presenteras av entreprenör i detalj till Trafikverket.

Påverkan från undervattensbuller kan mildras genom att arbete som alstrar ljud rampas upp och ökar långsamt och successivt, så kallad ramp-up eller mjuk igångsättning. Det ger möjlighet för djur att förflytta sig från området innan arbetsmomentet uppnår full styrka. Akustiska skrämelmetoder kan väven användas för att skrämma fisk inför sprängning.

Ett antal utsatta byggnader kontrolleras under anläggningsskedet för att säkerställa att de vibrationsalstrande arbetena inte orsakar någon skada. De fastigheter som ligger närmast byggplatsen ska ha vibrationsmonitorering för att säkerställa att vibrationsnivåerna inte överskrider de riktvärden som finns framtagna i riskanalysen avseende markvibrationer och buller (Trafikverket , 2025).

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

10. Tider

Byggstart är planerad till sommaren 2028, under förutsättning att erforderliga tillstånd erhållits. Den nya slussanläggningen i Trollhättan kan vara driftsatt omkring år 2032. Vissa arbeten måste påbörjas före 2028. När den nya slussen tagits i drift planeras de nuvarande slussarna att stängas och säkras mot dammhaveri, vilket bedöms bli år 2034–2035. Därefter följer finplanering och åtgärder för den framtida markanvändningen i området för de nuvarande slussarna.

Direkt efter miljödom erhållits startar arbeten med tillfällig hamn, muddring och jordschakt. Efter ungefär ett halvår kan bergschaktarbeten för den nya slussen påbörjas. Avslutningsvis besiktigas och provas den nya anläggningen och den justerade sträckningen av farleden markeras ut. Under en testperiod nyttjas både den nya och nuvarande slussleden för sjötrafik tills dess att de nya slussarna anses fullt utprovade. Därefter kan åtgärder i den befintliga anläggningen utföras. Detta betyder att total tid för genomförandet blir minst 8 år. 1–2 år för inledande arbeten, 4–5 år för nya anläggningen samt 1–2 år för åtgärder i befintlig anläggning.

Avslutningsvis genomförs avveckling och återställning av arbetsområdet såsom etableringsytor, byggvägar, utformning av parkytor och liknande.

11. Ord- och begreppslista

Allmän väg - Väg med staten eller kommunen som väghållare. Benämns även statlig väg respektive kommunal väg. Trafikplatserna ingår i det statliga vägnätet.

Anläggningsskede - Avser den period då anläggningen genomförs och inkluderar alla aktiviteter och processer som utförs från starten av byggprojektet till dess att det är färdigställt.

Arbetsområde - Den avgränsade geografiska yta inom vilken tillståndsgivna arbeten inklusive temporära arbeten genomförs.

Avloppsvatten - Använt vatten som kommer från hushåll, industrier eller andra verksamheter. Det inkluderar spillvatten, dagvatten och dräneringsvatten. Avloppsvatten kan innehålla organiskt material, näringsämnen, kemikalier och andra föroreningar som kan påverka miljön och människors hälsa negativt om det inte renas ordentligt.

Avrinningsområde - Det område uppströms en viss punkt som vatten dräneras ifrån. Avrinningsområdet för ytvatten begränsas av höjdryggar, som delar flödet från regn och smältvatten åt olika håll. Gränsen för avrinningsområdet utgörs av ytvattendelaren. Avrinningsområde för grundvatten sammanfaller ofta, men inte alltid med avrinningsområde för ytvatten. Det förekommer utöver fasta grundvattendelare, såsom höjdryggar, även gravitationsvattendelare, vars läge kan variera beroende på variationer i grundvattennivån och yttre påverkan, såsom grundvattenbortledning.

Avvisarverk - Avvisande skydd för konstruktioner utförda av trä, plast eller gummi.

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

Bockkran - En typ av kran med en portalliknande struktur som används för att lyfta och flytta tunga laster, vanligtvis i hamnar och på byggarbetsplatser.

Bottenskujuvspänning - Summan av friktionskrafter som genereras av bottenmaterialet och friktionskrafter som genereras av bottenformer.

Bräddavlopp - Vattenföringssystem för att hantera överskott av vattenmängder i anläggningen.

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

Byggväg - Tillfällig väg som byggs för byggskedet - tillfälligt nyttjande.

Dagvatten - Med dagvatten avses ytligt avrinnande flöden av exempelvis regnvatten, smältvatten och framträngande grundvatten som rinner av på markytan.

Damm - En konstruktion som är utformad för att stå emot vattentryck och skapa en dammbassäng eller indämt vatten uppströms.

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.

Driftskede - Perioden då slussanläggningen är verksam/i drift.

Dumpning - Att avsiktligt göra sig av med avfall, till exempel muddermassor, i vatten. I Sverige är det förbjudet att dumpa avfall i hav, sjöar och vattendrag utan tillstånd.

Dykdalb - En bottenfast anordning för att förtöja eller bära av, det vill säga styra av fartyg. En dykdalb består av en grupp pålar sammanfästa till ett fundament.

Dämmande konstruktion - En anläggning (ex. dammkropp, tätskärm) som används för att kontrollera och hålla tillbaka ett vattenflöde och resulterar i en fri vattenytan med ett ensidigt vattentryck på uppströmssidan i förhållande till markyta och/eller vattenyta på nedströmssidan.

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

Farledsbredd - Den bredd som en farled har, vilket är den del av ett vattenområde som är avsedd för säker navigering av fartyg.

Farledsdjup - Farledens djup beräknas i relation till konstruktionsfartygets djupgående. Farledens djup ska rymma fartygets djupgående samt en djupmarginal. Farledsdjup anges i förhållande till sjökortets referensyta i höjdsystem RH2000.

Farligt gods - Ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods, till exempel genom brand, explosion, förgiftning eller radioaktivt utsläpp.

Fångdamm - En temporär konstruktion som anläggs i ett vattenområde för att torrlägga ett område nedströms och på så sätt 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/damm - Typ av stödmur/damm som är beroende av sin eget tyngd för att motstå motliggande jord.

Grundvatten - Med grundvatten avses 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 grundvattennivå när den anges i ett höjdsystem.

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

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.

Infrastruktur - Anordningar för transporter samt el- och vattenförsörjning.

Injektering - Injektering är 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.

Inloppskanal - En kanal som leder vatten in i ett system, till exempel en vattenreningsanläggning eller ett kraftverk.

Intagsbyggnad - En struktur som används för att ta in vatten från en vattenkälla med ett kontrollerat vattenflöde till ett system för behandling eller användning.

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

Kalkcementpelare - en grundförstärkningsmetod som ökar stabiliteten i lera och består till 50 procent av kalk och 50 procent av cement.

Kanal - Är en vattenväg som är anlagd för att underlätta för transport av gods och fartyg och är en del av farleden. Kanaler kan koppla samman olika vattenområden såsom sjöar, floder och hav.

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 eller rörspont inläckande vatten.

Massor (berg- och jordmassor) - Marktäcke, block, sten och jordpartiklar i olika fraktionsstorlekar som blir över vid anläggningsarbeten.

MHQ - Medelvärde av varje års högsta vattenföring.

MLQ - Medelvärde av varje års lägsta vattenföring.

MQ - Medelvärde av varje års medelvattenföring.

Muddring - Schaktning under vattenytan i en sjö, vattendrag eller i havet.

Nål - Nålar är balkar monterade vertikalt 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 (typ 2) - 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 infästning för fallskydd.

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

Pålning - Grundläggningsmetod som används för att överföra last från ovanliggande konstruktion till djupare liggande jord eller berg.

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. Påverkansområdet beskrivs vid behov för respektive miljöaspekt i MKB:n, Bilaga C till ansökan.

Returvattenströmmar - Strömmar som uppstår då vattnet inne i slussen ska komma ut i det lilla utrymmet under slussen.

Rörspont - Stödkonstruktion för schakt som består av neddrivna stålrör som installeras sammanhängande i lås. Konstruktionen utförs i syfte att minska markintrång och inläckage av vatten till schakten. Rören antas, i detta projekt, drivas genom borrhning och utgör därmed en skonsam metod för att minimera omgivningspåverkan med avseende på massundantäckning och vibrationer.

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 konstbyggnad 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 - Är den konstbyggnad (behållare) som innesluter den vattenvolym vars nivåreglering möjliggör slussning det vill säga passage av fartyg. Avser i detta fall utrymme mellan övre och nedre slusshuvud.

Slussled - Slussleden är den gemensamma benämningen för slussinfart, slusskammare och kanaldel.

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

Slusstrappa - Flera på varandra följande slussteg benämns som slusstrappa.

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

Slussvägg - Sida på slusskammare.

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

Släntstabilisering - Samlingsbegrepp för de geotekniska åtgärder som utförs för att uppnå en robust utformning som efterlever säkerhetskraven för slänterna, i huvudsak avschaktning och installation av inblandningspelare.

Spont - En stödkonstruktion som håller tillbaka jordmassor för att minimera det markintrång som motsvarande slänt skulle generera. Exempel på spontkonstruktioner: Stålspont eller borrspont 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. I fullt öppet läge fälls stämpporten in i en portkammare i slussväggen.

Strömbildare - Anordning som bildar vattenströmning.

Sätt - Sättar är balkar monterade 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.

Transportväg - Befintlig eller allmänna vägnätet som utnyttjas för byggtrafik.

Triangelsluss - En triangelformad sluss, där bredden på slusskammaren är större nedströms än uppströms. En triangelformad sluss möjliggör att fartygen kan ändra riktning under slussning.

Tilloppskanal - Kanal för intag av vatten till slusskammare. Utgör del av slusshuvud. Kanal kan vid dubbelsluss utgöra både till- och utloppskanal.

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

Tätskärm - Barriär som installeras för att förhindra vatteninträngning exempelvis vid arbeten under grundvattenytan i jord och berg. Kan utgöras av till exempel tät lera mellan 2 sponter, KC-pelare eller en tätspont.

Tätspont - En typ av spont som används för att hålla jordmassor och vatten ute från ett schaktområde och för att säkra konstruktioner i den omedelbara närheten.

Utloppskanal - Kanal för utsläpp av vatten från slusskammare. Utgör del av slusshuvud. Kanal kan vid dubbelsluss utgöra både till- och utloppskanal.

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

Vattenverksamhet - Definitionerna av vad som är vattenverksamhet finns i 11 kapitlet 3 § miljöbalken och sammanfattas i punkterna nedan:

Arbeten inom vattenområde, det vill säga uppförande, ändring, lagning eller av en anläggning i ett vattenområde, fyllning eller pålning i ett vattenområde, grävning, sprängning eller rensning i ett vattenområde eller annan åtgärd i ett vattenområde som syftar till att förändra vattnets djup eller läge.

Bortledande av grundvatten eller utförande av en anläggning för detta.

Tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden eller utförande av en anläggning eller annan åtgärd för detta.

Markavvattning (varaktigt).

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 anläggningsskedet och under anläggningsskedet, och 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.

12. Referenser

- COWI. (2021). *PM Geoteknik Fördjupad stabilitetsutredning, Skälsbo, dokumentnummer 13300VPM11*.
- Göta älvs Vattenvårdsförbund. (2016). *Fakta om Göta älv*. Göteborg: Göta älvs vattenvårdsförbund c/o Göteborgsregionens kommunalförbund.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2016). *Hämtat från: Smal vattenpest | Elodea nuttallii*. . Hämtat från <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/invasiva-frammande-arter/sok-frammande-arter/fakta/smal-vattenpest.html> den 8 maj 2025
- 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*.
- McDonald, & H. (1988). *A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model*. US Geological Survey.
- Norra Älvsborgs Räddningstjänstförbund. (u.å.). *Utformning av uppställningsplatser och räddningsvägar*. Trollhättan.
- 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
- SGU. (2025). *Kartvisaren Grundvattenmagasin*. Hämtat från <https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/kartor/kartvisaren/grundvattenkartvisare/grundvattenmagasin/>
- Sjöfartsverket. (2013). *SJÖFS 2013:4, Sjöfartsverkets författningssamling*.
- Sjöfartsverket. (2024). *Trollhätte kanal – Ny slussled 2030. Nivåer och konstruktionshöjder. Bilaga 2 till Funktionsbeskrivning Trollhätte kanal. 2022-02-04. Reviderad 2024-11-08. Sven Johansson och Johan Eriksson*. .
- Sjöfartsverket och Vattenfall AB. (1993). *Skilsmäsoavtal mellan Vattenfall AB och Sjöfartsverket 1199-9425023; TKV-448/93-AL20A*.
- SMHI. (2017). *Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Vänern*. Norrköping: SMHI.
- SMHI. (2024). *Beräkningar av vattennivåer nedströms Lilla Edet*. Västra Frölunda: SMHI.
- Statens räddningsverk. (SRVFS 2006:3). *Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om brandskydd i gästhamnar*. Hämtat från <https://www.msb.se/siteassets/dokument/regler/rs/f58d8814-c46a-4f8a-8e47-343efbb8544c.pdf>
- Statens räddningsverk. (SRVFS 2007:5). *Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om utrustning för vattenlivräddning vid hamnar, kajer, badplatser och liknande vattennära anläggningar*. Hämtat från

<https://www.msb.se/contentassets/9da3d4bf11e047f8bd7a0e4dbe94fa8e/statens-raddningsverks-allmanna-rad-och-kommentarer-om-utrustning-for-vattenlivraddning-vid-hamnar-kajer-badplatser-och-liknande-vattennara-anlaggningar.pdf>

Svenskt Vatten AB. (2020-11). *P114 - Distribution av dricksvatten*.

Sveriges Riksdag. (SFS 2003:778). *Lag om skydd mot olyckor*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003778-om-skydd-mot-olyckor_sfs-2003-778/

Trafikverket . (2025). *PM Riskanalys avseende markvibrationer och buller*.

Trafikverket. (2013). *Trafikslagsövergripande stråkstudie och åtgärdsvalsanalys, Göta älv-Vänerstråket - Godsutredning och samhällsekonomisk analys, Sammanfattande slutrapport*.

Trafikverket. (2017). *Vänersjöfart och slussar i Trollhätte kanal - Byggtekniska alternativ och samhällsekonomiska effekter*.

Trafikverket. (2021). *Ställningstagande angående val av lokaliseringsalternativ för slussar i Trollhätte kanal i Trollhättan*.

Trafikverket. (2023b).

Trafikverket. (2024). *Prognos för godstransporter 2045 – Trafikverkets Basprognoser*.

Trafikverket. (2024). *Prognos för godstransporter 2045 – Trafikverkets Basprognoser 2024. Rapport 2024:040*.

Trafikverket. (den 03 04 2024). *Slussar i Trollhätte kanal. Riskbedömning farligt gods*.

Trafikverket. (2025). *PM Hydrologiska förhållanden längs Trollhätte kanal. S.14+TK.A.A00-UHA.T.301*.

Trafikverket. (2025). *PM Kulturmiljö (S.14+TK.N.A00-VFC.T.017)*.

Vattenfall. (2022). *arakteristiska flöden vid Trollhättan för beräkningsperioden 2000-2021*.

VISS. (2025). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/>

Vänerns reglering, A.M. 27/1925 (Västerbygdens vattendomstol den 19 juni 1937).

Vänerns 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/>

Västerbygdens vattendomstol. (1937). *Dom den 1937-06-19 angående Vänerns reglering. Mål A.M. 27/1925*.

