

Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggande av
Väg 259 Tvärförbindelse Södertörn
delen Masmo-västra Jordbro

Botkyrka, Huddinge och Haninge kommun, Stockholms län

C1 Teknisk beskrivning

TRV 2021/54284

2022-08-30



Trafikverket

Postadress: 172 90 Sundbyberg

E-post: investeringsprojekt@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggande av väg 259 Tvärförbindelse
Södertörn delen Masmo- västra Jordbro; Teknisk beskrivning

Författare: Tyréns AB

Dokumentdatum: 2022-08-30

Ärendenummer: TRV 2021/54284

Objektnummer: 145326

Uppdragsnummer: 260805

Chaos-ID: 0G071002

Version: 1.0

Kontaktperson: Barbro Ovrén, Trafikverket

Innehåll

Läsanvisning	4
1. Inledning.....	5
1.1.Orientering	7
1.2. Höjd- och koordinatsystem	7
1.3. Tidplan.....	7
2. Genomförande	8
2.1. Jord- och bergschakt.....	8
2.2. Bergtunnlar.....	11
2.3. Betongtunnlar och betongtråg.....	16
2.4. Dagvattenreningsanläggningar	16
2.5. Bröstöd, kulvertar och pumpstationer	17
2.6. Arbete i vattenområde	17
2.7. Brunnar för infiltration eller vattenuttag	18
3. Planerad vattenverksamhet och anläggningsbeskrivning.....	19
3.1. Masmo - Kästa.....	20
3.2. Solgård - Flemingsbergsskogen.....	35
3.3. Gladö – västra Jordbro	46
4. Övriga verksamhet	56
4.1. Länshållningsvatten.....	56
4.2. Dränvatten från tunnlar och tunnelavloppsvatten.....	58
4.3. Hantering av berg- och jordmassor	58
4.4. Avfall	59
5. Referenser.....	60
5.1. Kartunderlag.....	60
6. Begrepp och definitioner	61

BILAGOR

C1.1	Ritningar systemhandlingsprojektering
C1.2	Ritningar tunnelprofiler
C1.3	Glömstadikets omledning
C1.4	Flemingsbergsdikets omledning

Läsanvisning

Detta dokument är en teknisk beskrivning (TB) som ingår i ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för väg 259 mellan Masmo och västra Jordbro. Den tekniska beskrivningen redogör för omfattning, utformning och genomförande av anläggningsarbetet, anläggningen, anläggningstekniska förutsättningar samt skyddsåtgärder för de vattenverksamheter som ingår i ansökan. Redovisningen ligger till grund för de bedömningar och åtaganden som görs i miljökonsekvensbeskrivningen (Bilaga B1 till ansökan) och ansökan om tillstånd. I miljökonsekvensbeskrivningen finns en översiktlig beskrivning av mark- och vattenförhållanden i utredningsområdet. En mer utförlig beskrivning av mark- och vattenförhållandena finns i PM yt- och grundvatten (Bilaga D1 till ansökan).

En översikt av planerad anläggning i plan och profil redovisas som Bilaga A1 till ansökan. Av denna framgår även längdmätningen för vägsträckan.

Den tekniska beskrivningen är disponerad enligt följande: I **Inledning** beskrivs vad ansökan avser, syftet med den tekniska beskrivningen, det geografiska läget samt de höjd- och koordinatsystem som används i handlingarna. I det andra avsnittet, **Genomförande**, beskrivs hur planerade anläggningsarbeten som innebär vattenverksamhet ska genomföras.

I avsnitt tre, **Planerad vattenverksamhet**, redovisas de åtgärder som ansökan avser. Det gäller konstruktion och utformning, utrivning av befintliga vattenanläggningar, arbeten i vattenområde, bortledning av grundvatten och infiltration. Beskrivningen är baserad på den projektering som legat till grund för vägplanens markanspråk, vilken refereras till som systemhandling. I beskrivningen redovisas även storleken på de planerade schakterna (längd, bredd och djup). Dessa angivelser är avrundade och därmed enbart indikativa och ska inte ses som exakta värden.

Planerad vattenverksamhet redovisas med anläggningsnummer i text, tabeller och geografiskt i figurer. Trummor med en diameter mindre än 2 000 mm saknar dock anläggningsnummer. Anläggningsnummer finns inte heller för vattendrag som leds om eller för intrång i våtmarker.

I avsnitt **Övriga verksamheter** redovisas de åtgärder som uppkommer som en del av genomförandet, såsom hantering av länshållningsvatten, dränvatten, massor och avfall samt transporter.

I avsnitt fem anges de **Referenser** som har använts i arbetet med att utarbeta den tekniska beskrivningen. I avsnitt sex, **Begrepp och definitioner**, finns förklaringar till de begrepp och definitioner som används i dokumentet.

Avslutningsvis finns ritningar för planerade konstruktioner, tunnelprofiler och omledningar av vattendrag.

Tyréns AB är ansvarig för de figurer som finns i rapporten om inte någon referens anges.

1. Inledning

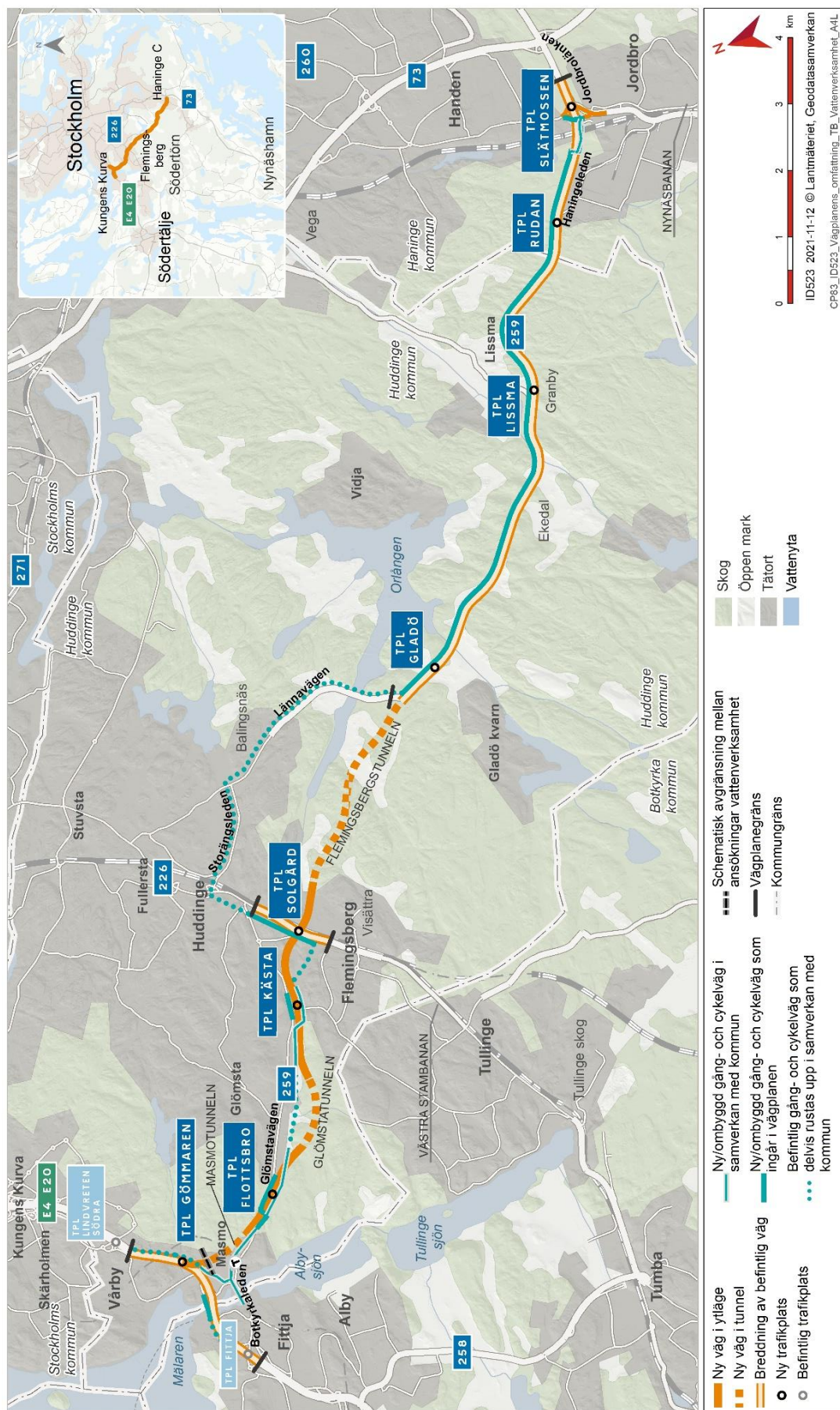
Trafikverket planerar för en ny- och ombyggnad av en cirka 21 km lång sträcka av väg 259: Väg 259 Tvärförbindelse Södertörn. Vägen är planerad att anläggas med 2+2 körfält och omfatta tre bergtunnlar, åtta nya trafikplatser med anslutande vägar samt en ny gång- och cykelväg, se Figur 1. Vissa av de planerade åtgärderna innebär krav på tillstånd för vattenverksamhet enligt 11 kapitlet miljöbalken.

Denna tekniska beskrivning avser väg 259 för sträckan Masmo - västra Jordbro och är en del av ansökan om tillstånd för vattenverksamhet. Parallellt ansöker Trafikverket även om tillstånd för vattenverksamhet för den del av Tvärförbindelse Södertörn som omfattar Vårbybron och trafikplats Gömmaren på väg E4/E20 (Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggande av väg 259 Tvärförbindelse Södertörn, delen Vårbybron och trafikplats Gömmaren). Gränsdragningen mellan de två ansökningarna går vid de norra tunnelmynningarna till Masmotunneln, se Figur 1. Gränsdragningen följer en entreprenadgräns mellan förskärningar och bergtunnlar.

I denna tekniska beskrivning redovisas de åtgärder och verksamheter som omfattas av ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för väg 259 för vägsträckan mellan Masmo och västra Jordbro, vilka är:

- Grundvattenbortledning från bergtunnlar och schakter för bland annat broar, tråg och betongtunnel.
- Åtgärder i vattenområden i Glömstadiket och Flemingsbergsdiket samt åtgärder i våtmarksområden vid trafikplats Lissma, trafikplats Rudan och trafikplats Slätmosen.
- Infiltration vid trafikplats Solgård samt skyddsinfiltration inom påverkansområden vid behov.
- Anläggande av våtmark i Stensättradalen.

Projekteringen av sträckan har kommit olika långt. Sträckan från trafikplats Gladö fram till trafikplats Slätmosen där befintlig väg 259 ska breddas har det projekterats fram en så kallad systemhandling som beskriver en byggbar men inte en optimerad anläggning. Övriga delar med de tre bergtunnlarna har projekterats vidare och är i stort sett framme vid kalkylerbara förfrågningsunderlag för entreprenadupphandling. Undantag är trafikplats Kästa där projekteringen av förfrågningsunderlag just påbörjats. De planerade entreprenaddelarna kommer att upphandlas av Trafikverket vid olika tidpunkter. Detta bland annat för att entreprenadföretagen ska klara av att ta emot och lämna anbud på fler delar. Vissa av entreprenaderna kommer att upphandlas som totalentreprenader. I en totalentreprenad ställer Trafikverket krav på anläggningens funktion och gestaltning i ett förfrågningsunderlag. Entreprenören ansvarar för detaljprojekteringen vilket innebär en viss frihet att ta fram tekniska lösningar för utformning och genomförande, vilket påverkar exempelvis val av brotyp, material och exakt placering av brostöd. Bergtunnlarna kommer att upphandlas som utförandentreprenad. Det innebär att Trafikverket ansvarar för detaljprojekteringen och entreprenören utför arbetet enligt upprättad bygghandling.



Figur 1. Planerad vägsträckning för väg 259, Tvärförbindelse Södertörn samt gång- och cykelväg.

1.1. Orientering

Det geografiska område som omfattas av anläggningen ligger inom Huddinge och Haninge kommuner i Stockholms län. Men även Botkyrka kommun omfattas av området för bedömd grundvattenpåverkan. Redovisningen av den planerade anläggningen och vilken vattenverksamhet den medför har delats in i tre delsträckor och därunder grupperats i stort sett efter de planerade trafikplatserna enligt punktlistan nedan:

Masmo - Kästa

- Masmotunneln
- Trafikplats Flottsbro
- Glömstatunneln och Häggstavägen
- Trafikplats Kästa

Solgård - Flemingsbergsskogen

- Trafikplats Solgård
- Flemingsbergstunneln och våtmarksanläggning

Gladö – västra Jordbro

- Trafikplats Gladö och sträckan fram till trafikplats Lissma
- Trafikplats Lissma
- Trafikplats Rudan
- Trafikplats Slätmosen

1.2. Höjd- och koordinatsystem

I program Tvärförbindelse Södertörn anges höjder i rikets höjdsystem RH 2000. I plan används referenssystem SWEREF 99 18 00. En beskrivning av fixpunkter längs med vägsträckan finns i Bilaga A2 till ansökan.

De längdangivelser som anges, följer Tvärförbindelse Södertörns längdmätningssystem som löper i riktning från väster till öster. Sträckan för denna ansökan om tillstånd för vattenverksamhet börjar vid Masmotunneln cirka km 2/880 och slutar vid cirka km 22/900 öster om trafikplats Slätmosen. En ritning med angiven längdmätning finns i Bilaga A1 till ansökan.

1.3. Tidplan

Planerad byggstart för Tvärförbindelse Södertörn är mellan år 2023 och 2025. De olika etapperna kommer att ha olika tidplaner och inledas vid olika tidpunkter. Byggskedet beräknas sammantaget till cirka tio år. Byggtiden varierar för de olika anläggningsdelarna. För en mindre bro kan tiden då grundvatten behöver ledas bort vara fyra till sex månader. För trafikplatserna Flottsbro, Kästa, Gladö, Lissma och Rudan bedöms respektive byggtid vara ungefär tre år. För trafikplats Slätmosen beräknas byggtiden bli ungefär fyra år. Trafikplats Solgård inklusive Solgårdstunneln behöver delas upp i flera etapper som varierar i tid. De arbeten vid respektive trafikplats som kräver grundvattenbortledning upptar inte hela det beräknade byggskedet.

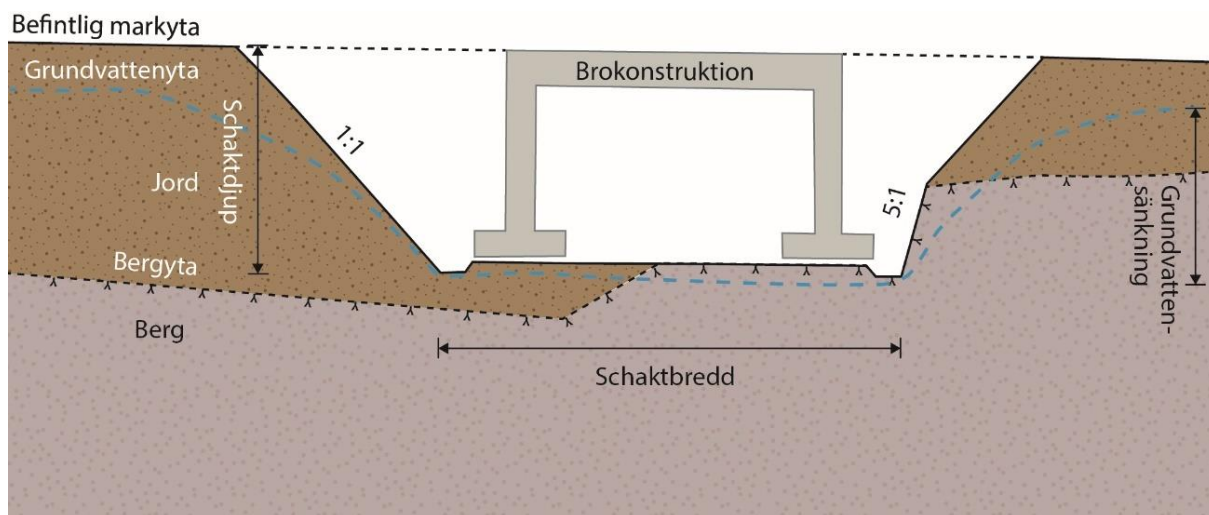
För bergtunnlarna skattas tiden för tunneldrivning till två år vardera för Masmotunneln och Glömstatunneln och tre år för Flemingsbergstunneln. För förskärningarna tillkommer cirka ett år. Angivna tider för tunnelarbeten indikerar tider för temporär grundvattenbortledning. Tiden för permanent grundvattenbortledning inleds när tätningsarbetena har avslutats. Därefter genomförs installationer då bergtunnlarna utrustas med inklädnad, väg, VA-utrustning, styr- och elsystem, skyltar etcetera. För vattenverksamheten innebär installationsperioden att driftskedet har påbörjats.

2. Genomförande

I detta avsnitt beskrivs genomförandet av de anläggningsarbeten längs med Tvärförbindelse Södertörn som innebär vattenverksamhet. Byggandet av vägen sker till en stor del som ett standardutförande men det finns flera komplexa avsnitt där det krävs en anpassning till de platsspecifika förutsättningarna.

2.1. Jord- och bergschakt

Där vägen går i skärning förbi ett höjdområde eller innan den går ned i en tunnel utförs permanenta jord- och bergschakt. Temporära jord- och bergschakt utförs under byggtiden för anläggande av broar, pumpstationer och andra anläggningsdelar. Runt konstruktionen behövs utrymme för formsättning och utrustning för länshållning, ungefär en meter vid schaktens botten. Schaktväggarnas lutning beror på jordlagrens stabilitet, i gynnsamma fall 1:1 (en meter i sida för varje höjdmeter) men mera vanligt är släntlutning 1:3 (tre meter i sida för varje höjdmeter). Principen för en öppen schakt i jord och berg framgår av Figur 2.



Figur 2. Principskiss för schakt i jord och berg för en bro, tunnel eller tråg. Grundvattenytan är sänkt under schaktbotten. Storleken på grundvattensänkningen är skillnaden mellan den avsänkta nivån i schakten och den ursprungliga grundvattennivån.

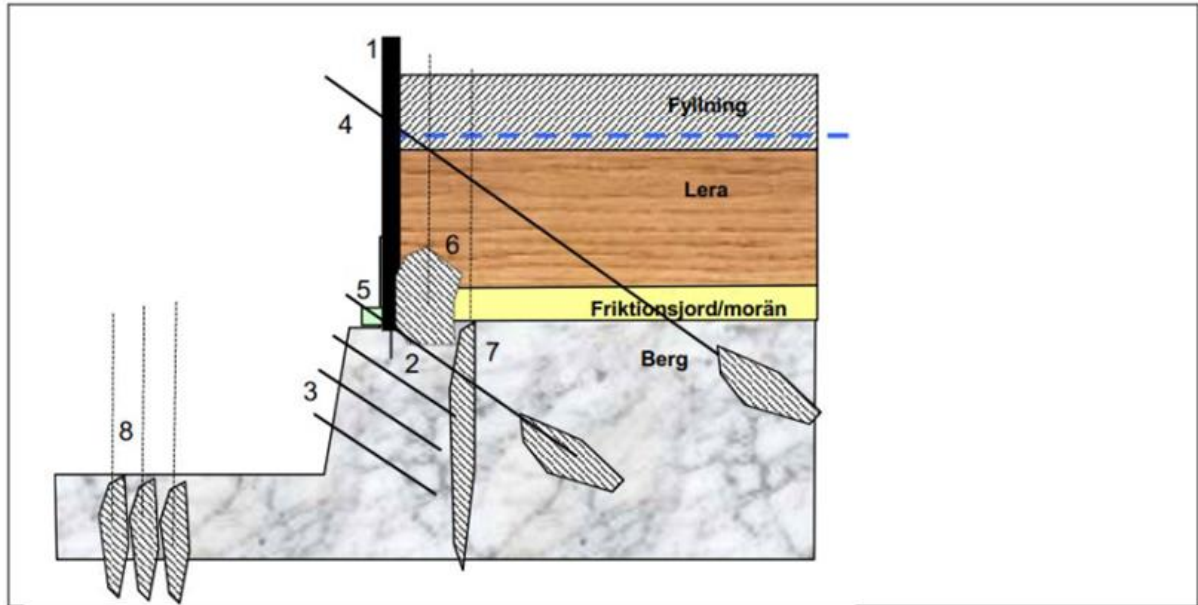
Bergschakt utförs genom sprängning varvid laddningshål borrar från frilagt berg. Efter sprängning sker utlastning.

Av stabilitetsskäl utförs bergschaktets väggar normalt med en viss lutning eller med terrasserade steg beroende på bergkvaliteten men där utrymmet inte finns kan bergssidan behöva förstärkas med stag in i berget och/eller med stål nät för att förhindra utfallande block. Bergschakt inom Tvärförbindelse Södertörn kommer normalt ha en lutning på 5:1 (en meter åt sidan för varje fem höjdmeter). Vid sämre bergkvalitet har antagits en lutning på 3:1. Högre bergskärningar får en cirka 0,5 m bred terrass/hylla var 10:e höjdmeter.

Grundläggningsarbeten, gjutning av betong etcetera, görs bäst om det kan ske i torrhet, det vill säga att schaktgropen kan hållas torr ned under schaktbottennivå. Då schaktdjupet når under grundvattenytan krävs bortledning av dränvatten (markvatten och grundvatten som läckt in) men även utan inläckande grundvatten krävs en bortledning av nederbörd, tillrinnande dagvatten samt eventuellt vatten som tillförs i byggprocessen (processvatten). De olika vattentyperna som förekommer i en öppen schakt under byggskedet beskrivs i avsnitt 4.1

2.1.1. Stödkonstruktioner och tätning av jord- och bergschakt

Av stabilitets- och utrymmesskäl samt för att reducera mängden inläckande grundvatten utförs jordschakt ofta inom tätande stödkonstruktioner. Avskärmningen begränsar inläckaget och begränsar sänkning av grundvattennivån i omgivningen. Avskärmningarna kan vara mer eller mindre täta beroende på behov och förutsättningar. De kan vara tillfälliga eller lämnas kvar som permanenta konstruktioner. Principen för en jord- och bergschakt med spont och tätning visas i Figur 3.



Figur 3. Principskiss för jord- och bergschakt med spont och tätningsåtgärder. Illustration från projekt Varbergstunneln (Trafikverket, 2016).

Ingående delar i figuren ovan:

1. Spont (vanligen stålspont som slås eller vibreras ned)
2. Sponten fästs i berg med förankringsdubb
3. Eventuell förstärkning av bergslänt
4. Förankringsstag för spont
5. Horisontell sammanbindning av spont med "stålplankor" (hammarband) eller som i figuren med gjuten betongklack
6. Tätning mellan spontfot och berg genom så kallad jetgrouting (injektering av jord med betongbruk)
7. Ridåinjektering av berget utanför schaktsidorna (utförs oftast före schaktningen påbörjas)
8. Botteninjektering av bergbotten (utförs oftast före bergschaktningen påbörjas)

Vid mindre schakt ned i genomsläppliga jordlager kan schaktbotten tätas genom att gjuta en cementkaka i botten för att sedan kunna anlägga konstruktionen i torrhet.

Effekten av en tätande stödkonstruktion är att grundvattenpåverkan reduceras nästan helt utanför schaktet. En viss påverkan kan kvarstå främst beroende av att det kan vara praktiskt svårt att få tät mellan stödkonstruktionen och berg och dels beroende på inläckage genom schaktbotten som fortplantas upp i omgivande jordlager. För vissa jordtyper passar en tät konstruktion dåligt, det gäller främst siltiga jordlager. Detta på grund av att en stor gradient mellan den högre opåverkade grundvattennivån utanför schaktet och det torrlagda schaktet kan medföra att jordmaterial pressas in till schaktet mellan spont och bergyta vilket innebär stabilitetsproblem. Då kan pumpbrunnar behöva

installeras utanför sponten för att sänka av grundvattennivån och därmed strömningsgradienten in mot schaktet.

Ett sätt att kontrollera effekten av tätningsåtgärderna är att genomföra en provpumpning. Vid kontrollen sänks grundvattennivån inom den täta konstruktionen samtidigt som grundvattennivån mäts inom och utanför denna. Om det då konstateras att inläckaget är för stort görs kompletterande tätningar.

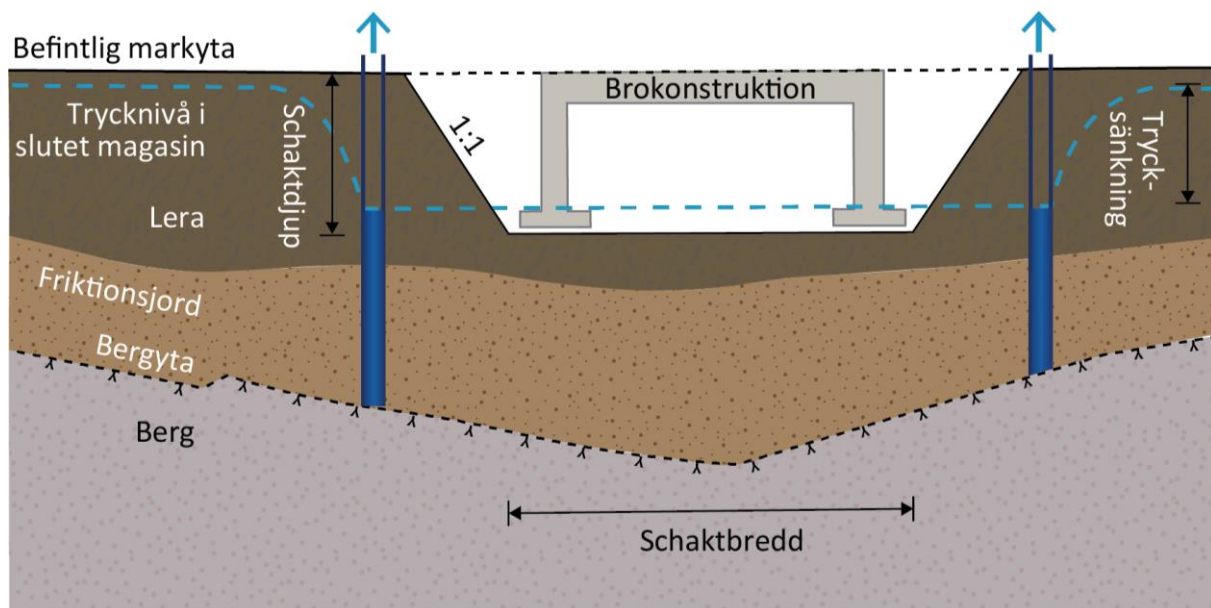
I Figur 4 visas en schakt med slagen stålspont. De U-formade sponten hakar i varandra vilket normalt blir mycket tätt. I figuren syns också de tvärgående hammarbanden.



Figur 4. Exempel på stålspont med hammarband och bakåtförankring. Foto (Trafikverket, 2017)

2.1.2. Hantering av risk för bottenuppträckning

Exempel på konstruktioner som utförs i jordschakt och som kan behöva grundläggas under grundvattennivån är brostöd och pumpstationer. På många ställen kommer dessa temporära schakt under byggskedet att utföras inom områden med lerjord. Lerans täta egenskaper gör att något större problem med inläckande ytligt grundvatten inte kan uppkomma men schaktas en större andel av lerlagret bort kan grundvattentrycket i ett undre grundvattenmagasin (i friktionsjord under leran) bli större än kvarvarande lerlagers tyngd och botten på schaktet kan tryckas upp. Detta innebär en arbetsmiljörisk och en risk för byggnadskonstruktionen och måste hanteras genom att först sänka trycket i det undre magasinet, se Figur 5. Trycksänkningen kan utföras genom pumpning av grundvatten från brunnar eller med vakuumsugspetsar.



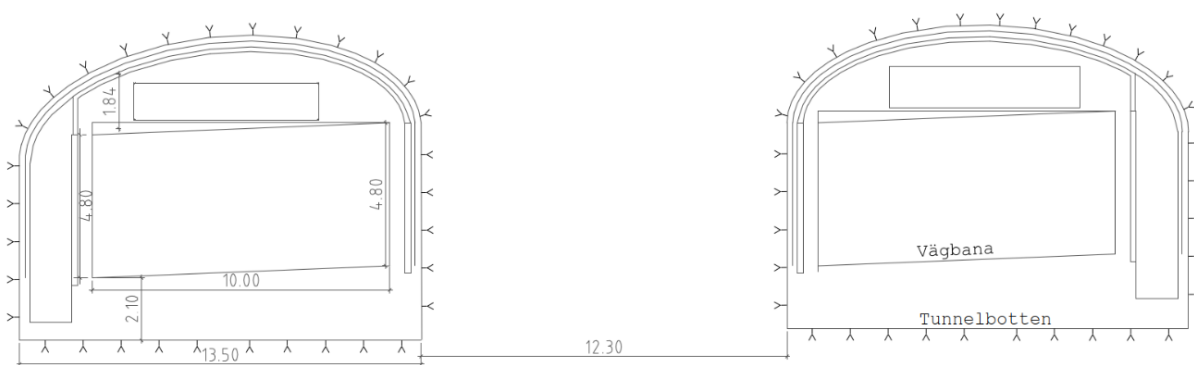
Figur 5. Sänkning av trycknivå i friktionsjord under lera för att förebygga bottenuppträckning.

2.2. Bergtunnlar

2.2.1. Utformning och tunneldrivning

De tre bergtunnlarna - Masmotunneln, Glömstatunneln och Flemingsbergstunneln utformas med två parallella tunnlar i berg enligt samma principer. Dimensionerna på tunnlar varierar beroende på om de innehåller en, två eller tre filer för biltrafik. För att skydda trafikutrymmet och installationer från inläckande grundvatten förses bergtunnlarna med en inklädnad i form av ett vattentätt membran med ett skikt av sprutbetong. Grundvattnet (dräneringsvattnet) leds bort från utrymmet mellan berget och membranet. I installationskulverten och övriga utrymmen utförs membranet utan täckande betong.

I tunnlar anläggs en installationskulvert utmed lågfartssidan för el-, tele- och kraftledningar. En betongvägg skiljer installationskulverten från trafikutrymmet. Tvärtunnlar mellan tunnlar fungerar som utrymningsvägar. Ett exempel på tvärsnitt visas i Figur 6.



Figur 6. Schematisk utformningen av bergtunnel, figuren visar ett tvärsnitt genom två parallella bergtunnlar med tre körfält i vardera tunneln.

Bergtunnlarna kommer att upphandlas som utförandeentreprenader och drivas med konventionell teknik genom borrhning och sprängning, se Figur 7. Figuren visar en borra-sprängcykel där förekommande vattenförande sprickor i berget först tätas, se vidare avsnitt 2.2.3. Framdrivningen är normalt 10–20 meter i veckan per tunnelfront beroende på behovet av tätning. Vanligtvis sprängs hela tunnelarean samtidigt men ibland kan det behövas bergschakt i mindre etapper.



Steg 1. I en krans runt tunneln borrar cirka 20–25 långa hål snett framåt i berget.



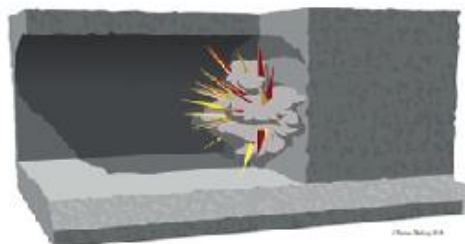
Steg 2. En blandning av cement och vatten pressas under högt tryck in i borrhålen och vidare ut i bergets sprickor. Cementen härdar och tätar på det viset berget runt tunneln.



Steg 3. Nästa steg är att borra själva spränghålen. De är cirka 2-6 meter långa. Med hjälp av en datoriserad borrhigg får hålen exakt position och längd.



Steg 4. Hålen laddas med sprängmedel. Mängden anpassas efter omgivningarnas känslighet.



Steg 5. Laddningen går av och berget sprängs ut. Efteråt lastas berget ut med lastmaskiner, lastbilar eller dumptrar. Bergmassorna vattenbesprutas för att minska damm och få bort kväve.



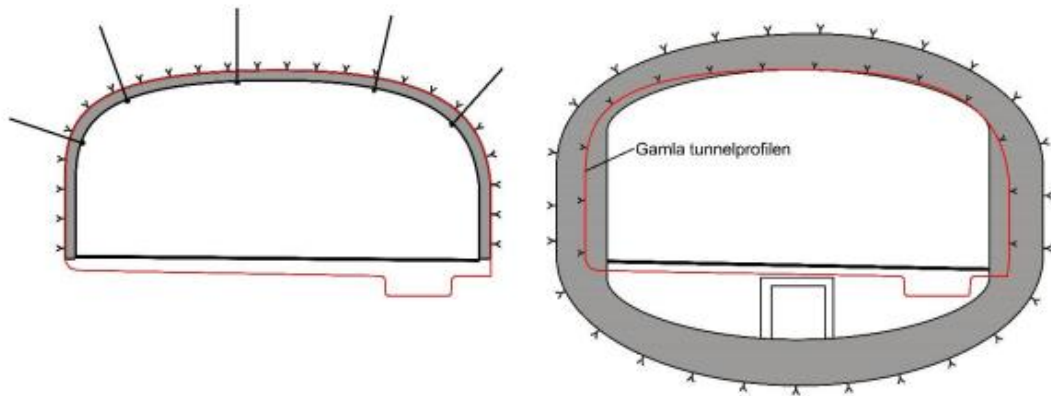
Steg 6. Vid skrotning knackas allt löst berg bort från tak och väggar så det inte utgör en fara. Vid behov utförs bergförstärkning med sprutberong och bultar.

Figur 7. Tunneldrivning i berg genom borrhning och sprängning. Illustrationer: Trafikverket/Thomas Öhrling.

2.2.2. Tätning av en bergtunnel

Tätning kommer utföras genom cementinjektering som är den vanligaste metoden för att täta bergtunnlar i Skandinavien där ett visst kvarvarande inläckage är acceptabelt. Metoden är välbeprövad och metodiken utvecklas ständigt genom forskning av branschorganisationer och tekniska högskolor. Eventuellt kan injektering med kemiska tätningsmedel användas, exempelvis polyuretan, för passager där det är svårt att få cementsuspensionen att stelna eller främst vid eftertätning av bulthål. Före användning av sådana medel görs en anmälan med tillhörande konsekvensutredning till tillsynsmyndighet enligt gällande kemikalieförordning.

Tätning av berget utgör en stor del av den totala kostnaden vid anläggande av en bergtunnel (Kadefors och Bröchner, 2008). Tidsåtgången för att borra injekteringshål, injektera och kontrollera är en stor kostnadspost. Inte bara för den ökade arbetstiden men även kostnaden för maskinhyra, byggbodar och allt annat som tillhör en arbetsplats. Även materialförbrukningen är en stor kostnads- och miljöpost. Till exempel krävs det cirka en kubikmeter cement bara för att återfylla borrhålen vid en full injekteringsomgång.



Figur 8. Exempel på tunneltvårsnitt för en tunnel förstärkt med bergbult och sprutbetong jämfört med en tunnel med betonglining som motstår grundvattentryck och berglaster.

För att bygga helt täta tunnlar måste de utföras med betonglining som motstår grundvattentrycket på liningen. Det medför att en större tunnelarea måste sprängas ut och därmed en långsammare framdrift. Den större tunnelarean behövs delvis för att betonginklädnaden tar plats och dels då tunnelbotten bör få en cirkulär form för att fördela grundvattentrycket, Figur 8.

Det större berguttaget tillsammans med den ökade mängden cement som behövs för betongliningen kräver fler transporter. Bara i speciella fall där omgivningen inte tål någon eller mycket begränsad dränering av grundvatten kan den ökade miljöpåverkan i byggskedet orsakat av transporter och den ökade cementförbrukningen samt den betydligt större produktionskostnaden anses vara motiverad. Detta behov förekommer inte vid byggande av de tre bergtunnlarna inom Tvärförbindelse Södertörn.

2.2.2.1. Förutsättningar för tunneltätning

Två huvudsakliga faktorer inverkar på förutsättningen att täta en bergtunnel, berggrundsförhållande (dvs. hur uppsprucket berget är, sprickorientering, sprickfyllning med mera) samt den tekniska möjligheten att täta ett vattenförande berg. Den tekniska möjligheten att täta beror bland annat av att injekteringsbruket av cement inte kan tränga in i hur smala sprickor som helst samt att injekteringstrycket behöver anpassas mot grundvattentryck och bergtäckningen ovan tunneln. Exempelvis är en yttlig tunnel med liten bergtäckning svårare att täta än om tunneln ligger djupare ned där injekteringstrycket kan vara högre. Den djupare tunneln kan dock läcka in mer eftersom grundvattentrycket mot tunneltätningen är större.

Nyckeltal för tätning är att berg med en konduktivitet lägre (tätare) än cirka $2-6 \times 10^{-9}$ m/s inte går (är mycket svårt) att täta med cement och att med långtgående tätning kan man som mest täta ett berg (sprickzon) så att konduktiviteten minskar med två tiopotenser, dvs. 100 gånger tätare. Det sista innebär att en vattenförande sprickzon med exempelvis konduktiviteten, $K_b 10^{-6}$ m/s kan i bästa fall tätas ned till (K_i) 10^{-8} m/s. Ett mått på tätningens effektivitet är förhållandet mellan konduktiviteten före och efter tätning:

$$\text{Tätningseffektivitet } \eta = \left(1 - \frac{K_i}{K_b}\right) \times 100 \text{ (\%)}$$

Ett annat mått är förhållandet mellan inläckaget före och efter tätning beräknat med analytiska formler:

$$\text{Tätningseffekt (\%)} = \frac{Q_{\text{oinjekterat}} - Q_{\text{injekterat}}}{Q_{\text{oinjekterat}}} \times 100$$

Tätningseffektiviteten blir ett mått på hur långtgående eller svår injektering som krävs, exempelvis $\eta = 90\%$ (10 ggr tätare berg) kan ofta uppnås med en injekteringsomgång om inte utgångsberget har för hög (eller låg) genomsläpplighet. Motsvarande för $\eta = 95\%$ (20 ggr tätare berg) kräver två injekteringsomgångar ofta med viss kompletterande tätning. Högre tätningseffektivitet för att uppnå upp mot 100 gånger tätning kräver än mer arbetskrävande injektering (exempelvis fler injekteringsborrhål, växelvis tätning med halva injekteringsskärmar). Risken för att sämre utfall av tätningen än planerat ökar med ökat behov av tätningseffektivitet. Exempelvis minsta variation vid tillblandningen av injekteringsbrukets viskositet (flytbarhet) eller tätning av injekteringsborrhålet för uppbyggnad av injekteringstryck påverkar resultatet. I praktiken ska en tätning motsvarande 95% effektivitet eller högre inte förväntas uppnås för längre tunnelsträckor.

2.2.3. Injekteringsstrategi

Behovet att täta en bergtunnel vägs mot kostnaden att täta och möjligheten att täta tunneln. Behovet kan generaliserat delas upp i två kategorier, *miljökrav* (omgivningskrav) och *funktionskrav*. Miljökrav är krav för att undvika en negativ påverkan på natur- och kulturvärden, lerjordars stabilitet, påverkan på allmän och enskild egendom etcetera. Det vill säga det som denna ansökan omfattar. Funktionskrav utgår från anläggningens funktion avseende tekniska installationer samt drift och underhåll. Det funktionskrav som av Trafikverket bedöms vara dimensionerande och främst behöver beaktas är förutsättningar för att leda bort inläckande grundvatten i driftskedet. Vilka miljökrav som gäller och vad de baseras på redovisas i PM Yt- och grundvatten samt i MKB.

Vid behov kan efterinjektering utföras där större inläckage detekteras. Det kan oftast röra sig om läckage vid bultar för bergförstärkning. Under byggtiden kan således inläckaget av grundvatten vara större än vad som läcker in under driftskedet. Erfarenhet från äldre tunnlar visar att med tiden minskar inläckaget ytterligare bland annat på grund av att vissa sprickor intill tunneln fylls med sekundärt bildat mineral, exempelvis kalcit.

2.2.3.1. Injekteringsstrategins grunder

Strategin för hur bergtunnlarna ska tätas är till del en kontinuerlig process där strategin omprövas vartefter ny kunskap om berggrundsförhållandena kommer fram vilket inte minst görs i själva byggskedet (exempelvis som i detta fall med två parallella tunnelrör där erfarenheter från det första tunnelröret som sprängs ut kan förändra strategin för det andra tunnelröret).

Berggrunden längs tunnlarne delas in i så kallade *hydraulikdomäner* (kan ha andra benämningar), vilket är sammanhängande enheter av bergmassa med bedömt enhetliga vattenförande egenskaper. För tunnelbyggande tas även andra domäner fram, exempelvis fördelning av olika bergmekaniska egenskaper.

Indelningen av tunnelsträckorna baseras på hydrogeologiska värden erhållna främst från vattenförlustmätningar och karteringar av kärnborrhålen längs sträckan. Även sprickartering vid markytan och regionala strukturer, exempelvis långsträckta dalgångar vägs in. Domänernas egenskaper kan omfatta ett antal parametrar som kopplar till det prognosticerade inläckaget för en otätad bergtunnel samt parametrar som beskriver hur svårt/komplicerat det är att täta sprickorna. Exempel på egenskaper som delar in de olika domänerna är:

- Antal vattenförande sprickgrupper främst baserat på kärnkartering
- Riktning hos vattenförande spricksystem i förhållande till tunnel
- Flödesdimension i sprickplan utförda med återhämtningstest
- Hydraulisk sprickvidd på den största vattenförande sprickan enligt analys av vattenförlustmätning
- Beräknat inläckage utan injektering (otätad tunnel)

Dessutom används kompletterande egenskaper som:

- Spridning av transmissivitet (T)
- Kvoten mellan ett borrhålls totala transmissivitet och den maximala transmissiviteten för en sektion ($T_{\text{tot}}/T_{\text{max}}$)

Beroende på de olika egenskaperna som väljs i utvärderingen och en viktning mellan dessa fås en indelning av områdets dominerande hydrauliska egenskaper.

2.2.3.2. Planerat utförande av injektering

Utifrån förutsättningarna väljs en av två huvudsakliga injekteringsstrategier där den ena innebär *behovsanpassad injektering* medan den andra innebär *kontinuerlig förinjektering*.

Med behovsanpassad injektering menas att sonderingshål borrar rakt framför tunnelfronten och de bedömda bergegenskaperna utifrån tidigare undersökningar verifieras eller revideras. Därefter utförs anpassad tätning vid behov eller så konstateras berget vara tillräckligt tätt så att ingen injektering behövs.

Vid kontinuerlig förinjektering utförs en "basinjektering" längs hela tunnelsträckan och som byggs på med mer utförlig injektering vid sektioner där förundersökningen visar på mer genomsläppligt berg. De faktiska bergförhållandena framför tunnelfronten (som även kallas stuff) undersöks via injekteringsborrhålen.

Efter genomförd injektering borrar kontrollhål för att utvärdera att injekteringen är tillräcklig. För att uppnå högsta täthet behövs dubbla injekteringsomgångar vilket då medför en betydligt långsammare framdrift. Utöver antal och placering av injekteringshål omfattar ett injekteringskoncept även hur injekteringen av cementbruk ska utföras. Nedan redovisas de huvudsakliga parametrar som styr utförandet, och som anpassas till rådande förhållanden:

Injekteringstryck: Generellt sett gäller att ju högre omgivande grundvattentryck man har, desto högre tryck måste man använda för att få in cementen i bergmassans spricksystem. En djupt förlagd tunnel kräver alltså i allmänhet högre injekteringstryck än en mer ytligt förlagd. Hänsyn måste också tas till bergtäckningen – maximalt injekteringstryck anpassas för att minimera risken för att injekteringsbruk ska tränga upp vid markytan.

Injekteringsbrukets viskositet: I detaljutformningen av injekteringskonceptet, ingår också att optimera injekteringsbrukets viskositet i förhållande till bergmassans antagna egenskaper. Generellt eftersträvas ett bruk med så hög viskositet som möjligt. Detta innehåller en högre cementshalt, vilket gör att det härdar snabbare samt minimerar risken för separation. Om spricksystemet i bergmassan domineras av fina sprickor, kan man dock behöva komplettera med ett bruk med lägre viskositet, för att det lättare ska kunna nå ut och täta de finare sprickorna. Ofta brukar man inleda injekteringsomgången med ett mer lättflytande bruk, för att sedan byta och avsluta med ett mer trögflytande bruk, med högre viskositet.

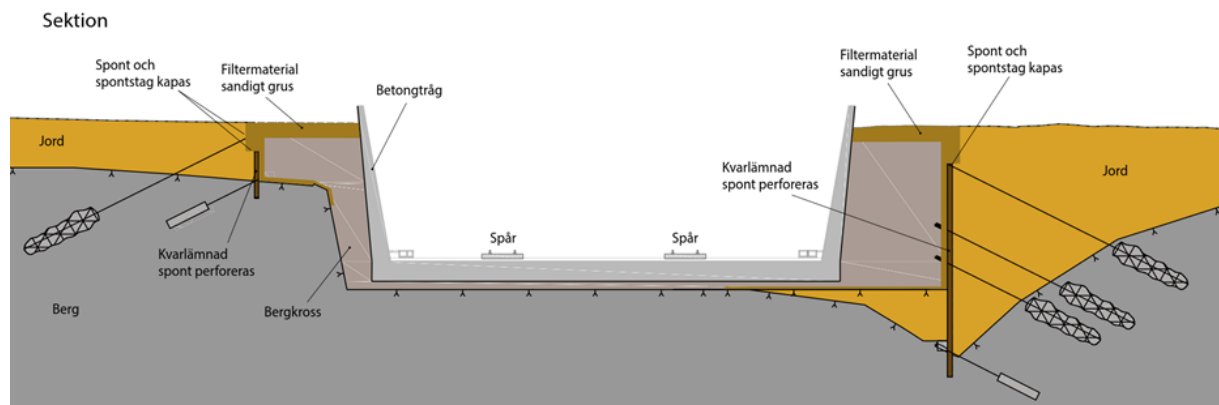
Stoppkriterier: Dessa är villkor som sätts för att definiera när injekteringen ska avbrytas. De parametrar som styr är mängd, tryck och flöde. Vilken mängd det är beror på bergets egenskaper. För olika hydraulikdomäner beräknas vilken mängd injekteringsbruk som bedöms ge en tillräcklig tätning av berget. Detta kan omräknas till mängd per borrhål. När denna mängd pumpats in i ett borrhål avbryts injekteringen. Om denna mängd inte uppnås bedöms berget vara tätare än beräknat, och då avbryts istället injekteringen när flödet understiger en viss mängd/minut vid det maximala tryck som gäller för ett visst område.

2.3. Betongtunnlar och betongtråg

Betongtunnlar kommer att byggas i anslutning till bergtunnlarna genom Masmoberget och för passage av Huddingevägen (väg 226) och Västra stambanan vid trafikplats Solgård. Betongtråg byggs vid Glömstatunnelns västra sida, Flemingsbergstunnelns västra sida samt i anslutning till betongtunneln vid Solgård. Betongtunneln byggs där vägen går tillräckligt nedsänkt i jordlagren så att marken ovanför kan återfyllas eller där berget över vägtunneln inte är tillräckligt mäktigt för att vara stabilt.

Betongtunnlar och tråg byggs genom schakt från markytan. För betongtunnlar som sedan täcks över av jordmassor brukar metoden kallas cut- and cover. När betongtunnelns eller trågets botten vilar mot berg eller konstruktionen delvis schaktats ned i berg kan botten antingen utgöras av en betongplatta eller av en tätad bergbotten. En betongplatta har fördelen att den blir helt tät och är enklare att kostnadsberäkna vid upphandling. Nackdelen är ökad betongåtgång samt ökat berguttag då bergschaktet behöver göras djupare för att ge plats till betongplattan.

I Figur 9 visas ett betongtråg med betongbotten där schaktet återfyllts innanför kvarlämnad, kapad spont. Det är vanligt att sponten lämnas kvar då det ofta är svårt och dyrare att dra bort spontplankorna än vad materialkostnaden är för de kvarlämnade sponten. Ett betongtråg utan betongbotten kan i princip likställas med två stödmurar.



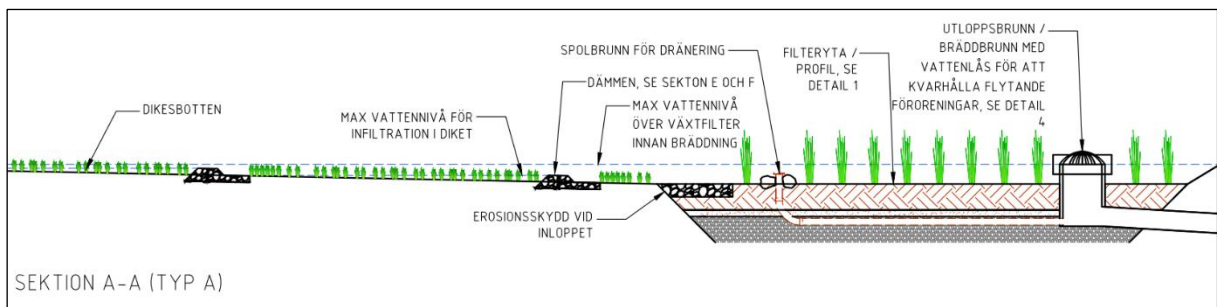
Figur 9. Schematiskt tvärsnitt av ett betongtråg med betongbotten. Illustration från projekt Varbergstunneln (Trafikverket, 2016)

Återfyllnaden får av nödvändighet en annan sammansättning än de ursprungliga jordlagren och är oftast mer vattengenomsläpplig, speciellt i vertikalled, än den naturliga jorden. Vid behov kan man inom någon sektion återfylla med så kallad strömningsavskärande fyllning, en tätare fyllningsjord, för att förhindra eller minska eventuell oönskad vattenströmning längs den byggda konstruktionen.

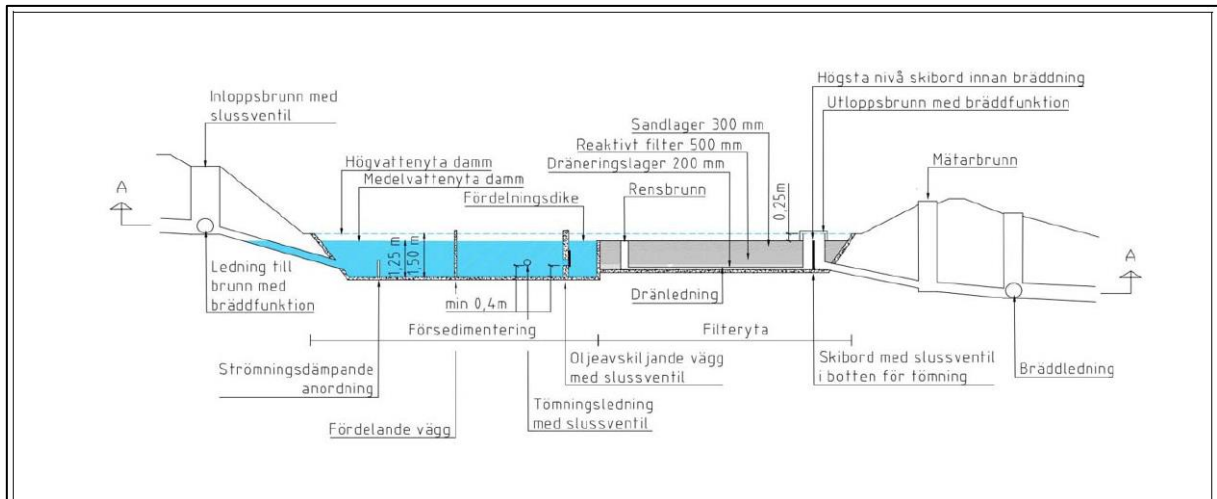
För att förhindra att kvarlämnad spont dämmer ett grundvattenflöde kan hål borrar i sponten vid den nivå där naturligt genomsläppliga jordlager förekommer. Ett annat sätt är att installera brunnrör utanför sponten som leder upp grundvatten från ett slutet undre magasin och grundvattnet sedan får rinna över den nedkapade kanten in till den genomsläppligare återfyllnaden.

2.4. Dagvattenreningsanläggningar

Reningsanläggningar för vägdagvatten kommer antingen att utföras som ”mindre våtmarker” eller som bassänger i betong där vattnet sedan får passera olika reningssteg. Våtmarksutförandet innebär principiellt att en yta schaktas ut och beroende på jordlager eventuellt tätas med geomembran där sedan partiklar i vägdagvattnet kan sedimentera och där växter kan bromsa vattenflödet och ta upp näringsämnen, se Figur 10. Lösningen med betongbassänger kan se ut som Figur 11 nedan. Beroende på tillgänglig yta blir dessa djupare i sin konstruktion och kan medföra schakt under grundvattenytan (alternativt risk för schaktbottenuppträckning) under byggskedet.



Figur 10. Schematiskt tvärsnitt av en dagvattenreningsanläggning typ "våtmark".



Figur 11. Schematiskt tvärsnitt av en dagvattenreningsanläggning med betongbotten.

2.5. Brostöd, kulvertar och pumpstationer

Konstruktioner som brostöd, tråg, rörbroar, kulvertar, pumpstationer och olika teknikbyggnader grundläggs vanligen en bit under markytan vilket förutsätter schaktning i jord och ibland även i berg. Arbeten som formsättning, armering och gjutning bör utföras i torrhet vilket skapar behov av att sänka grundvattenytan genom bortledning av grundvatten under byggtiden.

Generellt sker grundläggning på pålar när jorden består av lera. Vid brostöden kan det bli aktuellt med tillfällig spont och en lokal grundvattensänkning för att undvika en bottenuppträckning under tiden schakten är öppen. Om jorden består av fastmark eller berg sker grundläggning med platta på fyllning eller på fyllning på plansprängt berg.

Beroende på de geologiska förhållandena och förhållanden i omgivningen kan schakten utföras med eller utan temporära tätande spontkonstruktioner, enligt tidigare beskrivning i avsnitt 2.1.

2.6. Arbeta i vattenområde

En förutsättning för att ge plats för Tvärförbindelse Södertörn är att Glömstadiket och Flemingsbergsdiket delvis leds om till nya lägen. Vanligtvis sker en omledning av vattendrag under vinterperioden då vattenföring och vattenstånd ofta är lågt.

Arbetet inleds med att nya broar och trummor anläggs för den nya sträckningen. Därefter grävs den nya sträckningen för vattendraget. När den nya dikesfåran är anlagd släpps vattnet på i den nya dragningen. Det öppnas då upp mellan den befintliga och den nya sträckningen, först nedströms och därefter uppström omledningen. När den nya sträckningen av vattendraget är vattenfylld stängs öppningarna mellan gammal och ny fåra. Den gamla fåran töms på vatten och fylls igen sektionvis med jordmassor.

När rörbroar och trummor byggs i befintliga vattendrag underlättar det om det kan göras i torrhet. Torrheten skapas genom att man dämmer vattendraget och pumpar flödet förbi platsen för rörbron/trumman. I vissa fall behövs ingen pump utan vattnet kan rinna i rörledning med självfall. Ett alternativ till att pumpa vattnet förbi platsen är att göra en tillfällig omledning enligt principen i föregående avsnitt. När rörbron/trumman är på plats tas dämningen bort och vattendraget kan flöda igenom. För att undvika hantering av stora flöden är valet av tidpunkt för genomförande av dämning/omledning viktig. Generellt gäller att dessa arbeten bör ske när det är lågvatten, vanligtvis under vintern eller högsommaren.

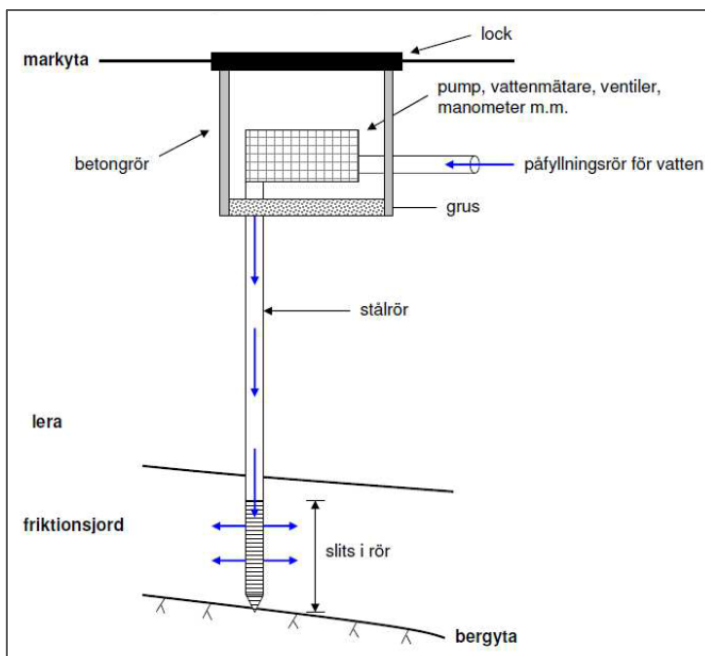
Grundläggningen av rörbroar och trummor medför att schakten behöver länshållas och beroende på grundvattennivåns läge krävs ibland även spontning.

2.7. Brunnar för infiltration eller vattenuttag

2.7.1. Infiltration

Infiltration kan kategoriseras i två typer; infiltration inom arbetsområdet som komplement till tätningåtgärder för att begränsa avsänkning och skyddsinfiltation i anslutning till specifika skyddsobjekt. Skyddsinfiltation vidtas för att upprätthålla grundvattennivån i områden där det finns en identifierad sättningsproblematik eller andra känsliga objekt. Det kan vara aktuellt i anslutning till tunnlar och schakter. Behovet kan uppkomma i fall det är tekniskt svårt och kostsamt att genomföra tätande temporära konstruktioner som exempelvis spont. Speciellt när jorden är blockrik, berget är uppsprucket eller bergöverytan varierar kraftigt kan det vara svårt att uppnå önskad täthet.

Vid infiltration tillförs vatten till grundvattenmagasinet genom infiltration, se Figur 12. Infiltrationsbrunnar dimensioneras utifrån resultatet från de geotekniska och hydrogeologiska undersökningar och beräkningar som genomförts i påverkansområdet. Infiltration kan i vissa fall utföras i för ändamålet grävda diken, exempelvis vid släntfot vid övergången mellan ett höjdområde och intilliggande lertäckta dalgång.



Figur 12. Höger bild. Exempel på utformning av en rörbrunn för skyddsinfiltation. Illustration från projekt E4 Förbifart Stockholm (Trafikverket, 2011). Vänster bild: Exempel på anläggning för tillfällig skyddsinfiltation. Infiltrationen sker via ett rött plaströr som installerats i marken ner till ett slutet grundvattenmagasin. Vatten tillförs via den svarta plastslangen. Foto: Anders Berzell, Trafikverket.

2.7.2. Brunnar för vattenuttag

Vattenbrunnar för enskild dricksvattenförsörjning eller för annat måttligt uttagsbehov utförs oftast som bergborrade brunnar. För större uttagsmängder anläggs oftast brunnar i vattenförande jordlager.

Placeringen bestäms oftast av fastighetsgränserna men bör lokaliseras utifrån bedömda eller bestämda vattenförande zoner i berggrunden. Exempel på utredningar är SGU:s kartmaterial kompletterat med lineamentstolkning utifrån den topografiska kartan (tolka var zoner i berggrunden förekommer utifrån terrängförhållandena) samt geofysisk undersökning i fält (vanligen VLF-undersökning där lågfrekventa radiovågor påverkas av vattenförande sprickzoner och fångas in av ett bärbart instrument vid markytan).

För att öka den momentana uttagskapaciteten för en brunn kan den kompletteras med en lågreservoar som tillfälligt kan tillgodose uttag som överstiger brunnens momentana (hydrauliska kapacitet).

3. Planerad vattenverksamhet och anläggningsbeskrivning

Ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för väg 259 avser bortledning av grundvatten, infiltration för att bibehålla grundvattennivån, åtgärder i vattenområde samt anläggande av våtmark. Avseende grundvatten omfattar ansökan dels temporär bortledning under byggtiden, när grundvattennivån behöver sänkas för att kunna bygga en anläggning i torrhet och dels permanent bortledning, när konstruktionen inte kan göras tät eller är dränerande i driftskedet. Under byggtiden sker bortledning vid grundläggning under grundvattenytan samt för de anläggningar där det finns risk för bottenuppträckning till följd av ett högt grundvattentryck i underliggande, slutna grundvattenmagasin. Bortledning av grundvatten behöver ske i anslutning till tunnlar i berg, betongtunnlar, tråg, brostöd, GC-passager, VA-anläggningar samt vid anläggande av kulvertar och trummor. Ansökan omfattar även uttag av grundvatten (vattentäkt) under byggtiden i syfte att försörja ett etableringsområde med dricksvatten.

När det gäller ytvatten omfattar ansökan åtgärder i två vattendrag (eventuellt i tre): Glömstadiket och Flemingsbergsdiket behöver ledas om då den planerade väganläggningen kommer i konflikt med dikena. Även Lovisebergsbäcken kan behöva ledas om temporärt ifall bergförstärkning ovan Glömstatunneln skulle behöva utföras från markytan. Arbetena berör även våtmarksområden vid Flemingsbergs våtmark, trafikplats Rudan och trafikplats Slätmosen.

Under driftskedet består vattenverksamheten av bortledning av inläckande grundvatten till bergtunnlar eller bergskärningar samt bortledning för att sänka av ned till dräneringsnivå kring vissa konstruktioner.

Vad de planerade åtgärderna innebär beskrivs i följande delar av detta avsnitt. I figurer och text anges ett nummer för respektive anläggningsdel som medför vattenverksamhet. Dessa är anläggningsnummer från systemhandlingen. Anläggningsdelar som innebär grundvattenbortledning i schakter redovisas i tabeller.

3.1. Masmo - Kästa

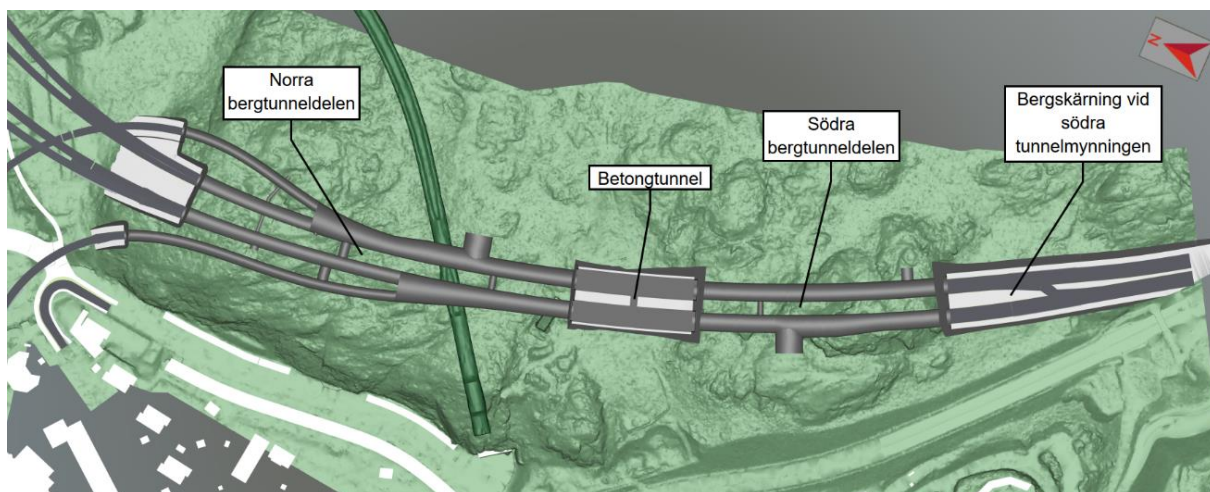
Delsträckan omfattar Masmotunneln, Glömstatunneln, trafikplatserna Flottsbro och Kästa samt mellanliggande vägsträckor i ytläge. För denna delsträcka omfattar ansökan såväl permanent som temporär bortledning av grundvatten samt åtgärder i vattenområde. De anläggningsdelar som bedöms medföra vattenverksamhet redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Ansökan om tillstånd för vattenverksamhet omfattar följande åtgärder för delsträckan Masmo -Kästa.

Typ av åtgärd	Åtgärd och anläggningsnummer
Permanent grundvatten-bortledning	Masmotunneln (117, 118) med ramptunnlar (119, 11B), betongtunnel (14C, 14D) och södra förskärningen (11A, 11C)
	Glömstatunneln (203, 204) med östra förskärningen (205, 206) samt del av västra förskärningen
	Del av ny sträckning av Glömstadiket (alternativ A, se avsnitt 3.1.4.1)
	Trafikplats Kästa: - GC-passage öster om tpl Kästa (344)
Temporär grundvatten-bortledning	Trafikplats Flottsbro: - Dagvattenreningsanläggning (186) - Ekodukt (248) - Östra bron i tpl Flottsbro (242) - Släckvattenstation (281) - Ledningskulvert (243) - Bro för Häggstavägen (245) - Dagvattenreningsanläggning (282)
	Tråg (246) vid Glömstatunnelns västra förskärning
	Del av ny sträckning för Glömstadiket (alternativ B, se avsnitt 3.1.4.1)
	Ledningskulvert och inloppskammare (347)
	Trafikplats Kästa: - Pumpstation för vägdagvatten (384) - Brostöd GC-bro (345) - Ledningskulvert (343) - Pumpstation för GC-väg (386) - Rörbro (349) - Dagvattenanläggningar (381, 382)
Åtgärder i vattenområde, omledning	Glömstadiket: - Omledning, alternativ A: Öppet dike eller alternativ B: Delvis kulverterat dike - Tre nya trummor - Två nya rörbroar (348, 349) - Utrivning av befintliga trummor

3.1.1. Masmotunneln

Tvärförbindelsen passerar genom Masmoberget i en cirka 750 m lång tunnel. Tunneln utgörs av två bergtunneldelar och däremellan betongtunnel, se Figur 13. I söder övergår bergtunneln i en öppen skärning i jord och i berg. Masmotunneln består av två parallella huvudtunnlar och två ramptunnlar som ansluter till huvudtunnlarna i den norra delen. I den södra tunneldelen och fram till ramptunnlarna planeras tre körfält i vardera riktningen. I den norra delen fördelas körfälten till ett körfält i ramptunneln och två körfält i huvudtunneln i vardera körriktning.



Figur 13. Masmotunneln. Figuren visar norra och södra påslaget och betongtunneldelen i mitten. Av bilden framgår att det vid norra påslaget finns fyra tunnelmynningar och vid södra påslaget två mynningar. Den korsande strukturen i grönt är tunnelbanan (röd linje 13).

Masmotunneln inklusive den södra förskärningen lutar huvudsakligen mot norr. För huvudtunnlarna finns en lågpunkt strax innanför den norra tunnelmynningen medan ramptunnlarna har sina lågpunkter i tunnelmynning. Ungefärliga tunnelnivåer, markyta och bedömd maximal dräneringsnivå sammanfattas i Tabell 2. I bilagorna C1.2:1 och C1.2:2 visas tunnelprofiler för huvudtunnlar respektive ramptunnlar.

Länshållningsvattnet från bergtunneln under byggskedet leds till spillvattennätet alternativt via borrhälsledning ned till en korsande avloppsledningstunnel. Under driftskedet kommer tunnelavloppsvatten och dränvatten (inläckande grundvatten) att hanteras i separata system (se även avsnitt 4.1). Tunnelavloppsvatten leds till en mottagningsanläggning i Masmo norr om tunneln för att sedan släppas på spillvattennätet. Dränvatten leds direkt till Mälaren efter något år då kvävehalterna minskat.

Tabell 2. Masmotunnelns dräneringsnivå samt schaktdimensioner för betongtunnel och förskärning.

Anläggningsdel	Norra bergtunneldelen	Betongtunnel	Södra bergtunneldelen	Bergskärning vid södra tunnelmynningen
ID	117, 118, 11B, 119	14C, 14D	117, 118	11A, 11C
Markyta	+55 till +72	+52	+70 till +77	+45 till +62
Medelgrundvatten-nivå	+40 alt. +64	+48 till +51	+67	+40 till +54
Schaktdimension (längd x bredd) (m)	-	125x50	-	250x50
Schaktdjup (m)	-	20	-	15 till 25
Dräneringsnivå	+31 till +33 huvudtunnlar +21 till +32 ramptunnlar	+32 till +33	+33 till +36	+36 till +41

3.1.1.1. Bergtunnlar

I den norra bergtunneldelen byggs två parallella huvudtunnlar och två ramptunnlar. Huvudtunnlarna blir 378 m långa och sträcker sig mellan km 2/876 och 3/254. Den västra ramptunneln blir 265 m lång och den östra 150 m. I den södra bergtunneldelen byggs två parallella huvudtunnlar som blir 243 m långa och sträcker sig mellan km 3/366 och 3/609. De två parallella huvudtunnlarna kommer att vara separerade av cirka 12 m berg och får en tvärsnittsarea om cirka 190 m² vardera. Anslutande ramptunnlar i norra delen får en tvärsnittsarea om cirka 100 m² vardera. Masmotunneln kommer att drivas från söder mot norr med konventionella metoder som beskrivs i avsnitt 2.2. Parallellt med

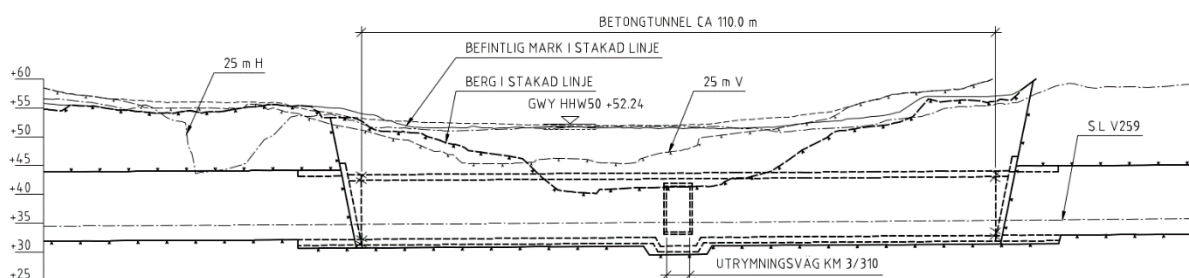
tunneldrivning från södra påslaget kommer schakt- och sprängning att ske i stora svackan för betongtunnlarna. Tunneldrivning för den norra delen sker fortsatt norrut från stora svackan.

Förutom huvud- och ramptunnlar kommer schakt och sprängning att ske för tvärtunnlar, en längre servicetunnel och ett antal nischer (sidoutrymmen), se detaljer i Figur 13. Tvärtunnlarna anläggs mellan huvudtunnlarna och mellan huvudtunnel och den västra ramptunneln. Tvärtunnlarna fungerar som utrymningsvägar och är placerade ungefär var 150:e m. Mellan den östra ramptunneln och huvudtunnlarna anläggs en servicetunnel som går precis under tunnlarne. Servicetunneln blir cirka 75 m lång och har en lägsta nivå om +27,1 under ramptunneln. Tvärsnittsarean är cirka 12 m². Två större nischer, en i norra och en i södra bergtunneldelen, kommer att inrymma eldriftsutrymmen (ELDU). Strax innanför den södra tunnelmynningen byggs en nisch för en pumpstation som ska leda väg- och dränvatten från förskärningen upp till Myrstuguvägen. Dräneringsnivån i bergtunnlarna, vilken utgörs av tunnelbotten, ligger generellt drygt två meter under vägprofilen.

Den norra bergtunneldelen kommer att passera cirka 15 m över tunnelbanan vid station Masmo, se Figur 13. Detta är precis utanför tunnelbanans skyddszon. Det västra tunnelröret kommer också att passera precis intill ett avstängt rulltrappsschakt som sträcker sig mellan station Masmo och Masmobergets hjässa. Där avståndet mellan tunnelröret och rulltrappsschaktet är som minst (cirka 4 m) kommer bergförstärkningsåtgärder utföras innan tunneln sprängs ut. För att säkerställa att tunnelbanans anläggning inte påverkas kommer vibrations- och rörelsemätningar utföras vid sprängning. Sprängsalvorna kommer också att övervakas av personal från trafikförvaltningen.

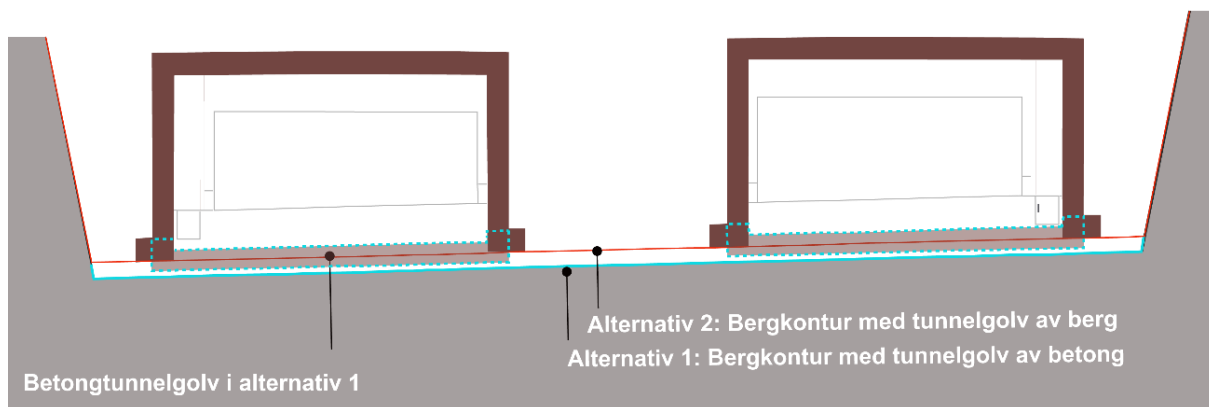
3.1.1.2. Betongtunnel

Där Masmotunneln saknar tillräcklig bergtäckning på grund av en svacka i berget (stora svackans dalstråk vid km 3/254 – 3/366), byggs två parallella betongtunnlar nedsänkta i berget och anläggs ovanifrån genom så kallad "cut-and-cover"-teknik, se avsnitt 2.3. Schaktens dimensioner blir cirka 125 x 50 m och djupet cirka 20 m. Jordlagren kan eventuellt schaktas med slänt alternativt installeras spont i jord. Tunnelns väggar och tak gjuts på plats i schaktet på en tätad bergbotten. När betongtunneln är färdig täcks den med jord, eventuell spont avlägsnas och marken återställs. Återfyllning görs med genomsläppliga massor för att inte skapa dämning av grundvattenflödet.



Figur 14. Profil av betongtunneldel i Masmotunneln. I figuren syns en utökad bergschakt i botten under betongtunneln som inte behöver sprängas bort enligt alternativ 2 utan som i stället injekteras och utgör bergbotten i betongtunneln.

I figuren ovan, Figur 14, visas ett systemhandlingsalternativ med betongbotten som vidare projektering utvecklat till en tunnel med tätad bergbotten. Fördelen med bergbotten jämfört med en helt tät tunnel med golv av betong är att det blir en lägre kostnad och mindre klimatpåverkan till följd av mindre volymer av bergschakt och betong. Den planerade utformningen av betongtunneln och ett bortvalt alternativ med betonggolv framgår i tvärsnitt och profil av Figur 15.



Figur 15. Figuren visar vald utformning av betongtunnlar (alternativ 2) samt bortvald utformning (alternativ 1).

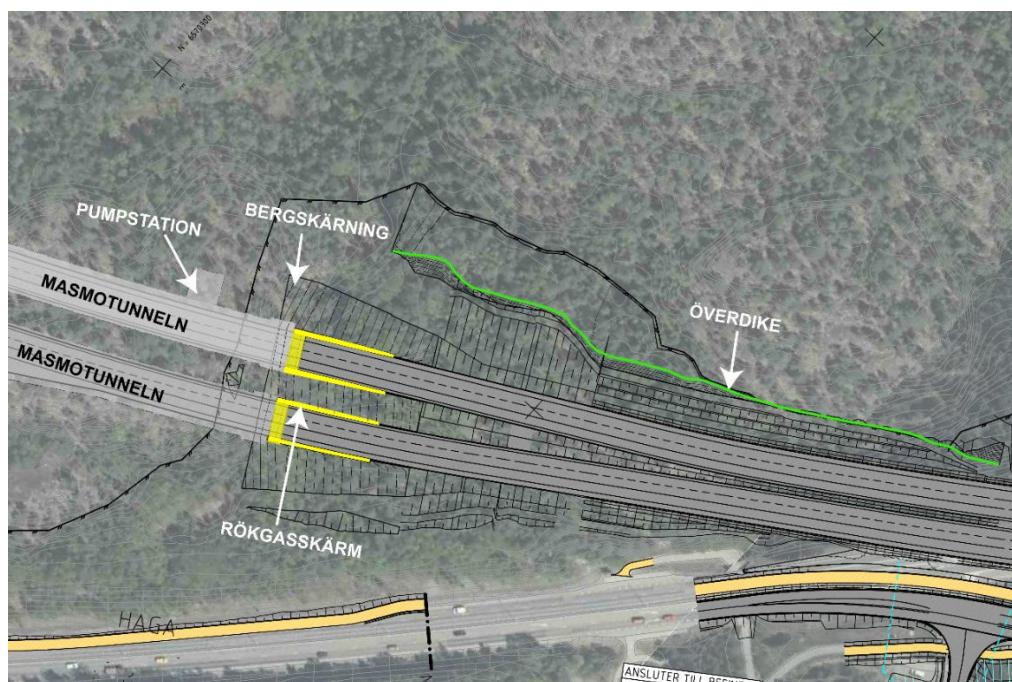
3.1.1.3. Södra förskärningen

Vid Masmotunnelns södra mynning anläggs en cirka 250 m lång och cirka 50 m bred förskärning, se Figur 13 och Figur 16. Skärningen löper över brant lutande terräng och nästan parallellt med höjdkurvorna vilket medför stora nivåskillnader mellan skärningens östra och västra sida. Schaktdjupet blir som störst cirka 30 m och avtar mot söder.

Förskärningen kommer att ridå- och botteninjekteras för att begränsa det permanenta inläckaget av grundvatten. Ridåinjektering sker också med syfte att minska risken för isbildning längs skärningens bergväggar. Tätningen sker behovsanpassat vilket innebär att injektering utförs vid vattenförande sprickzoner.

Ovanför den östra bergskärningen kommer ett överdike att anläggas för att förhindra att vatten som avrinner ytligt på berget rinner ner i förskärningen. Överdiket byggs upp med hjälp av jordvallar och betongmurar. Vatten som samlas upp i överdiket leds söderut runt förskärningen via ledning till Masmobäcken. Längs den västra sidan av skärningen behövs inga vallar eller murar eftersom terrängen lutar bort från skärningen.

En pumpstation anläggs innanför den södra tunnelmynningen för att ta hand om inläckande grundvatten och nederbörd som faller inom förskärningen i driftskedet. Vägdagvatten leds till en dagvattenreningsanläggning vid Myrstuguvägen medan dränvatten leds direkt till Masmobäcken.

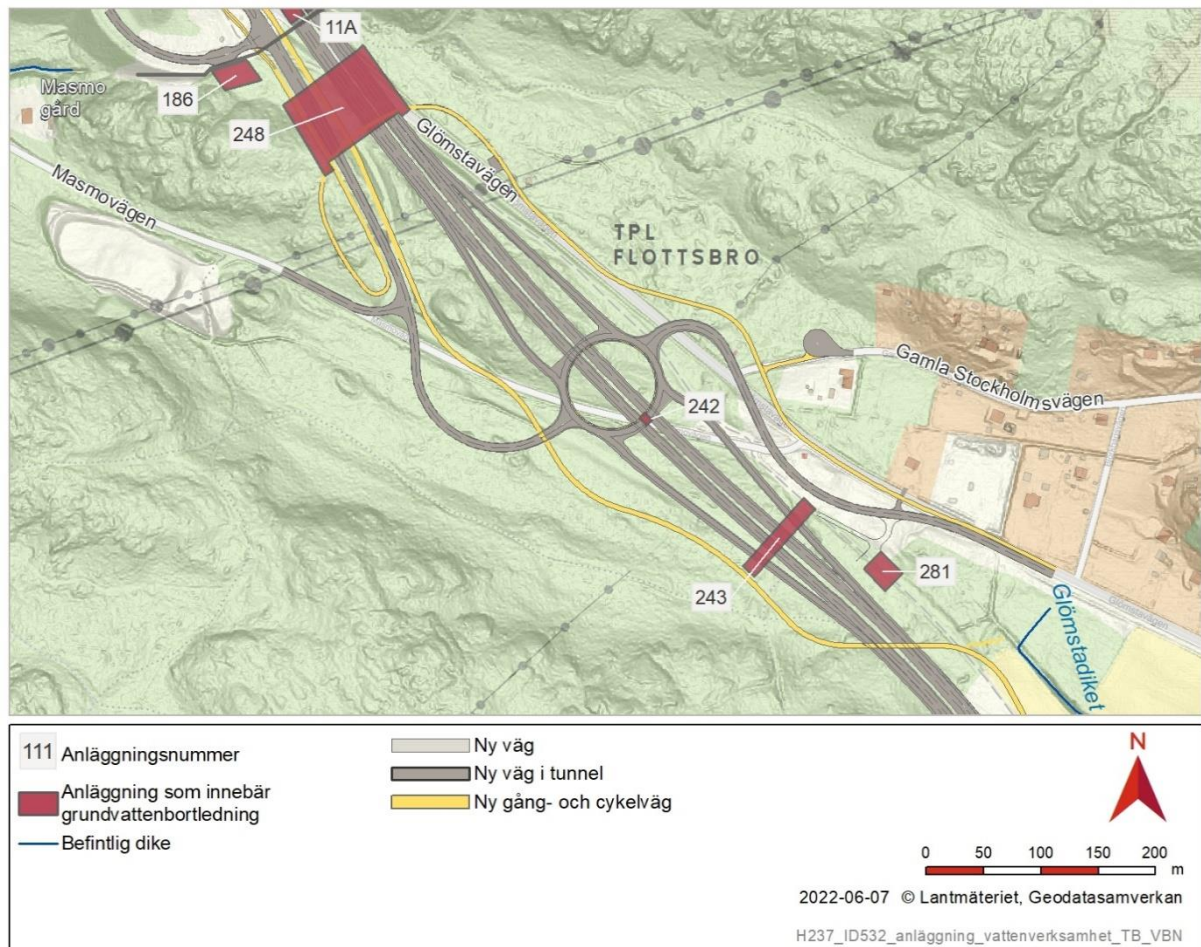


Figur 16. Masmotunnelns södra påslag med bergskärning och överdike.

3.1.2. Trafikplats Flottsbro

Trafikplats Flottsbro utformas som en cirkulationsplats på bro över tvärförbindelsens vägar. Nordväst om trafikplatsen går tvärförbindelsens vägar i skärning genom det som idag är ett mindre höjdområde med ytligt berg. Detta för att få en jämn övergång till den lägre marknivån i Glömstadalen. Skärningen blir som djupast 6 m under markytan i anslutning till cirkulationsplatsen men i huvudsak blir den 1-2 m djup. Ramper och lokalvägar ansluter till cirkulationen på upp till 8 m hög bank. Dessa kommer därmed också få en funktion som buller- och insynsskydd mot vägen. I trafikplatsen ingår även en ekodukt som blir en nästan 50 meter bred passage för djur men här dras även en gång- och cykelbana.

I anslutning till trafikplatsen kommer ett antal anläggningsdelar medföra schakt under grundvattenytan. Anläggningsdelarnas läge framgår av Figur 17.



Figur 17. Figuren visar läget för de anläggningsdelar vid trafikplats Flottsbro som medför grundvattenbortledning.

3.1.2.1. Ekodukt och dagvattenreningsanläggning

Ekodukten (ID 248, km 4/000) med gång- och cykelväg planeras att byggas med fyra spann och fem stöd vilka får olika grundläggningsnivå beroende på varierande bergnivåer i området. Varje schakt blir cirka 90 x 10 meter stort. I Figur 18 visas en möjlig utformning av ekodukten. På grund av begränsat utrymme kommer schakt i jord sannolikt utföras inom spontlåda.

Intill Myrstuguvägen anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 186, km 3/900) för att omhänderta vägdagvatten innan det släpps till Masmobäcken. Schaktet blir cirka 30 x 15 meter och cirka 6 m djupt. Reningsanläggningen utformas som en bassäng i vattentät betong och består av två delar, en damm för försedimentering och en filterdel med reaktivt filtermaterial. För att undvika hydrauliskt upplyft av anläggningen kommer åtgärd behöva vidtas, exempelvis gjutning av extra tjock bottenplatta.

I anslutning till reningsanläggningen anläggs även en större dagvattenledning som ska leda naturvatten som samlats upp i överdikedet vid Masmotunnelns södra förskärning till Masmobäcken. Ledningen passerar under tvärförbindelsen vid km 3/900 och löper sedan mellan Myrstuguvägen och dagvattenrenings-anläggningen för att till slut mynna vid Masmobäcken. Vid behov som framkommer under byggtiden anläggs strömningsavskärande barriärer i ledningsgraven till dagvattenledningen för att förhindra strömning i ledningsgraven mellan områden med olika grundvattennivåer. Av utrymmes- och stabilitetsskäl kommer schaktning för ledningen kräva spont längs med Myrstuguvägen.



Figur 18. Figuren visar en möjlig utformning av ekodukten och läget för dagvattenreningsanläggningen. Figuren är hämtad från systemhandlingen. Véganläggningen har justerats till viss del i senare projektering varför figuren ska ses som en principskiss.

3.1.2.2. Östra bron i trafikplats Flottsbro

I trafikplats Flottsbro anläggs två broar över tvärförbindelsens vägar, en på vardera sidan i cirkulationsplatsen. Bergnivåerna är nära markytan vid den västra bron men avtar i riktning åt öst. Bröstöden i den östra bron (ID 242, km 4/360) kommer sannolikt att behöva pågrundläggas. Bron planeras att utformas med tre stöd där det mittersta hamnar på en djupare nivå för att undvika krock med ledningar som löper under tvärförbindelsens vägbana. Schaktning för det mittersta stödet utförs inom spont av stabilitets- och utrymmesskäl. Schaktdimension blir cirka 15 x 10 meter.

3.1.2.3. Ledningskulvert, Flottsbro

Strax öster om trafikplats Flottsbro anläggs en ledningskulvert under den planerade vägen (ID 243, km 4/500). Ledningskulverten behövs för att vattenledning (av större dimension) samt fjärrvärme ska kunna korsa tvärförbindelsen. Kulverten blir cirka 80 m lång, cirka 15 m bred och faller svagt (2 %) mot nordost. I ändarna får kulverten ingångar i markytan för att möjliggöra drift och underhåll. I systemhandlingsritning 243K2001 i Bilaga C1.1 ses kulvertens utformning. Observera att nivåer som anges i ritningen delvis har ändrats i senare projektering, bottenplattan har exempelvis gjorts tjockare för att motverka hydrauliskt upplyft. Även bedömd medelgrundvattennivå har justerats baserat på fler mätpunkter och längre mätserier och bedöms vara högre än vad ritningen redovisar.

Grundläggning sker helt eller delvis på berg. För att begränsa inläckaget till schakten utförs den inom tätande spont. Vid behov tätas även schaktbotten för att möjliggöra anläggningsarbeten i torrhet. I anslutning till kulverten, både på norra och södra sidan, kommer djupa ledningsschakter att krävas för

de ledningar som ska gå igenom kulverten. Schaktningen utförs inom spont längs de sträckor där schaktbotten når under grundvattenytan.

3.1.2.4. Släckvattenstation Flottsbro

En ny släckvattenreservoar med tillhörande pumpstation (ID 281, km 4/600) anläggs norr om vägen, strax öster om trafikplats Flottsbro. Syftet med reservoaren är att förse Masmo- och Glömstatunnlarna med vatten till bland annat sprinklersystem. Anläggningen grundläggs på pålar och utförs som en tät konstruktion.

För att begränsa inläckaget till schakten utförs schakten inom en tätande spont. Vid behov tätas även schaktbotten för att möjliggöra anläggningsarbeten i torrhet. Schaktdimension blir cirka 55 x 25 meter med ett schaktdjup på cirka 4,5 meter under markytan.

3.1.3. Glömstatunneln och Häggstavägen

Glömstatunneln är en cirka 1,1 kilometer lång bergtunnel som mynnar i Glömstadalen i höjd med Kästa, se Figur 19. Den inleds i väster med ett betongtråg som övergår till en bergskärning fram till tunnelpåslaget. I öster övergår bergtunneln till en öppen skärning i berg och i jord. Häggstavägen passerar på en bro över tråget och precis intill anläggs en dagvattenreningsanläggning.

Dräneringsnivåer och ytterligare detaljer för Glömstatunneln och förskärningarna framgår av Tabell 3.



Figur 19. Översikt för Glömstatunneln med två parallella bergtunnlar från VR-modell. Till vänster syns Häggstavägen (bro 245) och tråg (246) vid västra förskärningen och till höger bergskärning (205 och 206) vid östra förskärningen.

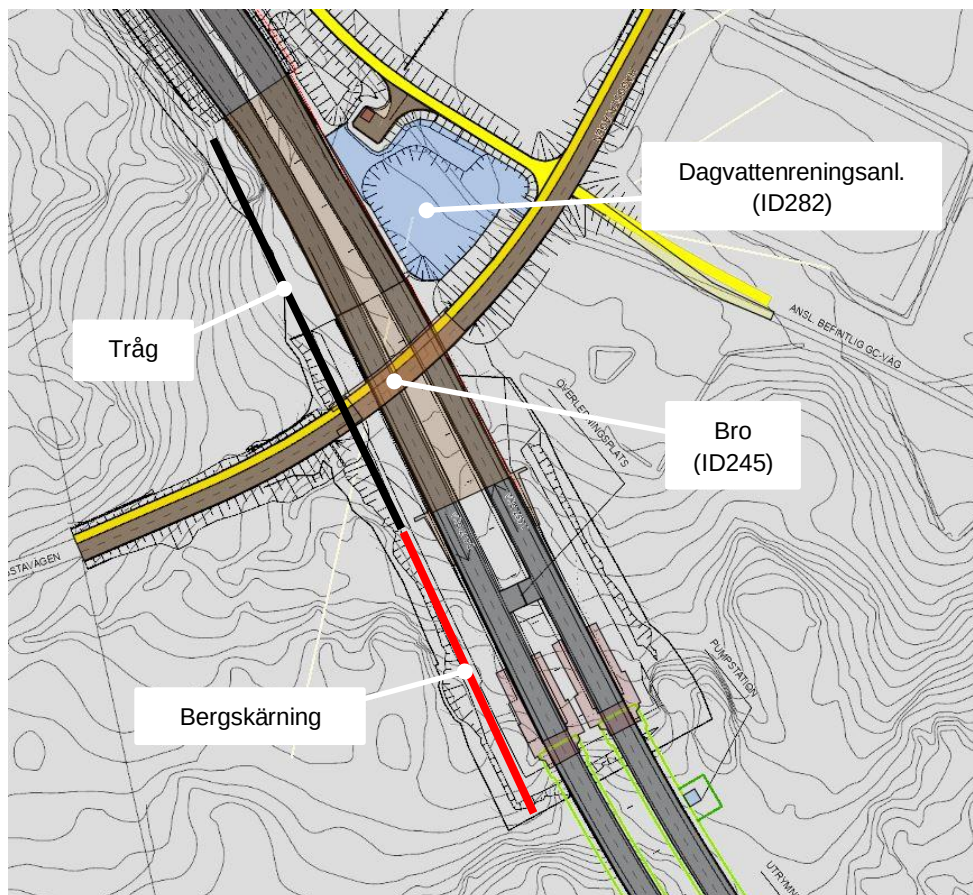
Tabell 3. Glömstatunneln med anslutande förskärningar

Anläggningsdel	Västra förskärningen med tråg	Glömstatunneln	Östra förskärningen
ID	246	203, 204	205, 206
Markyta	+35 till +45	+35 till +70	+26 till +50
Medelgrundvattennivå	+31 till +37	+35 till +45 (+20 östra bergtunneldelen)	+25 till +45
Schaktdimension (längd x bredd) (m)	40x180	-	40x280 (varav bergschakt 220m)
Schaktdjup (m)	5 till 25	-	1 till 25
Dräneringsnivå bygg- och driftskede	+22 till +28 (3 till 15 m avsänkning)	+11 till +25	+25 till +27

3.1.3.1. Bro för Häggstavägen och dagvattenanläggning

Strax väster om Glömstatunneln förläggs Häggstavägen på bro för passage över tvärförbindelsen (ID 245, km 5/000), se Figur 20. Bron korsar planerat tråg vid förskärningen (ID 246) och i anslutning till bron går Häggstavägen på cirka 3 m hög bank. Bron planeras att utformas med ett brostöd på vardera sida om tråget samt med ett mittstöd som grundläggs inuti tråget. Det södra brostödet grundläggs på berg medan det norra grundläggs på pålar. I anslutning till brostöden planeras också grundförstärkningsåtgärder för vägbanken för att undvika ojämna sättningar.

Intill Häggstavägen och precis norr om tvärförbindelsen anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 282, km 4/950) för att omhänderta vägdagvatten innan det släpps till Glömstadiket. Reningsanläggningen utformas som en bassäng i vattentät betong och består av två delar, en damm för försedimentering och en filterdel med reaktivt filtermaterial. För att undvika hydrauliskt upplyft av anläggningen kommer åtgärd behöva vidtas, exempelvis gjutning av extra tjock bottenplatta. På grund av närheten till planerat tråg och för att arbete ska kunna pågå parallellt för de två anläggningarna kommer schakten sannolikt att utföras med en tätande spont som ansluter till sponten för tråget. För att återskapa lerjordens tätande funktion och förhindra utströmning av grundvatten i driftskedet sker en återfyllnad mot undre magasin med finjord kring anläggningen. Schaktdimension blir cirka 30 x 30 meter och djup cirka 5 meter under markytan.



Figur 20. Skiss som visar läget för anläggningar som innebär grundvattenbortledning vid bron för Häggstavägen (245) och tråg (246) vid den västra bergsskärningen för Glömstatunneln (203, 204). Nordlig riktning är rakt uppåt i bild.

3.1.3.2. *Glömstatunnelns västra förskärning med tråg*

I anslutning till den västra tunnelmynningen, mellan km 4/870 och 5/045, anläggs ett cirka 175 m långt vattentätt betongtråg (ID 246). Efter trågets avslut och fram till tunnelmynningen går vägen i ett öppet bergschakt som är ca 100 m långt, se Figur 20. Stödmurar ansluter vinkelrätt till tråget vid avslutet för att täta mellan trågvägg och bergsida. Tätning sker också under tråget mellan trågbotten och bergschaktbotten. Schaktning för tråget sker som djupast cirka 15 m under markytan. Den öppna bergskärningen inleds där terrängen börjar stiga upp i ett höjdområde. Schaktdjupet blir som störst vid tunnelmynningen, cirka 23 m under markytan.

För att begränsa inläckaget från jordlagren till schakten för tråget installeras en tätande spont i jord. Tråget grundläggs på packad fyllning ovanpå bergschaktbotten eller kvarvarande naturlig jord. För att reducera risken för att tråget ska medföra dämningseffekter i driftskedet placeras materialavskiljande lager runt tråget så att finmaterial inte ska sätta igen den genomsläppliga fyllningen. Sponten avlägsnas efter avslutade arbeten men om det inte är möjligt görs håltagning eller andra åtgärder som ska förhindra dämning.

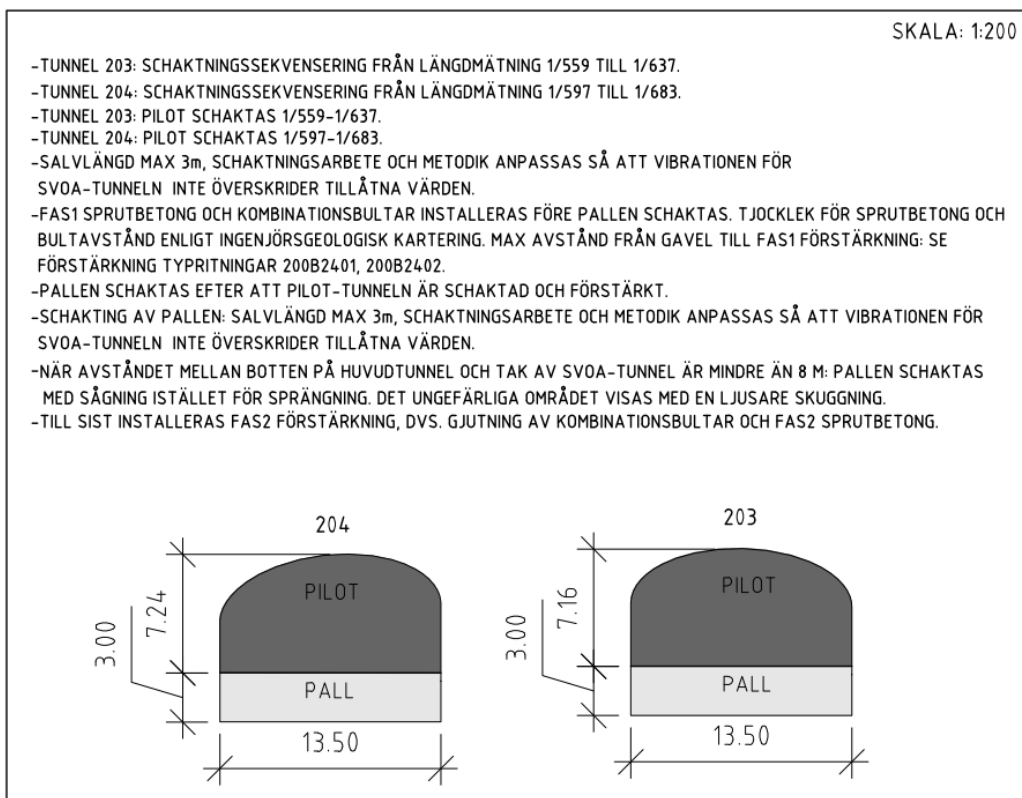
Bergskärningen mellan tråget och bergtunneln utförs med ridå- och botteninjektering för att minska det permanenta inläckaget av grundvatten. Ridåinjektering sker också med syfte att minska risken för isbildning längs skärningens bergväggar. Tätningen sker behovsanpassat vilket innebär att injektering utförs vid vattenförande sprickzoner.

Ovanför den västra sidan av bergskärningen anläggs ett överdike för att markvatten och grundvatten i jord inte ska rinna över kanten ner i bergskärningen. Vattnet från diket leds ned till skärningen och vidare under tråget för anslutning till dike med avrinning mot Glömstadiket. Innanför tunnelmynningen anläggs en pumpstation för att ta hand om inläckande grundvatten och regnvatten från bergskärningen. Vägdagvatten leds till en dagvattenreningsanläggning intill tråget medan dränvatten leds till Glömstadiket.

3.1.3.3. *Bergtunnlar*

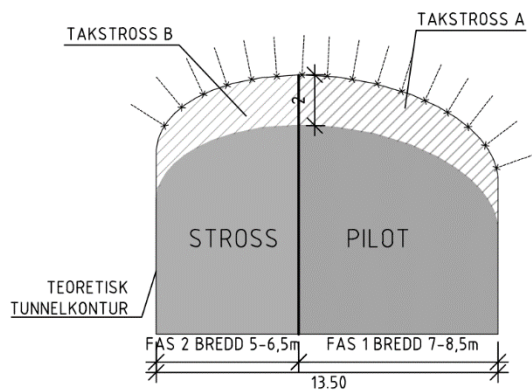
Glömstatunneln består av två parallella bergtunnlar (ID 203, 204) som är 1131 m långa och sträcker sig mellan km 5/146 och 6/277. Tunnlarna har två körfält i båda körriktningarna och en generell tvärsnittsarea på cirka 143 m² vardera. Tunnlarna lutar från tunnelmynningarna in mot en lågpunkt belägen vid cirka km 5/700, se tunnelprofil i Bilaga C1.2:3. Dräneringsnivån i tunnlarerna, vilken utgörs av tunnelbotten, ligger generellt cirka två meter under vägprofilen. I lågpunkten har tunnelbotten en nivå på cirka +11.

Tunnlarna kommer att drivas från båda påslagen och huvudsakligen med konventionella metoder som beskrivs i avsnitt 2.2. I två punkter korsar Glömstatunneln som mest cirka 5 m ovan Albytunneln, en befintlig dagvattentunnel i berg. På grund av låg bergtäckning mellan tunnlarerna och strikta vibrationskrav för att inte skada Albytunneln kommer en alternativ drivningsmetod att användas i dessa områden. Förslag på utförande beskrivs i detalj i Figur 21. Bland annat kommer delar av berget att tas ut genom sågning och tunneldrivningen begränsas till 3 m i taget.



Figur 21. Förslag på hur tunneldrivning ska utföras vid den västra passagen över Albytunneln. Motsvarande tillvägagångssätt gäller vid den östra passagen.

Även i passagen av Lovisebergsbäckens dalgång (km 5/800) kommer tunneldrivning att ske med alternativ metod på grund av låg bergtäckning. Förbultning utförs i tunneltaket och tunneltvärsnittet delas in i olika områden som schaktas ut var för sig, se Figur 22. Tunneldrivningen begränsas också till 3 m i taget. För att övervaka rörelser i det ovanliggande berget kommer extensometrar att installeras från markytan. Under ogynnsamma förhållanden kan det komma att behöva utföras bergförstärkning och/eller injektering från markytan i detta område. För ändamålet finns i vägplanen ett område med tillfällig nyttjanderätt. Om åtgärder från markytan blir nödvändiga att genomföra kommer de inte leda till någon tillkommande grundvattensänkning utöver det som förutses för tunnelarbeten som utförs under mark. Dock kan Lovisebergsbäcken behöva omledas temporärt under tiden för förstärkningsarbetet. Detta görs då genom dämning uppströms med halmbalar eller liknande och förbiledning i ledning.



Figur 22. Förslag på hur tunneltvärsnittet ska delas upp i olika schaktningsområden vid passage under Lovisebergsbäckens dalgång. Pilotdelen schaktas först, följt av förstärkning med bultar och sprutbetong. Därefter schaktas stross. I figuren syns också förbultning av tunneltaket.

Förutom de två parallella huvudtunnlarna kommer schakt och sprängning att ske för tvärtunnlar och ett antal nischer (sidoutrymmen). Tvärtunnlarna anläggs mellan tunnelrören, ungefär var 150:e m, och fungerar som utrymningsvägar. Vid cirka km 5/500 anläggs två större nischer, en per tunnelrör, som ska inrymma eldriftsutrymmen (ELDU). Strax väster om tunnelns lågpunkt anläggs en pumpstation för hantering av dränvatten och tunnelavloppsvatten. Dränvatten kommer att ledas till Glömstadiket när kvävehalterna minskat medan tunnelavloppsvatten leds via Masmotunneln till en mottagningsanläggning i Masmo för att sedan släppas på spillvattennätet.

Två pumpstationer anläggs också strax innanför respektive tunnelmynning, en i västra och en i östra. Dessa pumpstationer ska ta hand om dränvatten och vägdagvatten från förskärningarna. Vägdagvatten leds till närmsta dagvattenreningsanläggning medan dränvatten leds till Glömstadiket.

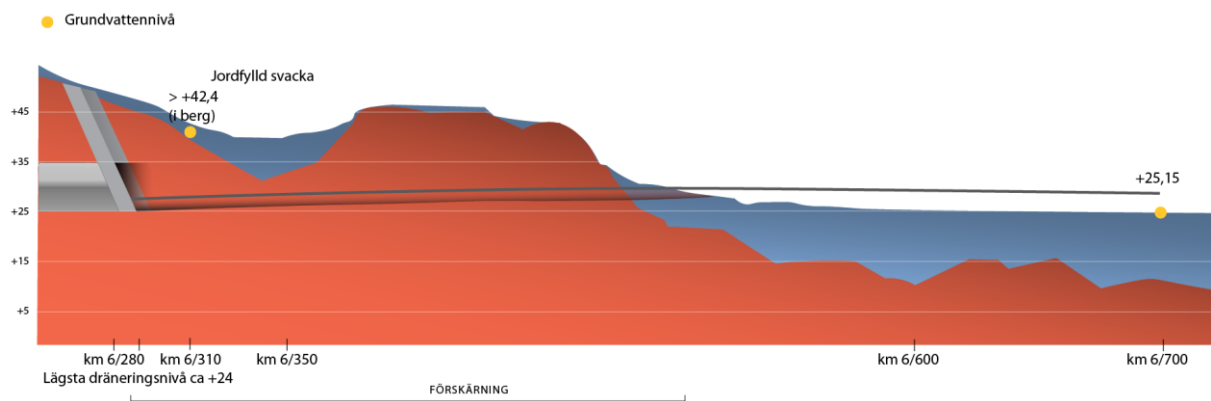
3.1.3.4. Glömstatunnelns östra förskärning

Förskärningen öster om Glömstatunneln (ID 205 och 206, Figur 19) är cirka 280 m lång och sträcker sig mellan cirka km 6/280 och 6/560. Skärningen löper över brant lutande terräng och nästan parallellt med höjdkurvorna vilket medför stora nivåskillnader mellan skärningens södra och norra sida. Schaktdjupet blir som störst vid tunnelmynningen, ungefär 25 m under markytan. En principskiss med längdsektion, utifrån en linje längs mitten på skärningen, redovisas i Figur 23.

Förskärningen kommer att ridå- och botteninjekteras för att begränsa det permanenta inläckaget av grundvatten. Ridåinjektering sker också med syfte att minska risken för isbildning längs skärningens bergväggar. Tätningen sker behovsanpassat vilket innebär att injektering utförs vid vattenförande sprickzoner.

Längs förskärningen södra sida (dvs. mot högre liggande terräng) anläggs vallar och murar för att förhindra markvatten och grundvatten i jord från att obehindrat rinna ned i skärningen. På grund av bergets topografi kan det uppsamlade vattnet inte ledas runt förskärningen. Istället kommer vattnet att kontrollerat ledas ned i skärningen vid en svacka i berget, belägen i höjd med cirka km 6/360. Därifrån leds vattnet via ledningssystem för markvatten ut till ett dike i Glömstadalen med anslutning till Glömstadiket. För att få självfall i detta ledningssystem kommer ledningsgravar att schaktas fram i botten på skärningen med lutning mot öst och Glömstadalen.

Även längs västra sidan (ovan bergtunnelpåslaget) anläggs en jordvall för att förhindra vatten från att rinna ned i skärningen. Avrinning sker ned till ett befintligt dike med anslutning till Glömstadiket. Längs den norra sidan av skärningen behövs inga vallar eller murar eftersom terrängen lutar bort från skärningen. En pumpstation anläggs strax innanför tunnelmynningen för att ta hand om inläckande grundvatten och nederbörd från förskärningen. Vägdagvatten leds till en dagvattenreningsanläggning vid trafikplats Kästa medan dränvatten leds direkt till dike med anslutning till Glömstadiket.



Figur 23. Principskiss med längdsektion längs förskärningen utanför Glömstatunnelns östra påslag. Rött representerar berg medan blått motsvarar ungefärlig jordmåttighet. Även vägnivå (övre linje) och dräneringsnivå (undre linje) framgår. Grundvattennivå redovisar medelgrundvattennivå, mätpunkten i berg flödar.

3.1.4. Trafikplats Kästa

Kästa trafikplats utformas som en cirkulationsplats på bro ovanför tvärförbindelsens vägar med anslutande rampvägar och anslutningar till det övriga vägnätet, se Figur 24. Rampvägarna mot öster kommer fortsätta hela vägen till nästa trafikplats, trafikplats Solgård, varför vägen mellan dessa trafikplatser får tre körfält i vardera riktningen. Rampvägarna som ansluter till cirkulationsplatsens broar planeras anläggas på bank. Dessa kommer därmed också få en funktion som buller- och insynsskydd mot vägen.

Gång- och cykelvägen som västerifrån ligger på tvärförbindelsens norra sida kommer att korsa väganläggningen på flera ställen och även ansluta till befintliga cykelvägar och lokalvägar i området. Flera brostöd för cirkulationsplatsen grundläggs i lerjord med bara ringa påverkan för grundvattenmagasinet vid markytans jordlager men där anläggningsdelar är placerade vid dalgångens sidor tunnar lerjordlagret ut och en grundvattenpåverkan uppkommer vid schaktarbeten.



Figur 24. Illustrationsvy cirkulationsplats Kästa.

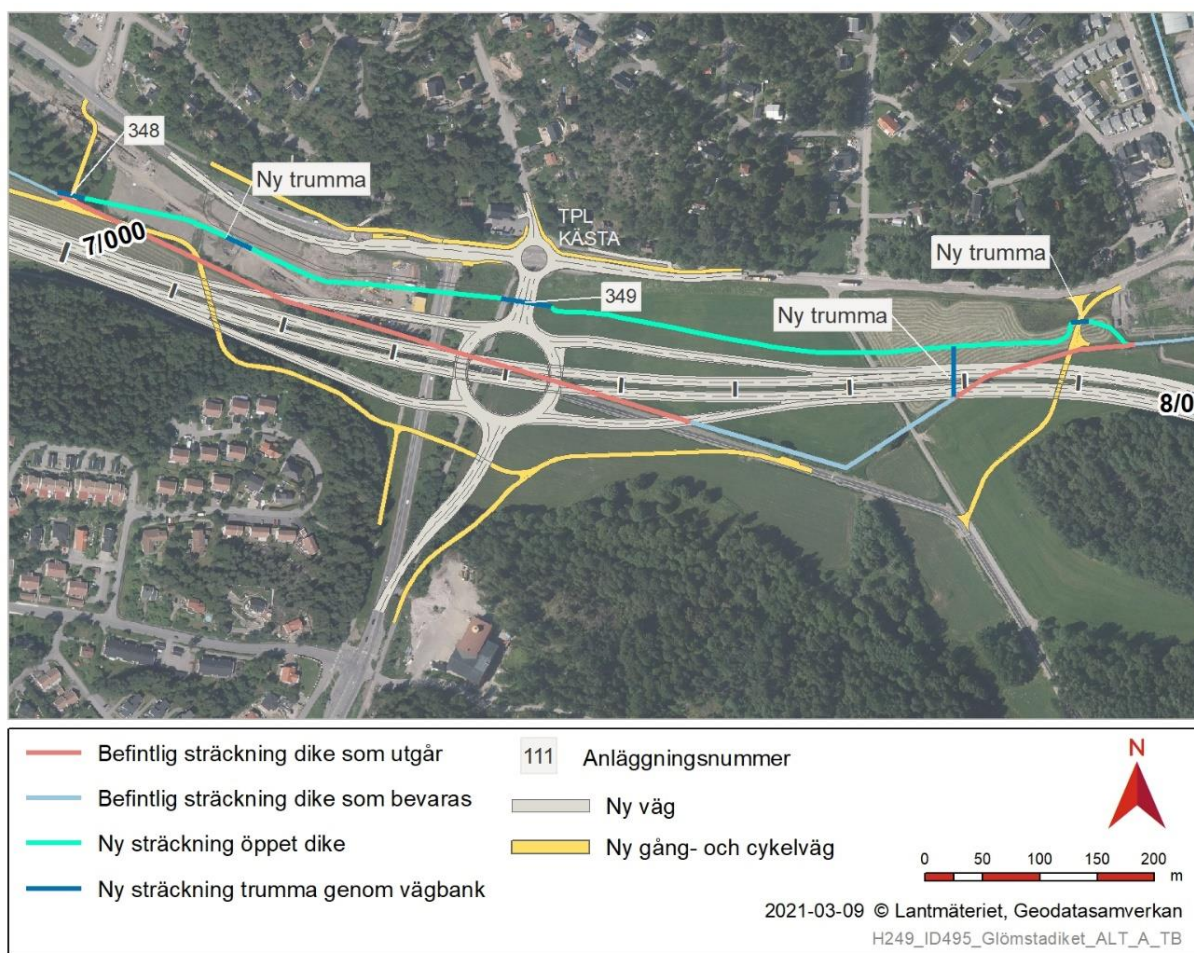
3.1.4.1. Omledning och kulvertering av Glömstadiket

Tvärförbindelsens och trafikplats Kästas placering, centralt i Glömstadalen, innebär även att Glömstadiket behöver flyttas på en sträcka, se Figur 25. Diket leds idag i trumma under grusvägar i åkerlandskapet samt under Katrinebergsvägen. Mellan km 6/730 och 6/980 bibehåller diket sin befintliga sträckning, men profilen justeras. På sträckan vidare fram till km 8/010 kommer diket att flyttas norrut, till ytan mellan den nya vägen och befintlig väg 259 Glömstavägen. Längs den del av diket (cirka 90 m) som ligger närmast sammanflödet med Flemingsbergsdiket bibehålls samma sträckning som idag, men profilen justeras så att bottenlutningen blir jämn. Dikets tvärsnitt utformas med 0,5 m bottenbredd och släntlutning 1:2 vilket ungefär motsvarar befintligt dike. Det vattenområde som berörs är cirka 7 000 m².

Punktlistan nedan redovisar de trummor och rörbroar som anläggs i samband med Glömstadikets omledning för dikets passage genom korsande vägar.

1. Rörbro 348. Strax väster om trafikplats Kästa (km 7/000) leds Glömstadiket genom en rörbro under en gång- och cykelväg. Diametern på rörbron är 3,0 m. Längden är cirka 19 respektive 28 m vid toppen respektive botten. Se systemhandlingsritning 348K2003 i Bilaga C1.1.
2. Vid längdmätning km 7/130 medför planerad serviceväg över diket behov av genomledning med ny trumma. Dess innerdiameter är 800 mm och längd cirka 23 m.
3. Rörbro 349 (längdmätning km 7/400) för Katrinebergsvägen. Diametern på rörbron är 3,0 m och längden cirka 41 m och 46 m för över- respektive underkant. Se systemhandlingsritning 349K2003 i Bilaga C1.1.
4. En ny trumma under Tvärförbindelse Södertörn vid längdmätning km 7/775 kopplar samman återstående delar av diket söder om vägen med det nya diket på norrsidan. Den planerade trumman har innerdiameter 800 mm.
5. En ny gång- och cykelväg anläggs vid längdmätning km 7/900, vilket innebär behov av en ny trumma för genomledning av dike. Den planerade trumman har innerdiameter 800 mm och längd cirka 10 m.

Utöver dessa trummor för Glömstadiket kommer ytterligare två trummor anläggas för att avvattna mindre områden söder om den planerade vägen, en trumma anläggs vid km 6/840 och den andra vid km 7/715.



Figur 25. Utformning av ny sträckning av Glömstadiket. Anläggningarna från vänster till höger enligt punktlistan ovan (1 - 5).

Längs med delar av den nya sträckningen förväntas diket penetrera befintligt tätade lerlager och därmed stå i direkt kontakt med det underliggande vattenförande jordlagret. Eftersom den nya dikesbotten är belägen under grundvattnets trycknivåer i Glömstadalen förväntas en utströmning av grundvatten till diket.

Två alternativ för omläggningen av Glömstadiket övervägs och ansökan avser båda alternativen. Ytterligare geotekniska undersökningar kommer att utföras som delunderlag för slutligt val av lösning.

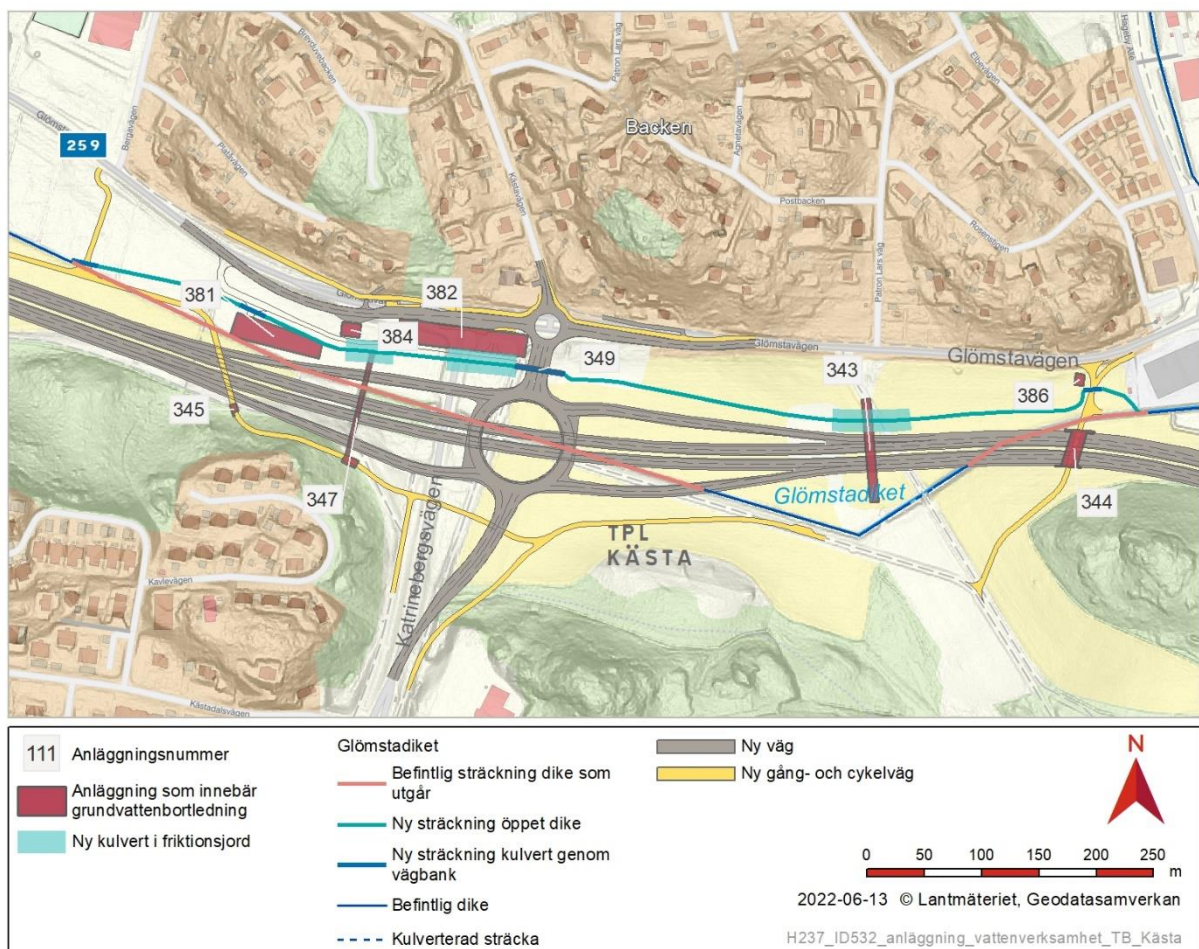
Alternativ A innebär att utströmning av grundvatten till diket godtas.

Alternativ B innebär att utströmning av grundvatten begränsas genom kulvertering, kombinerat med tätning med bentonitblandad jord. Utöver de fem trummor/rörbroar som redovisats ovan, anläggs även trummor på de sträckor som markerats ”ny kulvert i friktionsjord” i Figur 26 nedan, sammanlagt cirka 200 m.

Preliminära dikessträckor där genomschaktning av lerjordlagren bedöms kunna uppkomma redovisas i Figur 26. Innan schaktning påbörjas kan trycket behöva sänkas i det slutna magasinet, med hjälp av brunnar eller vakuumsugspetsar, så att inströmning till schaktet begränsas och arbetet kan genomföras i torrhet. Ett annat alternativt utförande är att utföra schakt under vatten. I avsnitt 3.7 beskrivs anläggningsarbetena för rörbroar och trummor.

3.1.4.2. Anläggningsdelar som medför grundvattenpåverkan.

I Figur 26 nedan visas de anläggningsdelar som bedöms medföra grundvattenbortledning i byggskedet.



Figur 26. Figuren visar läget för de åtgärder vid trafikplats Kästa som innebär bortledning av grundvatten.

1. Pumpstation för vägdagvatten (ID 384). Byggnaden utförs som en tät konstruktion med schaktdjup ned till ca 8,5 meter. Schaktet utförs inom spont av utrymmesskäl och för att begränsa inläckage under byggtiden. Då byggnadsdjupet innebär schakt genom lerlagret ned till undre friktionsjordmagasin behöver återfyllnaden av schaktet kring byggnaden ske med tätande lager ifall inte kvarlämnad spont tätar tillräckligt.
2. Dagvattenreningsanläggningar (ID 381, 382). Anläggningarna utformas som bassänger i vattentät betong och består av två delar, en damm för försedimentering och en filterdel med reaktivt filtermaterial. För västra anläggningen sker schakt i lera och för den östra i lera och underliggande friktionsjord. Grundläggningsnivå blir cirka +21,5.
3. Gång- och cykelbron över tvärförbindelsen (ID 345) Brostöden på södra sidan får en grundläggningsnivå på cirka +25 i ett område där lerlagret tunnar ut och övergår till moränjord.
4. Ledningskulvert och inloppskammare (ID 347) till befintlig dagvattentunnel, Albytunneln. Den nya inloppskammaren behövs för att ersätta befintlig kammare som kommer i konflikt med planerad väganläggning. Konstruktionens underkant är projekterad till +20. Inloppskammaren och södra delen av kulverten grundläggs på berg medan den norra delen av kulverten grundläggs på jord.
5. Rörbro under Katrinebergsvägen (ID 349). Rörbron medför schakt i lerjord ned till drygt 2 meter under nuvarande markyta. Katrinebergsvägen är vid dikespassagen förlagd på bank och de naturliga jordarna under vägbanken kommer förstärkas med KC-pelare. Se systemhandlingsritning 349K2003 i Bilaga C1.1.
6. Ledningskulvert (ID 343) anläggs under tvärförbindelsen. Vid norra delen sker schakt i friktionsjord och för södra i lerjord. Schaktdjup ca 7 meter och schakt utförs inom spont.
7. Pumpstation för GC-väg Kästa (ID 386). Byggnaden utförs som tät konstruktion med schaktdjup ned till ca 6 meter under mark. Schaktet utförs inom spont. Då byggnadsdjupet innebär schakt genom lerlagret ned till undre friktionsjordmagasin behöver återfyllnaden av schaktet kring byggnaden ske med tätande lager ifall inte kvarlämnad spont tätar tillräckligt.
8. Bro över GC-passage (ID 344). Tvärförbindelsen anläggs på låg bank i området och bron anläggs på brostöd på en bottenplatta cirka 3,5 meter under mark. GC-passagen anläggs i öppen skärning med slänter på sidorna med en lågpunkt under bron. Se systemhandlingsritning 344K2001 i Bilaga C1.1. Cirka 50 m söder om GC-passagen kommer den nyanlagda GC-vägen att till del skära in i ett höjdområde. Där kan ett visst utläckage av grundvatten inträffa då grundvattennivåerna relativt markytan är höga och tätande lerjord sannolikt schaktas bort.

3.2. Solgård - Flemingsbergsskogen

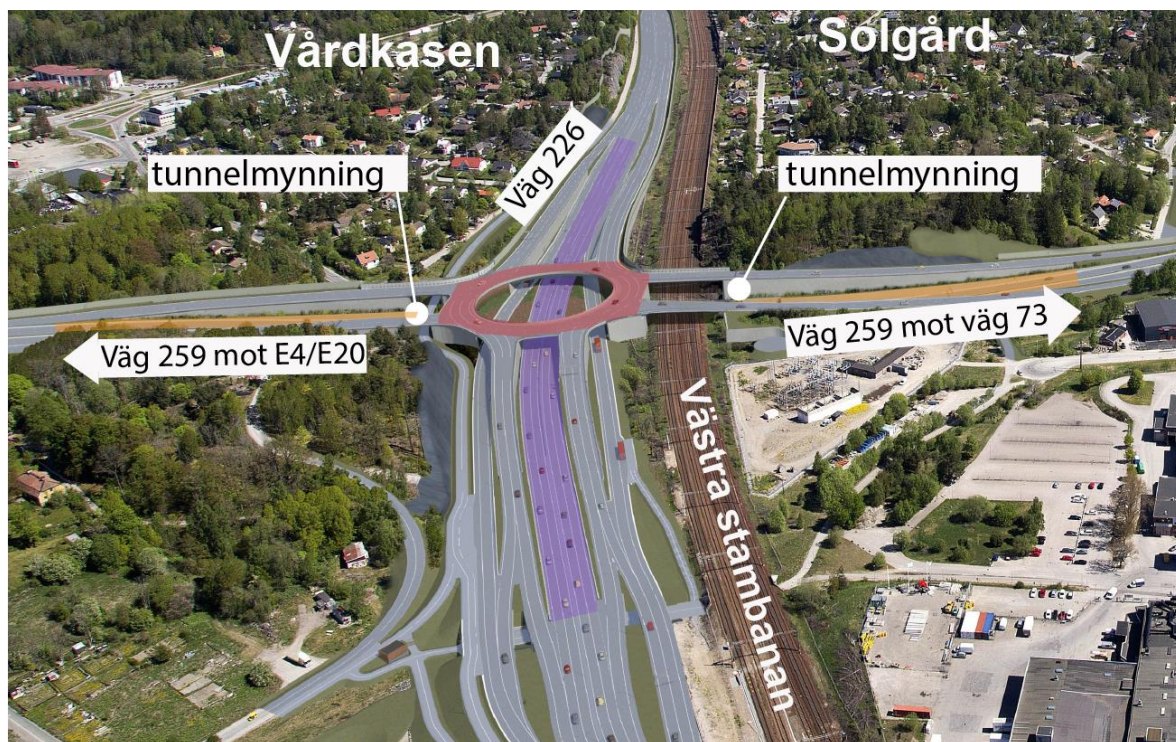
Delsträckan omfattar trafikplats Solgård med passage av Huddingevägen (väg 226) och Västra stambanan samt Flemingsbergstunneln genom Flemingsbergsskogens naturreservat. Inom delsträckan omfattar ansökan permanent och temporär bortledning av grundvatten, infiltration, samt åtgärder i vattenområde, se Tabell 4.

Tabell 4. Ansökan om tillstånd för vattenverksamhet omfattar följande åtgärder för delsträckan Solgård - Flemingsbergsskogen.

Typ av åtgärd	Åtgärd och anläggnings nummer
Permanent grundvatten-bortledning	- Flemingsbergstunneln med förskärning vid östra mynningen (501, 502) - Tråg vid Flemingsbergstunnelns västra påslag (44H, 44J) - GC-passage under väg 226 (448, 44P, 44Q) - Schakt för omledning Flemingsbergsdiket - Bergskärning intill VA-station (481) och släckvattenstation (486)
Temporär grundvatten-bortledning	- Solgårdstunneln (441) med västra tråget (44E) och ramper (449, 44A) och östra tråget (44D) med rampbro över järnväg (44C), Pumpstation 482, 483 - Dagvattenreningsanläggningar 485, 487 - Schakt för ledningsomläggning längs Regulatorvägen
	- VA-station (481) - Släckvattenstation (486)
Infiltration	I området för Trafikplats Solgård
Åtgärder i vattenområde, omledning	Flemingsbergsdiket: - Utrivning av befintlig ledningskulvert längs med och under Huddingevägen - Omledning av Flemingsbergsdiket i ny sträckning i ledningskulvert och microtunnel - Kulvertering av öppet dike (44R och 44G) samt omledning av öppet dike fram till anslutning mot Flemingsbergs våtmark - Rörbro under Regulatorvägen (44U)
Anläggande av våtmark	I Stensättradalen ovan Flemingsbergstunneln

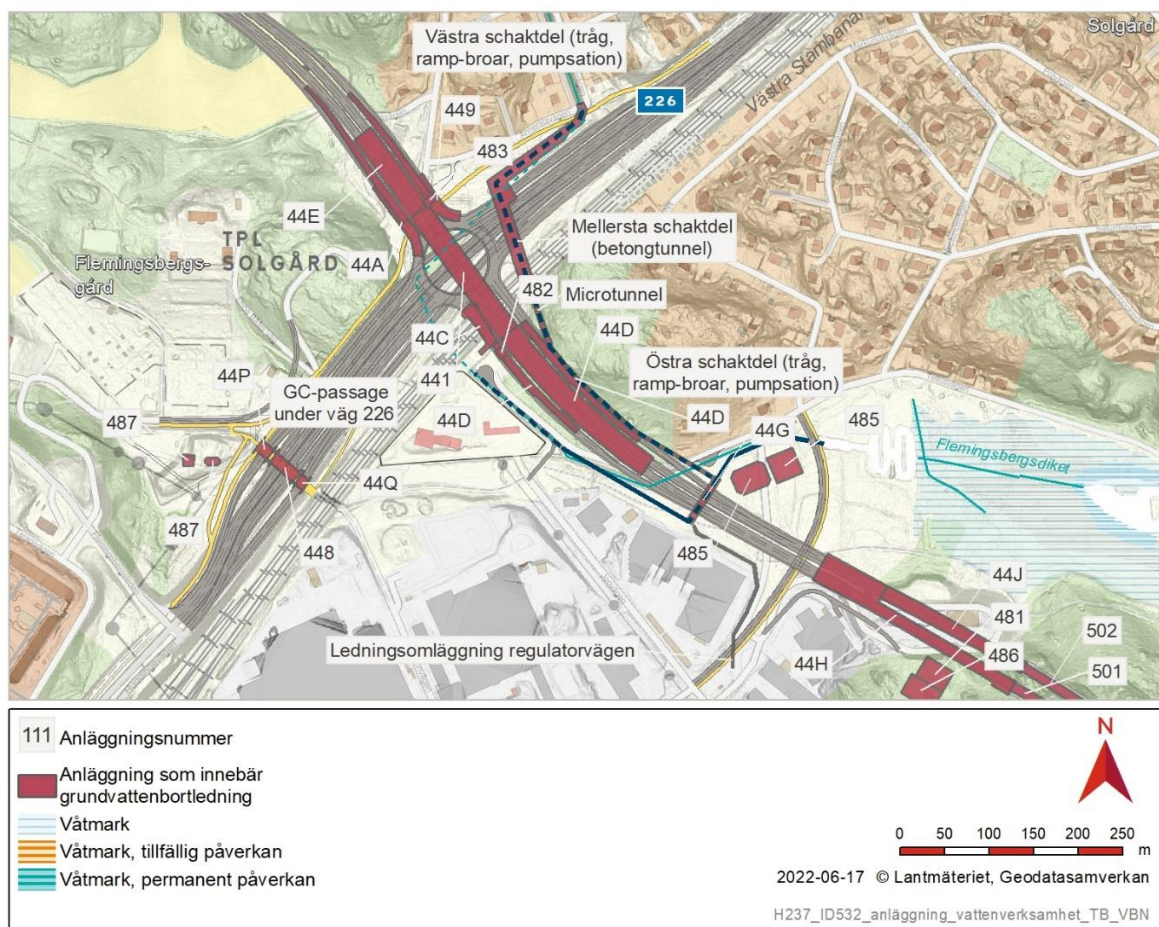
3.2.1. Trafikplats Solgård

Den nya trafikplatsen ska anläggas i tre plan: Överst en cirkulationsplats, därunder Huddingevägen (väg 226) och Västra stambanan i mellersta planet, under detta den nya vägen Tvärförbindelse Södertörn (väg 259) i tunnel. Från de två huvudvägarna anläggs ramper upp till cirkulationen. På grund av betongtunneln kommer Huddingevägen att behöva höjas drygt 3 meter över nuvarande nivå en längre sträcka. Vägen kommer även att få en annan utformning och breddas vilket också innebär en ny gång- och cykelväg längs med Huddingevägens västra sida, se Figur 27. Utöver cirkulationsplatsen kommer nya broar för de nya vägarna över GC-passagen i nedre delen av Figur 27 att byggas. Utanför figuren till höger kommer en bro för Regulatorvägen över tvärförbindelsens vägar samt en dagvattenreningsanläggning att anläggas.



Figur 27. Trafikplats Solgård. Fotomontage Tyréns/Ahlqvist & Almqvist arkitekter.

Nedan beskrivs de anläggningsdelar som förläggs under grundvattennivån och därmed bedöms orsaka grundvattenpåverkan i något skede, se även Figur 28.



Figur 28. Figuren visar lokaliseringen av de åtgärder vid trafikplats Solgård som innebär grundvattenbortledning.

3.2.1.1. *Broar för GC-passage samt dagvattenreningsanläggning 487*

Huddingevägen kommer att höjas och breddas i området sydväst om trafikplatsen. Den ökade lasten på förekommande lerjord som den höjda vägkroppen medför kan hanteras antingen med förbelastning med massor eller att delar utförs med så kallad lättfyllning. Inom detta område byggs den befintliga GC-passagen under vägen om genom att tre nya vägbroar över GC-vägen byggs i samma läge som för den befintliga passagen (ID 448, 44P, 44Q). Vägbroarna är tillsammans ca 70 meter breda. Passagen under väg 226 är den bredaste på 33 meter. Broarna byggs etappvis då Huddingevägen ska ha samtidig trafik. Broarna grundläggs med pålar till fast botten och även anslutande vägbank kommer troligen att pålförstärkas.

Grundvattennivåerna i området är något högre än nuvarande nivå för GC-passagen vilket idag hanteras med hjälp av en markdränering på nivå +25,1 och ett dagvattensystem med självfall. Den ombyggda GC-passagen är tänkt att utformas enligt samma lösning.

Intill GC-passagen och intill Ebba Bååts väg anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 487). Den kommer utföras enligt Figur 11 i tidigare avsnitt 2.4, med en försedimenteringsbassäng och en filterbassäng med tät betongbotten. Bassängerna får ytan cirka 350 m² resp 400 m² och efter rening leds vattnet under Huddingevägen och ansluts till den södra delen av Flemingsbergsdiket.

3.2.1.2. *Trafikplats Solgård med anslutande tråg och broar*

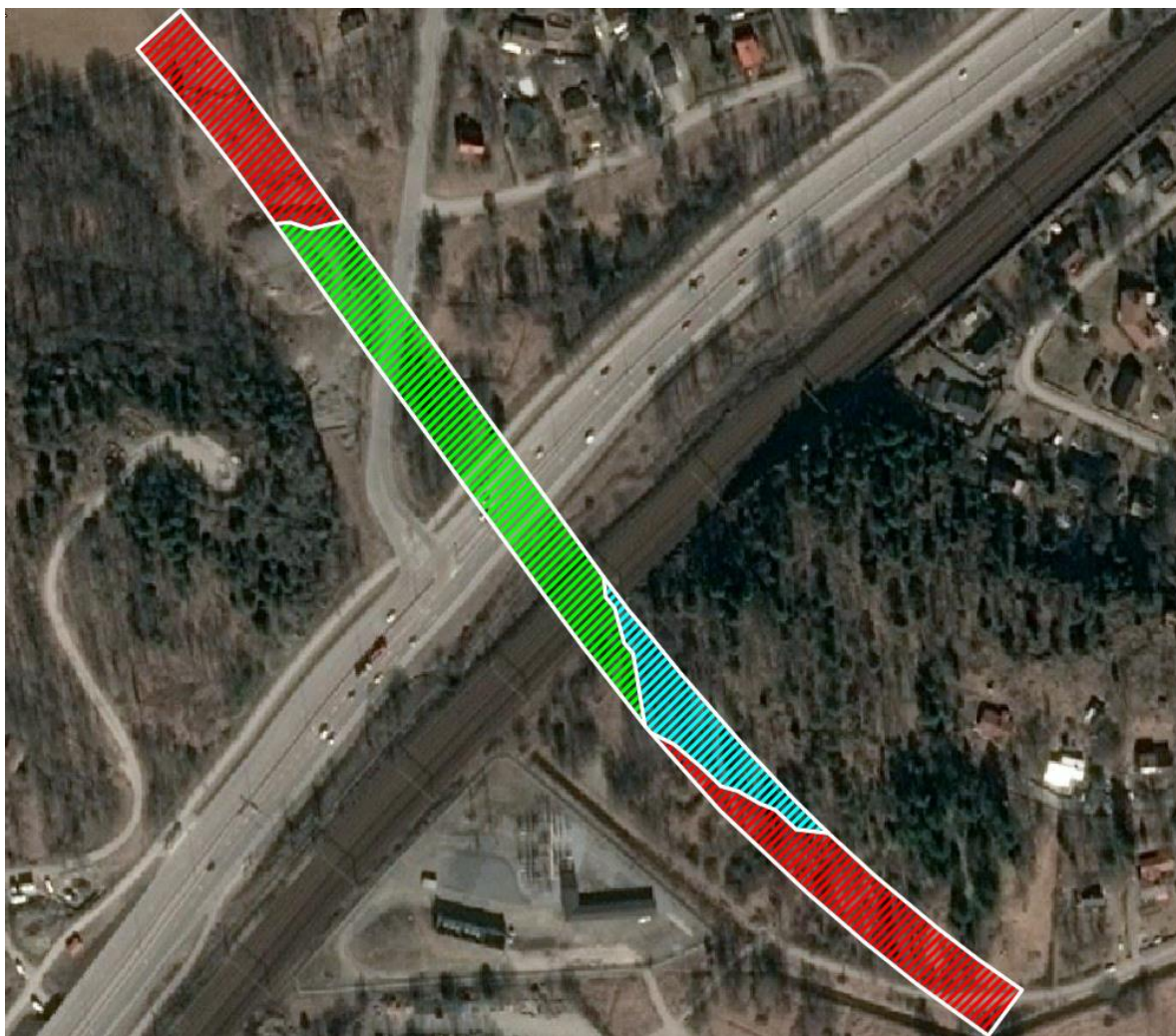
Trafikplats Solgård består som nämnts tidigare av tre plan där tvärförbindelsens vägar passerar i betongtråg och betongtunnel under Huddingevägen och Västra stambanan. Ovanliggande trafikplats byggs med en cirkulationsplats på bro med anslutande rampvägar, även dessa på bropelare. I Figur 28 ovan framgår även läget för de två pumpstationerna (ID 482, 483) som anläggs under några av rampvägarna. De smala förlängningarna av ramperna längs med västra och östra trågen är stödmurar mot de lägre liggande trågkonstruktionen där rampvägarna är markförlagda. Tunneln avdelas så att respektive körriktning får en tvärsnittsarea på cirka 170 m². Tunnel och de anslutande trågen får en sammanlagd längd på cirka 550 m och en bredd på cirka 30 m.

Betongtunnelns passage under Västra stambanan kommer vara extra kritisk då trafikavstängningar på banan måste ansökas långt i förväg och med kortast möjliga tid för stopp i tågtrafiken. Det alternativ som bedöms mest genomförbart är att trafiken på Huddingevägen flyttas temporärt mot väster. Sedan anläggs temporära järnvägsspår och nyttjas under tiden betongtunneln anläggs vid västra stambanans permanenta läge. Övriga delar sker även de etappvis då trafiken på Huddingevägen ska kunna passera via olika etapper av vägomläggning.

En översikt av grundläggning av tråg och betongtunnel på pålar, sprängbotten eller (morän)jord framgår av Figur 29.

Där betongtunneln och tråg grundläggs med pålar kommer betongbotten för konstruktionen ligga delvis ned i undre friktionsjordsmagasin och delvis med botten i lerjordlagret. Stora delar av schakten kommer ske inom spont som drivs ned till berg. Merparten av spontan kommer vara svåra att ta bort (dra) efter att konstruktionen är färdigbyggd bland annat på grund av den simultana vägtrafiken.

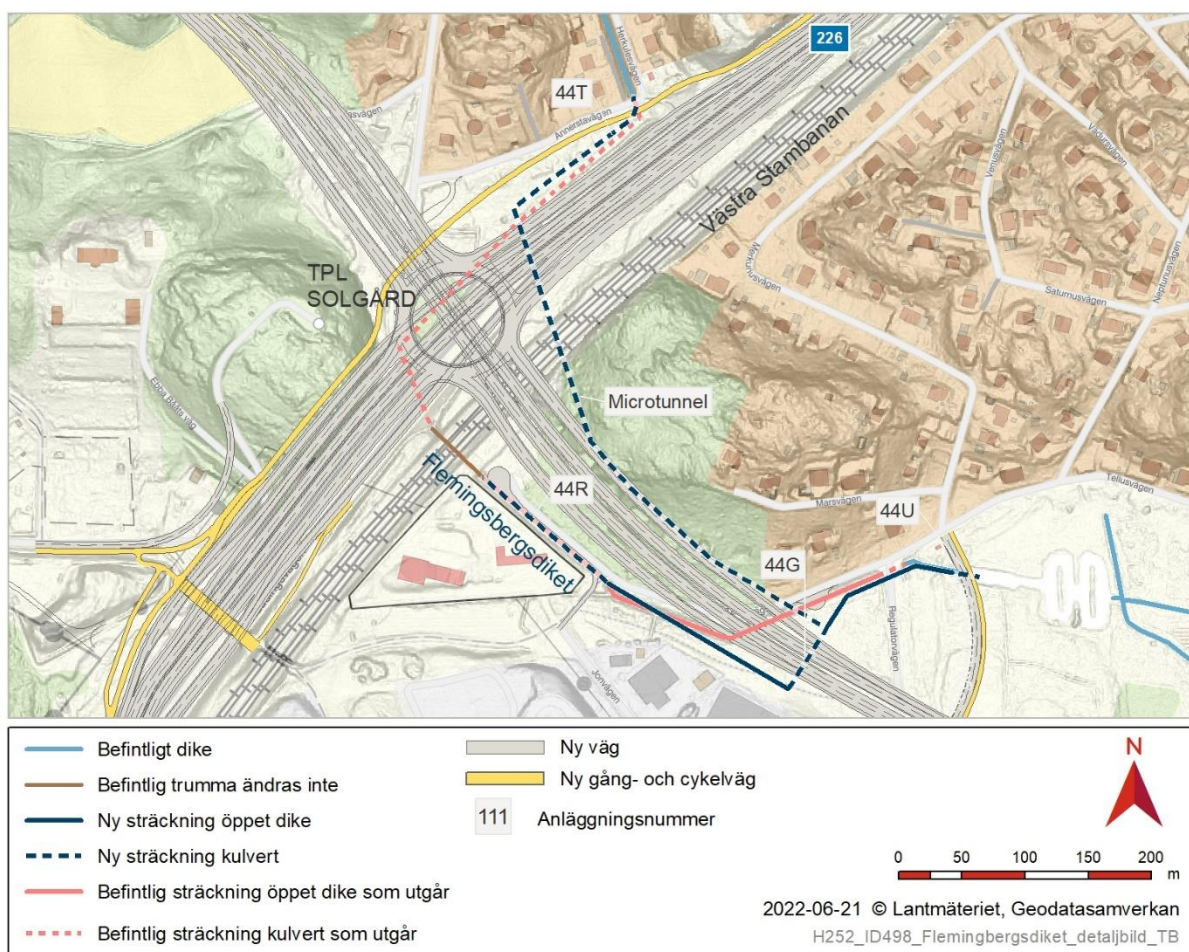
Bröstöden för rampvägar och cirkulationsplats grundläggs på bottenplattor som pålas eller ligger mot fast botten där lerjord saknas eller endast har någon meters mäktighet.



Figur 29. Översikt över grundläggningstyp för tråg och betongtunnel. Rött är grundläggning på jord, cyan är grundläggning på berg (sprängbotten) och grönt är där pålgrundläggning krävs.

3.2.1.3. Omledning av Flemingsbergsdiket

Tvärförbindelsen och trafikplats Solgårds placering innebär att Flemingsbergsdiket behöver flyttas på en sträcka, se Figur 30. Inom aktuellt område går Flemingsbergsdiket idag i kulvert som först löper parallellt med väg 226 och sedan viker av och passerar under vägen. Kulverten består av två parallella rör med diameter 1 400 mm som mynnar i ett öppet dike mellan väg 226 och Västra stambanan för att direkt fortsätta i kulvert under stambanan. Därefter fortsätter Flemingsbergsdiket som öppet dike fram till passagen under Regulatorvägen och mynnar sedan i Flemmingsbergs våtmarksanläggning. Flemingsbergsdiket har en bredd av ungefär 5 m på sträckan mellan järnvägen och våtmarken. Se Figur 30 för Flemingsbergsdikets nuvarande läge.



Figur 30 . Utformning av ny sträckning av Flemingsbergsdiket genom trafikplats Solgård.

Sträckan som påverkas av Tvärförbindelse Södertörn börjar cirka 200 meter nordöst om trafikplats Solgård där diket ska passera en ny gång- och cykelväg och lokalvägen Annerstavägen vilket medför att en befintlig trumma byts ut mot en kulvert. Kulverten övergår sedan i två stycken ledningar som först går parallellt med väg 226 och sedan korsar väg 226 norr om den planerade cirkulationen i trafikplats Solgård. Anledningen till att diket förläggs i två ledningar under vägen är av framtida serviceskäl då en ledning kan bytas ut eller renoveras medan den andra är i drift. Passagen under västra stambanan och en kort bit därefter görs som en borrarad "microtunnel" i berg för att därefter åter förläggas i ledning som placeras under den norra rampvägens bro upp mot cirkulationsplatsen. Sista delen fram till Flemingsbergs våtmark leds diket norr om den planerade dagvattenreningsanläggningen i öppet dike förutom vid passagen under Regulatorvägen i dess nya läge, se Figur 30 .

Punktlistan nedan sammanfattar vilka trummor, kulvertar och ledningar som anläggs i samband med Flemingsbergsdiken omledning norr om trafikplats Solgård.

1. Boxkulvert (44T) under ny gång- och cykelväg och lokalvägen Annerstavägen. Dimension 3 300 x 1 500 mm.
2. Två ledningar som först går parallellt med väg 226 och sedan korsar väg 226 norr om den planerade cirkulationen i trafikplats Solgård. Diametern på ledningarna är 2 000 mm. Ledningarna förläggs i lera och kulvert. Ledningarna behöver pålas och för passage under väg 226 byggs ett påldäck. Schakt behöver mest sannolikt utföras inom spont.
3. Borrarad microtunnel i berg under Västra stambanan. Diket leds genom tunneln i två ledningar med diameter 2 000 mm.

4. Två ledningar som löper parallellt med tvärförbindelsen under den norra rampvägen till cirkulationsplatsen. Diametern på ledningarna är 2 000 mm.
5. Kulvert under Regulatorvägens nya läge (44U). Dimension 6 500 x 1 500 mm.

Söder om tvärförbindelsen behålls en del av det befintliga diket fast i ny utformning. Denna dikesdel kommer ta emot ytligt tillrinnande vatten från Flemingsbergs industriområde. Inledande del från stambanan som idag är ett öppet dike kommer att kulverteras (anläggning 44R) då en serviceväg ska anläggas i dess läge. Kulvertens diameter blir 3 500 mm. Efter kulverten får det öppna diket en ny dragning parallellt med tvärförbindelsens södra sida. Strax före befintliga Regulatorvägen korsar diket under tvärförbindelsen och förläggs då i tre stycken 1 600 mm ledningar. Delar av det mot öster förlängda öppna diket kan komma att skära igenom lerlagret och behöva tätas i botten för att förhindra grundvatteninflöde.

3.2.1.4. *Dagvattenreningsanläggning och ledningsomläggning vid Regulatorvägen*

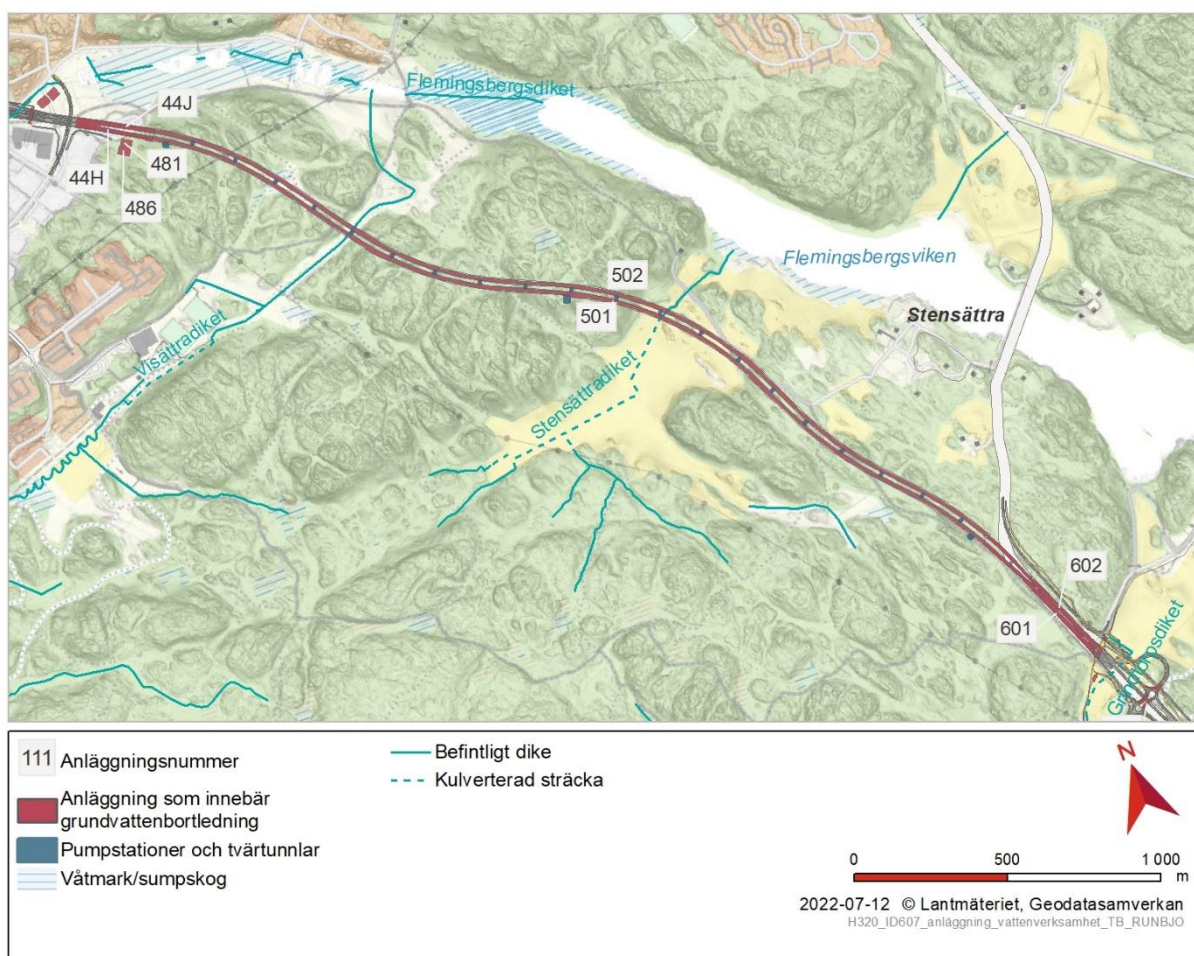
Dagvattenreningsanläggningen ID 485 anläggs väster om Flemingsbergs våtmarksanläggning i läget för nuvarande Regulatorvägen och väster om Regulatorvägens nya placering (se Figur 30). Den utförs med två täta bassänger för sedimentering och filtrering, dessa blir vardera cirka 1000 m² stora. Schaktdjupet blir drygt 4 meter. Lerlagret bedöms utifrån framtagna lerdjupsmodell vara tillräckligt mäktigt för att schaktbotten inte ska nå ned i undre magasin eller att risk för bottenuppträckning ska uppkomma.

I samband med byggnation av ny bro för Regulatorvägen över tvärförbindelsen kommer Stockholm Vatten och Avfalls dagvattenledningar, vattenledningar och spillvattenledningar att förläggas i nytt läge. Omläggningen omfattar att förlägga ett ledningspaket i ett nytt läge som innebär att ett omkring 3 m djupt och mellan 6 -10 m brett VA-schakt kommer utföras längs den östra och norra fasaden av byggnaden på fastigheten Anoden 2, och vidare norrut tvärs Tvärförbindelsen till den planerade dagvattenreningsanläggningen (ID 485), se Figur 28. Ledningsschaktets gräns hamnar mellan 5 och 10 m från byggnaden. Ledningar och schakt kommer att ha 2 m fall längs cirka 270 m långa sträckan, med schaktbottennivå +23 vid inkopplingspunkten till befintliga ledningar vid schaktets södra ände och +21 vid den norra änden där ledningen mynnar i dagvattenreningsanläggningen. Schaktet bedöms vara öppet under cirka 2 månader. Grundvattennivån ligger ungefär 1,5 m högre än schaktbotten längs hela sträckan, och för att utföra arbetet kommer grundvattnet att temporärt behöva avsänkas cirka 0,5 m under schaktbotten. Grundvattenpåverkan ska minimeras genom att schaktet utförs inom en tät spont längs de delar som följer byggnaden. Den sista delen fram till utloppet utförs utan tät spont då den helt förläggs i lera.

3.2.2. *Flemingsbergstunneln och våtmarksanläggning*

Efter passagen under Regulatorvägen går tvärförbindelsen i tråg fram till Flemingsbergstunnelns västra mynning. Därefter passeras Flemingsbergsskogen i en cirka 3,2 kilometer lång bergtunnel, se Figur 31. Bergtunneln kommer ut ur Flemingsbergsskogen i en bergskärning vid Gladö.

Dräneringsnivåer och ytterligare detaljer för Flemingsbergstunneln och förskärningarna framgår av Tabell 5. Inom Stensättradalen där det idag bedrivs jordbruk planeras för en våtmarksanläggning som ska försörjas av dränvatten från bergtunneln i driftskedet.



Figur 31. Flemingsbergstunnelns tunnelsträckning genom Flemingsbergsskogen.

Tabell 5. Flemingsbergstunneln med anslutande förskärningar.

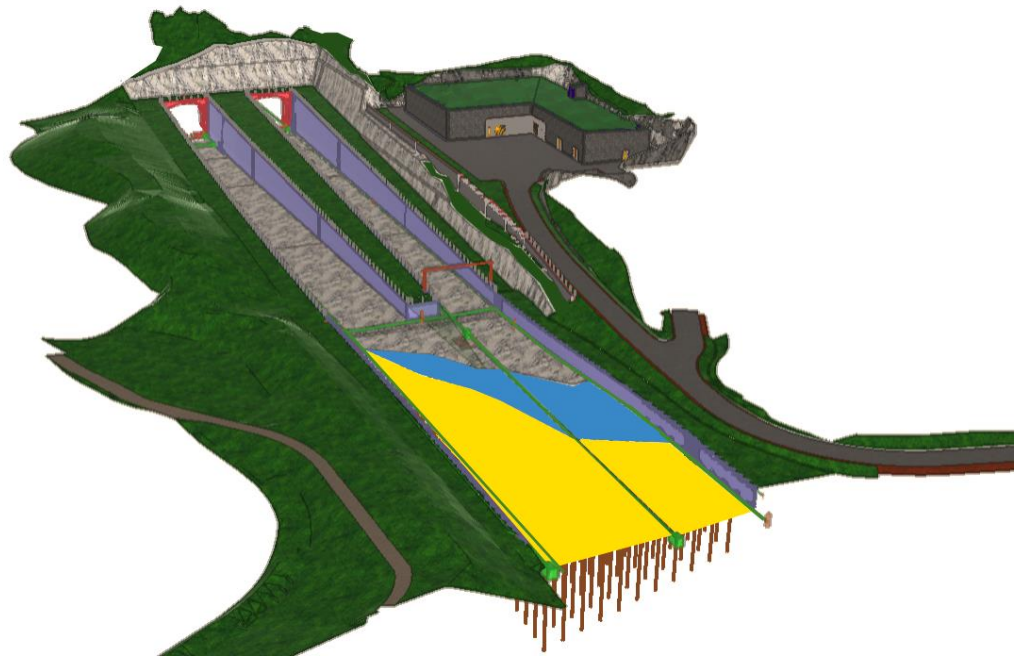
Anläggningsdel	Västra förskärningen med tråg	Bergnisch för teknikbyggnader	Flemingsbergs-tunneln	Östra förskärningen
ID	44H, 44J		501, 502	-
Markyta	+24 till +38	+31,5 bergnisch +24,2 lägsta byggnadsnivå	-	+33 till +48
Medelgrundvattennivå	+23,3 till +33	+33	+25 till +55	+30 till +38
Schaktdimension (längd x bredd) (m)	250x50	Ca 70 x 50 m	-	480x60
Schaktdjup (m)	3–30		-	1–21
Dräneringsnivå bygg- och driftskede	+15 till +23,0		-19 till +21	+21 till +30

3.2.2.1. Tråg och teknikbyggnad vid Flemingsbergstunnelns västra påslag

Efter tvärförbindelsen passerat under den nya Regulatorbron faller väglinjen ned under markytan och anläggs inom ett tråg fram till anslutningen med bergtunneln under Flemingsbergsskogen. Tråget byggs med betongbotten fram till bergtunnelpåslaget även om större delen anläggs mot berg. I 3D-illustrationen (Figur 32) visar trågbotten mot lerjord i gult, moränjord med blått och grått visar var trågets betongbotten anläggs mot berg. Inledande del får ett gemensamt tråg för de båda vägbanorna för att sedan delas upp i två tråg, ett för vardera körriktning. Tråget börjar vid längdmätning km 9/125 och dräneringsnivån vid trågets framkant kommer vara +23,0. Där tråget delas i två kommer en dräneringsledning att anläggas på båda sidor om tråget samt i mitten för att fånga upp regnvatten och

vatten som kommer från angränsade höjdområde. Dräneringsledningen längs med trågväggens utsida får nivån +27,9 vid bergtunnelpåslaget och fallande ned till +24,3 som lägst vid längdmätning ca 9/200 (cirka 75 m in från trågnos). Därifrån ansluter ledningen till dagvattensystem eller recipient norr om anläggningen.

Bergschaktet för tråget får en fallande bottennivå fram till bergtunnelpåslaget som får nivån +15 vid bergtunnelpåslaget. Längs norra sidan anläggs en landskapsvall och på södra sidan sprängs och schaktas en berghylla ut för anläggande av släckvattenstation (ID 486) VA-station (ID 481) och en mottagningsstation (ID 461). Bergskärningen för tråget breddas för dessa anläggningsdelar ut i en nisch cirka 50 meter ut från tråget. Teknikbyggnaden för VA-station och släckvattenstation schaktas ned till grundläggningsnivån cirka +24,2 medan berghyllan (bergskärningen) får nivå +31,5.



Figur 32. 3D-illustration över Flemingsbergstunnelns västra mynning med tråg samt intilliggande teknikbyggnad (släckvattenstation (ID 486) VA-station (ID 481) och en mottagningsstation (ID 461) för tunnelventilation. På motsatt sida finns en landskapsvall som kommer anläggas längs trågets norra sida.

3.2.2.2. Bergtunnlar

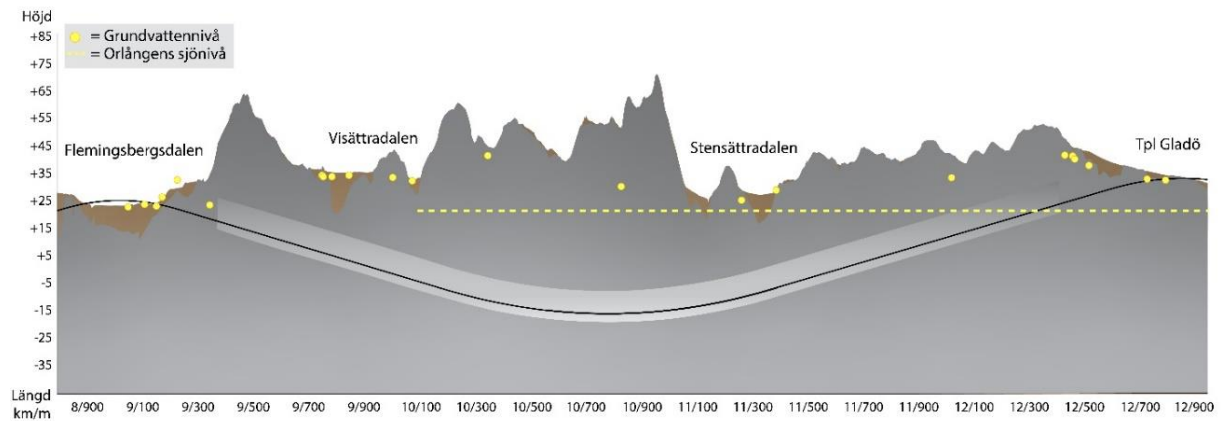
Flemingsbergstunneln utformas som två parallella huvudtunnlar i berg (ID 501, 502) med två körfält i vardera riktningen. Tunnlarna har en generell tvärsnittsarea på cirka 135 m² vardera. Byggmetoder och utformning beskrivs i avsnitt 2.2.

Topografin över tunneln varierar kraftigt och tunneln kommer att passera under tre dalsänkor. Vid passagen under svackan i Flemingsbergsskogen (km 9/800) är bergtäckningen mycket låg men tillräcklig för bergsstabiliteten. Tunnelns dränerande nivå ligger 30 till 35 m under grundvattnets trycknivå i såväl denna svacka som i Visättradalens. Längre österut, mellan km 10/100 och 11/000 inom Flemingsbergsskogens höjdområden, ligger projekterad vägbana 50 - 70 m under markytan. Vid Stensättradalens grundvattenmagasin (km 11/200) är tunnelns dränerande nivå 30–35 m lägre än grundvattnets trycknivå. Flemingsbergstunneln kommer att passera några meter under en befintlig korsande dagvattentunnel, Visättratunneln.

Flemingsbergstunneln drivs från båda påslagen med konventionella metoder som beskrivs i tidigare avsnitt om genomförandet. Tunneln lutar från båda tunnelmynningarna in mot en lågpunkt, se Figur 33 och Bilaga C1.2:4 och C1.2:5. Lågpunkten vid km 10/800 har en projekterad vägyta på nivå -16. Länshållningsvattnet under byggtiden leds till spillvattennätet, vilket i östra tunnelpåslaget kan medföra viss ledningsförläggning i befintliga vägdiket etc. till anslutningspunkt. I driftskedet planeras dränvattnet från tunneln att pumpas upp via ett bergborrhål och släppas till en nyanlagd våtmark, se

vidare följande avsnitt. Hantering av länshållningsvatten under byggtiden och dränvatten i driftskedet framgår även av avsnitt 4.1.

Vid anläggande och drift av Flemingsbergstunneln sker ett inläckage av grundvatten från omgivande berg och jordlager till anläggningen. Hela tunnelanläggningen bedöms bli belägen under grundvattennivån. Huvuddelar av tunneln ligger även under Orlångens vattennivå, vilket framgår av profilen i Figur 33.



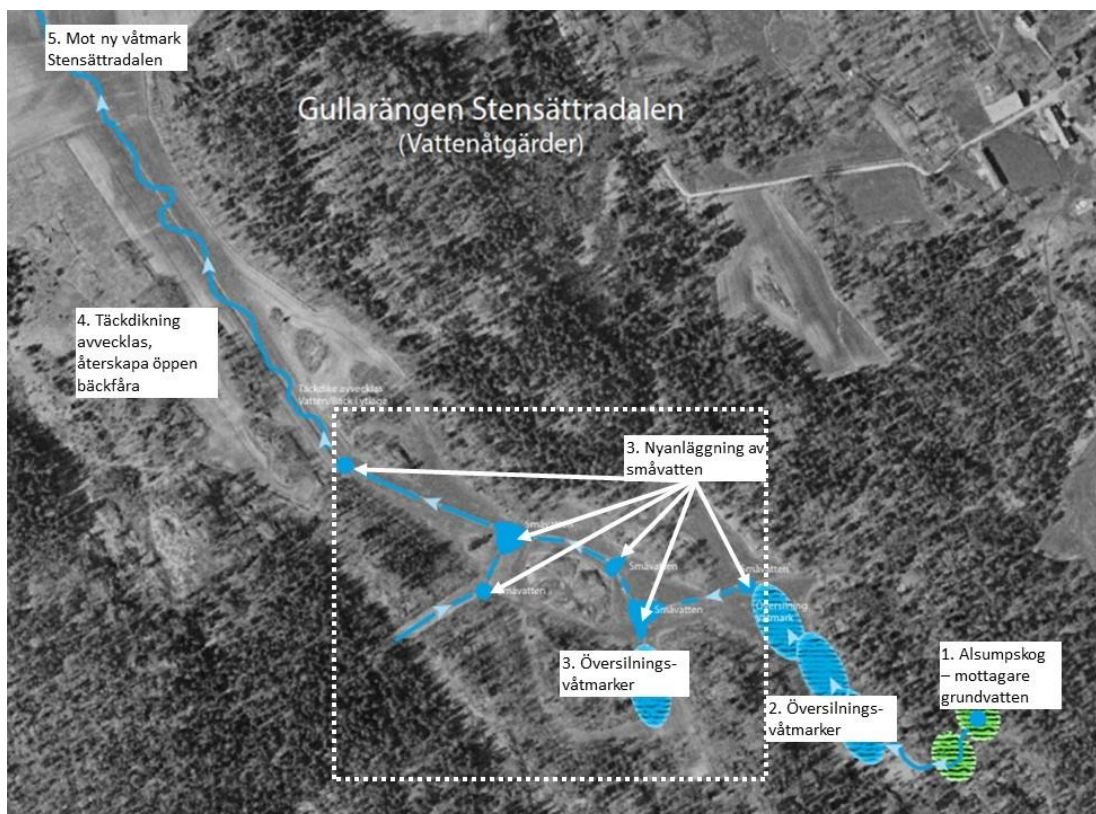
Figur 33. Profil genom Flemingsbergstunneln i förhållande till markyta, bergyta och uppmätta grundvattennivåer. Orlångens vattenyta markeras som en streckad linje.

3.2.2.3. Anläggande av ny våtmark i Stensättradal

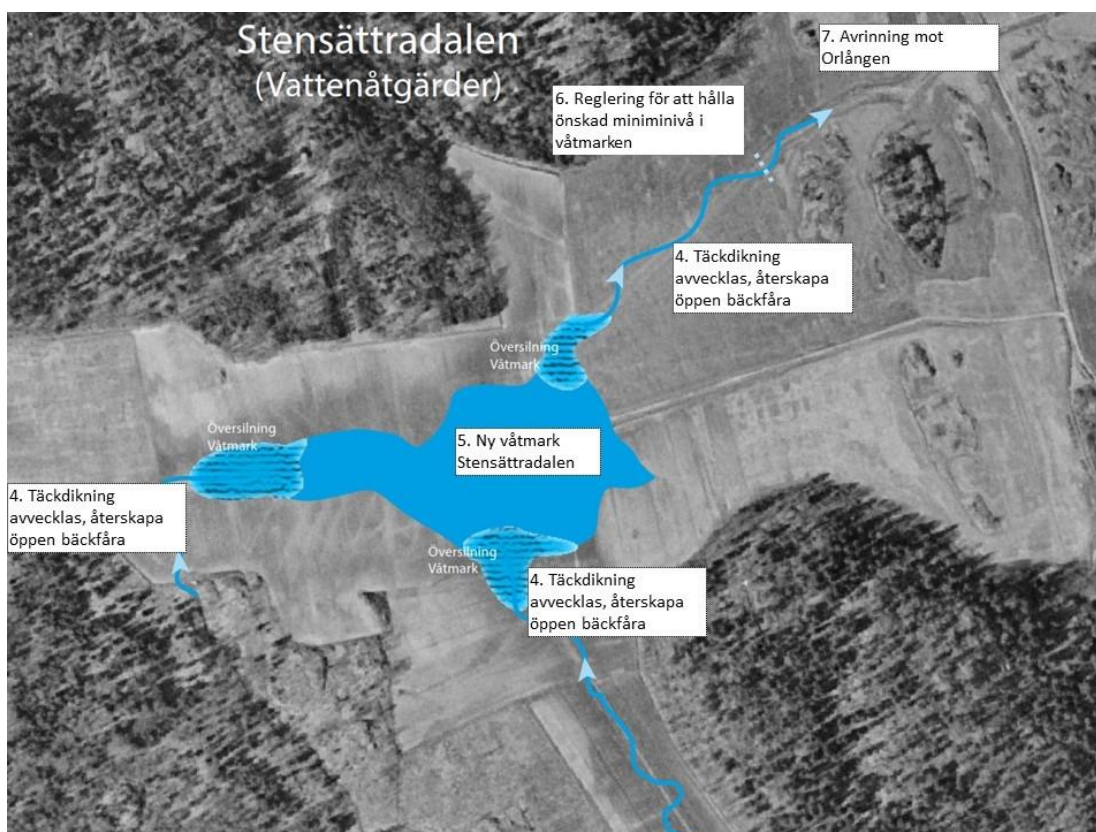
I Stensättradal planeras att skapa en våtmark som kommer att ingå i ett våtmarkssystem där vissa delar anläggs tidigare av Huddinge kommun. Det innebär att delar av systemet (de markerad med ruta i Figur 34) har anlagts och finns på plats när våtmarken anläggs. Dessa delar ingår inte i denna tillståndsansökan utan har redan hanterats av Huddinge kommun.

Våtmarken skapas genom att det grundvatten som läcker in i tunneln pumpas upp till ytan, till en brunn placerad i den södra utlöparen av dalgången (punkt 1 i Figur 34). Från brunnen leds vattnet vidare till översilningsytor och via ett nyskapat öppet dike ned till själva våtmarken mitt i Stensättradal (punkterna 2-5 i Figur 34). Våtmarken kommer att ha sitt utlopp i Stensättradiket som nyligen restaurerats av Huddinge kommun. Slutlig recipient är Orlången.

Våtmarken kommer både bestå av våtmarksytor och öppna vattenytor. Den kommer även få djupare partier för att säkerställa att det finns vatten året runt. Anläggningsarbetena för skapande av våtmark och nya dikesanslutningar innebär schaktning i lerjord. Befintlig täckdikning kommer antingen att schaktas bort, pluggas eller på annat sätt förhindras att leda bort vattnet från den nya våtmarken i de fall där borttagande inte är möjligt (punkt 4 i Figur 34 och Figur 35).



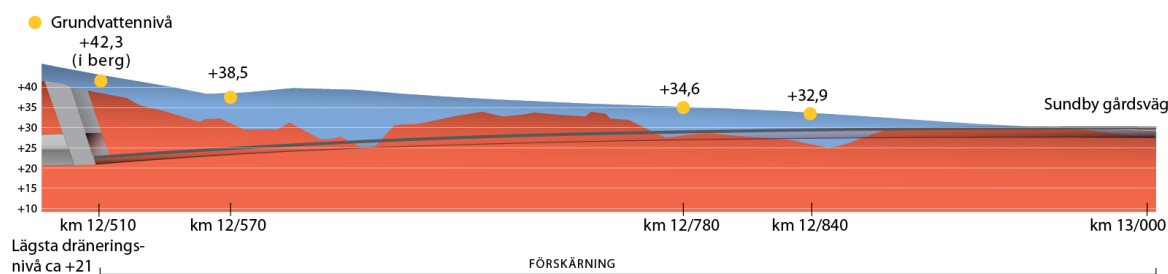
Figur 34. Ny våtmark Stensättradalen, övre del med brunn, översilningsytor samt ny bäckfåra. De delar av systemet som är innanför markerad ruta anläggs tidigare och kommer att finnas på plats när våtmarken anläggs. Dessa delar ingår inte i denna tillståndsansökan utan har redan hanterats av Huddinge kommun.



Figur 35. Ny våtmark Stensättradalen

3.2.2.4. Förskärning öster om Flemingsbergstunneln

Det östra påslaget till Flemingsbergstunneln är beläget i ett skogsområde strax norr om Gladö (km 12/460) och ansluter via en nästan 500 m lång förskärning, se Figur 37. Projekterad vägnivå ligger vid det östra påslaget som lägst kring +21. Anläggningsarbetena för förskärningen innebär schaktning i ler- och moränjord samt berg ner till en nivå motsvarande som mest kring 20 m under medelgrundvattennivå i Grindtorpsdalen. För att kunna utföra anläggningsarbetena i torrhet sker en bortledning av inläckande grundvatten till schakten.



Figur 36. Principskiss med längssection utanför Flemingsbergstunnelns östra påslag (grått). Rött indikerar bergets ungefärliga läge medan blått motsvarar jordlagren. Planerad vägyta framgår som en mörkgrå linje och underliggande linje motsvarar vägens dränering. Observationer av grundvattennivå från januari 2020 markeras som gula punkter. Observera att höjdskalet i figuren är förstärkt.



Figur 37. Flemingsbergstunnelns östra mynning och förskärning.

Flemingsbergstunnelns östra förskärning utförs utan tätande spontkonstruktion eftersom det främst utgörs av bergskärningar. Med hänsyn till framtida drift och underhåll (bland annat isbildning vintertid) kommer injektering med cement att genomföras av bergsslänter i förskärningen. Det innebär att ridåinjektering utförs vid förekommande vattenförande sprickzoner. Eventuellt utförs även botteninjektering om behov föreligger. Då skärningen inte kommer att vara helt tät kvarstår en permanent grundvattenpåverkan i berg även i driftskedet. Skärningen kommer delvis bestå av jordslänter där det finns undre grundvattenmagasin på två delsträckor. Dessa två små grundvattenmagasin förväntas dräneras permanent. För att förhindra ytlig avrinning ner i skärningen kommer avgränsning, avledning i form av "betongklackar", vall eller överdike att anläggas.

3.3. Gladö – västra Jordbro

Delsträckan går från trafikplats Gladö till västra Jordbro och utgörs av väg i ytläge. Inom hela delområdet breddas väg 259 för att rymma tvärförbindelsen. Trafikplatserna och korsningarna blir planskilda, vilket medför att ett antal broar och planskilda passager måste byggas om eller nyanläggas. Delsträckan innefattar trafikplatserna Gladö, Lissma, Rudan och Slätmosse. För denna delsträcka omfattar ansökan om tillstånd bortledning av grundvatten under byggtiden och vid den kommande driften samt åtgärder i vattenområde, se Tabell 6.

Tabell 6. Ansökan om tillstånd för vattenverksamhet omfattar följande åtgärder för delsträckan Gladö – västra Jordbro.

Typ av åtgärd	Åtgärd och anläggnings nummer
Permanent grundvatten-bortledning	Trafikplats Gladö - GC-passager Gladö (648, 64D, 64E) - Planskildhet Smedstorpsvägen (642, 647) - Planskildhet Ådravägen (645, 646)
	Trafikplats Lissma - GC-passage Granby (742, 743)
Temporär grundvatten-bortledning	Trafikplats Gladö - Broar i Tpl Gladö (641, 64F, 649) - Brunn/brunnar för vattenförsörjning etablering - Dagvattenreningsanläggning (681, 683)
	Sträckan mellan tpl Gladö och tpl Lissma - Dagvattenreningsanläggning (682, 689, 684, 685, 687)
	Trafikplats Lissma - Broar i trafikplats Lissma (744, 747) - Boskapspassage (741) - Pumpstation för väg-dagvatten, Granby (787) - Dagvattenreningsanläggning (783, 784, 785, 786)
	Trafikplats Rudan - Landskapsbro (841, 846) - Dagvattenreningsanläggning (881)
	Trafikplats Slätmosse - Bro över Rudanvägen (843) samt stödmur (849) - Bro över Nynäsbanan (844) - Broar i tpl Slätmosse (845, 847) - GC-bro över Nynäsvägen (848) - Dagvattenreningsanläggning (882, 883, 884, 885, 886, 887)
Åtgärder i vattenområde	Borttagande av vägbank i Djupdalens våtmark
	Utfyllnad i våtmarker längs tvärförbindelsen

3.3.1. Trafikplats Gladö och sträckan fram till trafikplats Lissma

Den nya trafikplatsen Gladö består av en dubbel cirkulationsplats på bro samt en ny gång- och cykelpassage, se Figur 38. Vid trafikplatsen anläggs också två dagvattenreningsanläggningar. I anslutning till trafikplatsen planeras även för uttagsbrunnar för grundvatten som ska användas under entreprenadtiden. Längs fortsatt vägsträcka fram till trafikplats Lissma kommer anläggande av två broar samt fem dagvattenreningsanläggningar att medföra grundvattenbortledning i byggskedet.



Figur 38. Trafikplats Gladö, illustrationsvy från väster.

3.3.1.1. Brunnar för vattenförsörjning etablering Gladö

De grästäckta ytorna intill planerad väganläggning i nederkant av figuren ovan kommer nyttjas som etableringsområde under byggtiden. Förutom materialupplag och maskinuppställning placeras bodar ut för personalutrymmen och platskontor.

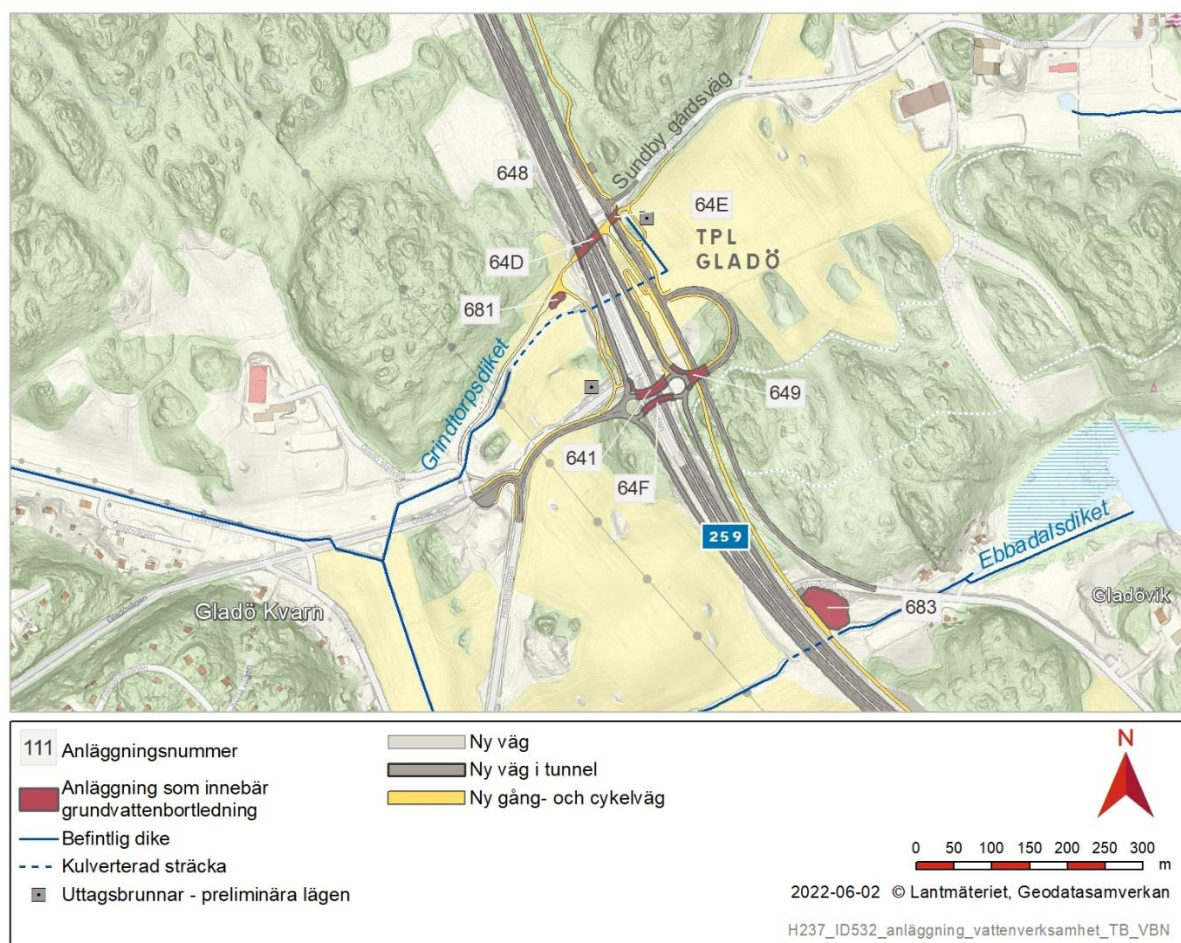
Vid entreprenörens etableringsområde behövs rent dricksvatten för bland annat dusch, matlagning och tvätt. Det är inte klart om anslutning till det kommunala ledningsnätet är ett genomförbart alternativ. Som alternativ kommer förberedas för etablering av bergborrade brunn/brunnar för att försörja arbetsplatsens behov av rent dricksvatten för bland annat duschar och matlagning.

Behovet har beräknats till sammanlagt knappt 30 l/min (ca 40 m³/dygn) under etableringstiden cirka 5 år. Brunnarna utförs troligen som bergborrade brunnar med foderrör genom jordlagren ned till berg, se preliminära lägen i Figur 39.

3.3.1.2. GC-passager Gladö

GC-passagen under väg 259 i höjd med Sundby gårdsväg (km 13/050) rivs och byggs om till följd av att vägen breddas. Den nya passagen består av tre vägbroar över GC-vägen (ID 648, 64D, 64E) varav två för tvärförbindelsens vägbanor och en för den nya sträckningen av lokalvägen som ansluter mot Orlångenbron, se Figur 39. Dessa byggs vid km 13/000, det vill säga något längre mot sydväst jämfört med läget för nuvarande passage. Broarnas utförande och GC-passagen i öppen skärning framgår av systemhandlingsritningar 64DK2001, 64EK2001 i Bilaga C1.1. Schaktdimension blir ca 45 x 15 meter för broarna under tvärförbindelsen och cirka 20 x 15 meter för bron under lokalvägen. Schaktdjupet varierar med markytan och uppgår till cirka 3 till 7 meter.

I driftskedet har GC-vägen en markdränering som avleder dränvatten med självfall mot Grindtorpsdiket (biflöde till Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket), i likhet med avvattningen vid den befintliga GC-passagen.



Figur 39. Figuren visar läget för de åtgärder vid trafikplats Gladö och vid Sundby gårdsväg som innebär grundvattenbortledning.

3.3.1.3. Gladö trafikplats

Trafikplats Gladö (km 13/200) utformas som en dubbeldroppe med broar över tvärförbindelsens vägar (ID 641 och 64F) och med anslutande rampvägar på bank. Ytterligare en bro (ID 649) anläggs på den östra sidan, för passage över den nya sträckningen av lokalvägen och planerad GC-väg. Broarna anläggs inom ett fastmarksområde och bedöms grundläggas direkt mot berg, se systemhandlingsritning 641K2001 i Bilaga C1.1 för utförande av vägbroarna 641 och 64F.

Schaktdimensioner blir cirka 25 x 15 meter för anläggningsdelar 641 och 64F och måttligt djup kring en till två meter. För anläggningsdel 649 blir schaktdimensionen cirka 25 x 25 meter med ett djup på cirka 6 till 8 meter varav mestadels i berg.

Strax väster om tvärförbindelsen vid planerad GC-passage intill Sundby gårdsväg (km 13/000) anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (ID 681). Söder om trafikplatsen, intill tvärförbindelsens passage över Ebbadalsdiken, anläggs ytterligare en dagvattenreningsanläggning (ID 683). Anläggningarna utformas antingen liknande mindre våtmarker eller med betongbassänger (se avsnitt 2.4). Schaktdimensionen för anläggning 681 blir cirka 10 x 25 meter och för anläggning 683 cirka 25 x 50 meter.

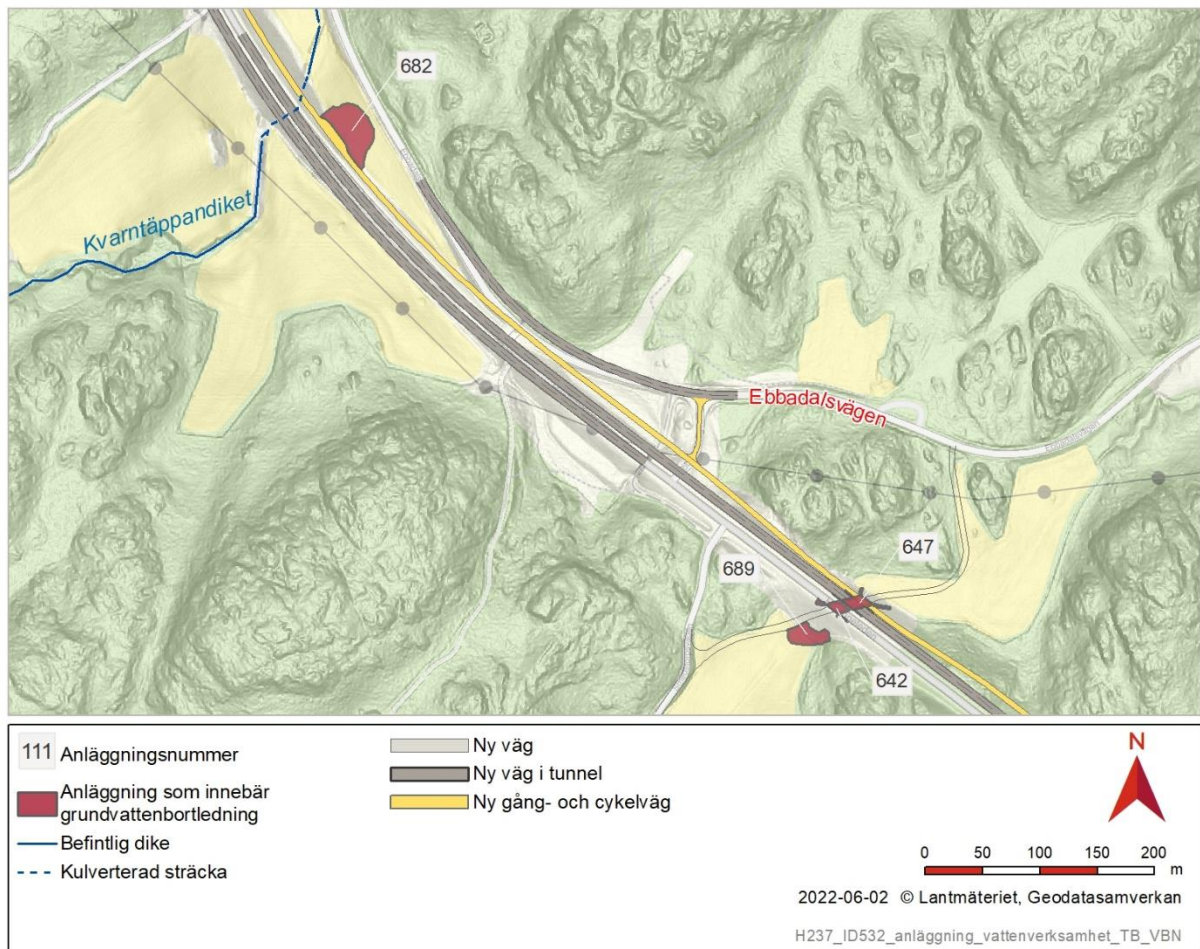
3.3.1.4. Planskildhet Smedstorpsvägen

Smedstorpsvägens korsning med väg 259 vid Björksättra ersätts med en ny planskild korsning (ID 642 och 647) (km 15/400), se Figur 40. Nuvarande väg 259 passerar området på bank där det naturliga lerlagret skiftats ut mot bärigare jordlager. Även den breddade vägen kommer att anläggas på utskiftade lerlager fram till de nya broarna som utförs som plattramsbroar i vinkel under vägarna, se

systemhandlingsritning 647K2001 i Bilaga C1.1. Schaktdimension blir cirka 40 x 20 meter och djup mellan 2 till 10 meter beroende på den varierande marknivån.

I driftskedet förses lokalvägen med markdränering under vägbanan som avleder dränvatten med självfall.

Direkt väster om den planskilda korsningen, intill nya Smedstorpsvägen, anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (ID 689). Även en bit längre norrut, intill Kvarntäppandiket anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 682, km 14/800). Anläggningarna utformas antingen liknande mindre våtmarker eller med betongbassänger. Schaktdimensionen för anläggning 689 blir cirka 10 x 30 meter och för anläggning 682 cirka 20 x 30 meter.



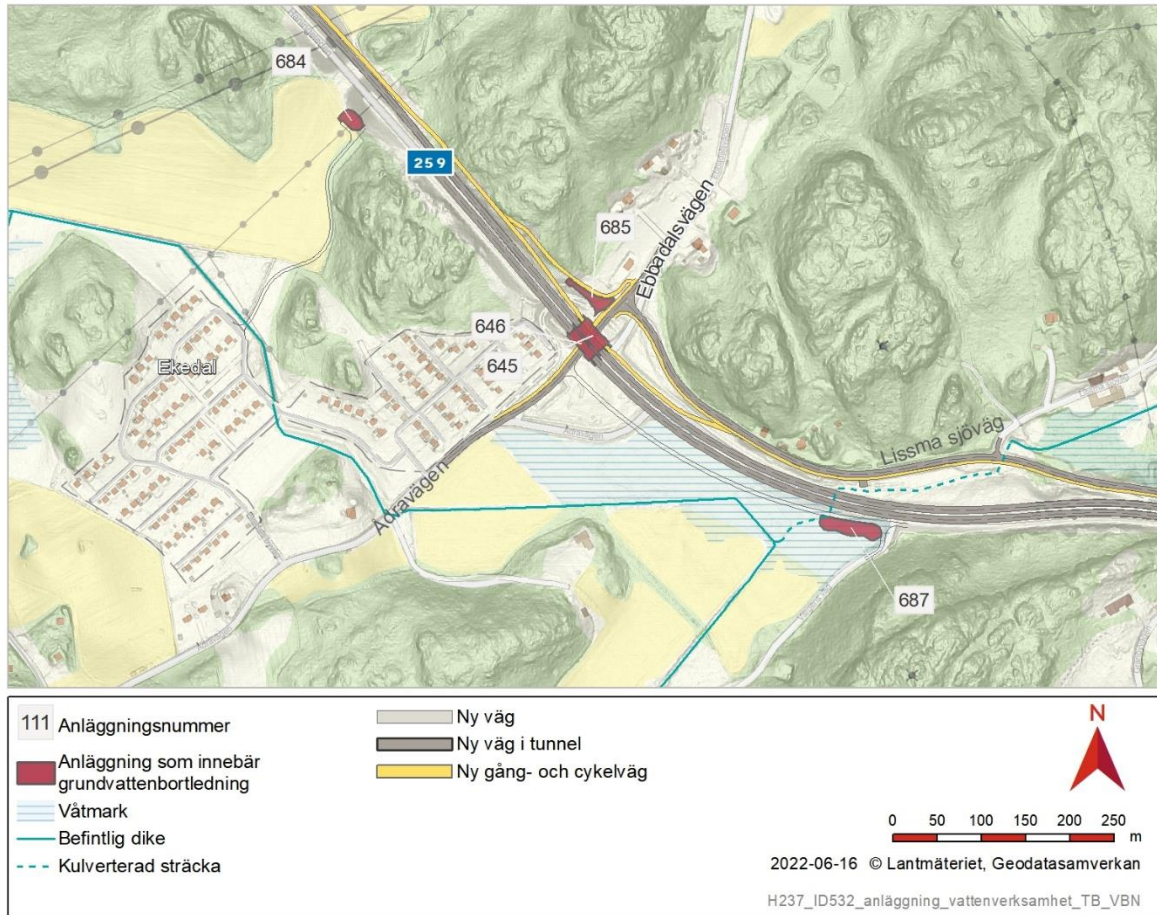
Figur 40. Figuren visar läget för för planskildhet vid Smedstorpsvägen och dagvattenreningsanläggningar som innebär grundvattenbortledning.

3.3.1.5. Planskildhet Ådravägen

Ådravägens och Ebbadalsvägens korsning med väg 259 ersätts med en ny planskild korsning i höjd med Ekedal (ID 645 och 646, km 16/440), se Figur 41. Befintlig GC-passage under väg 259 i km 16/380 rivs. Tvärförbindelsen förläggs på bank både nordväst och sydost om den planskilda korsningen för att ansluta till planerad vägbro, se systemhandlingsritning 646K2001 i Bilaga C1.1. Detta innebär en höjning av vägbanan om som mest 8 m jämfört nuvarande väg 259. Bron anläggs i ett lerområde och det finns risk för hydraulisk bottenuppträckning i samband med anläggningsarbetena. Schaktdimension blir cirka 40 x 30 meter och djupet cirka 5 meter.

I driftskedet förses lokalvägen med markdränering under vägbanan som avleder dränvatten med självfall, i likhet med avvattningslösningen vid befintlig GC-passage i området.

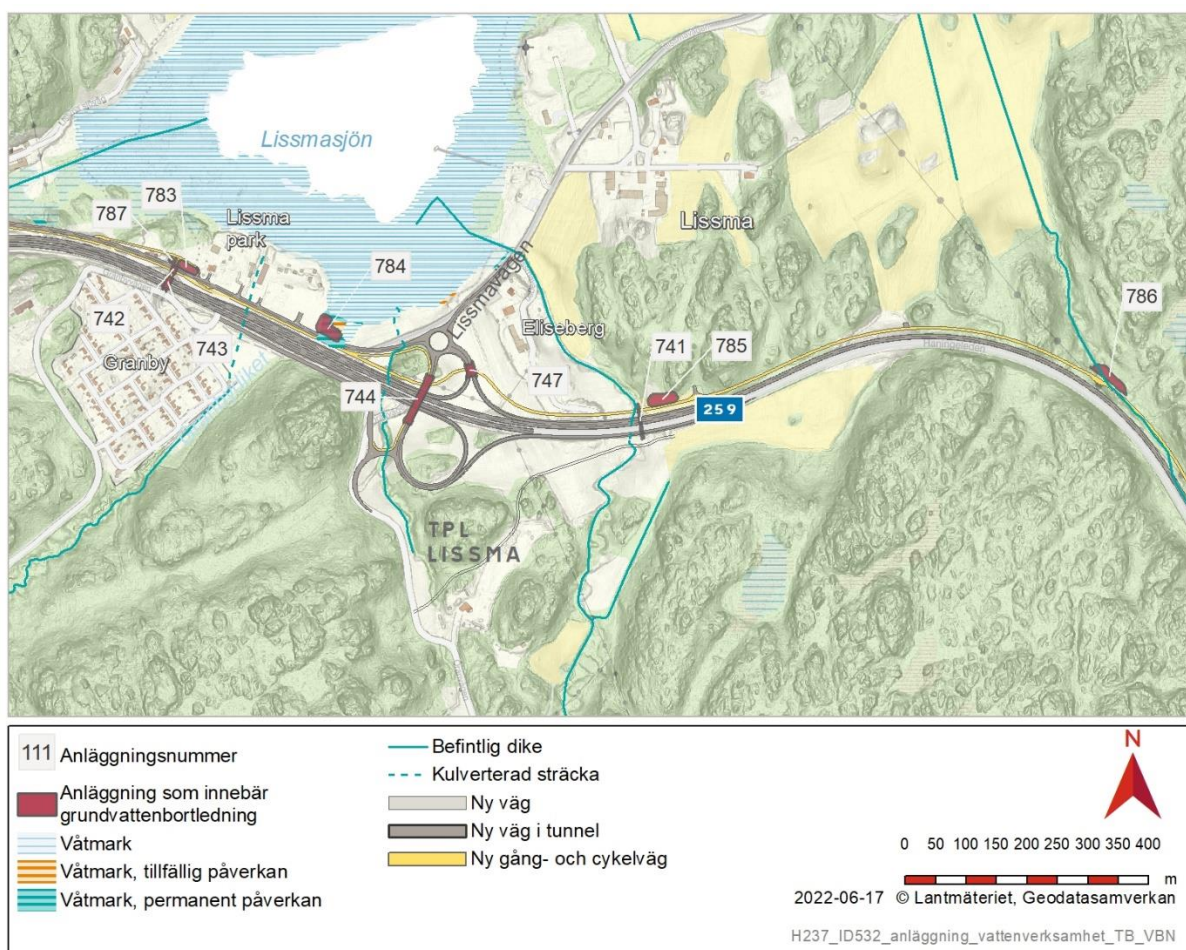
I området kring Ekedal planeras tre dagvattenreningsanläggningar för hantering av vägdagvatten. Anläggningarna är placerade vid km 16/080 nedanför befintlig landskapsbro (ID 684), vid km 16/440 intill planerad planskild korsning för Ådravägen (ID 685) och vid km 16/800 intill Ådranbäcken (ID 687). Anläggningarna utformas antingen liknande mindre våtmarker eller med betongbassänger. Schaktdimensionen för anläggning 684 blir cirka 15 x 20 meter, för anläggning 685 cirka 10 x 20 meter och för anläggning 687 cirka 10 x 70 meter.



Figur 41. Figuren visar läget för de anläggningar vid Ådravägen väster om trafikplats Lissma som innebär grundvattenbortledning.

3.3.2. Trafikplats Lissma

Den nya trafikplatsen Lissma utformas med ramper och en bro över tvärförbindelsen. Väster om trafikplatsen, vid Granby fritidshusområde, ska en befintlig GC-passage ersättas. Öster om trafikplatsen ska en befintlig boskapspassage ersättas. I området kring trafikplatsen anläggs också fyra dagvattenreningsanläggningar. De arbeten eller anläggningsdelar som medför grundvattenbortledning eller intrång i våtmarksområde redovisas i Figur 42.



Figur 42. Figuren visar läget för de anläggningar vid trafikplats Lissma som innebär grundvattenbortledning, samt planerade intrång i våtmarksområden.

3.3.2.1. GC-passage och pumpstation för vägdagvatten, Granby

GC-passagen under väg 259 i höjd med Granby (km 17/340) rivs och ersätts till följd av att vägen breddas. Befintlig bro för passage under Granbyvägen behålls däremot. Den nya delen av GC-passagen planeras bestå av två plattramsbroar (ID 743 och 742) varav en för passage under tvärförbindelsens vägbanor och en för passage under Lissma skolvägs nya sträckning. Broarna grundläggs på berg eller bergschaktbotten, se principiellt utförande i systemhandlingsritning 743K2001 i Bilaga C1.1. Schaktdimensioner för de respektive broarnas grundläggning blir cirka 25 x 10 meter för bron för tvärförbindelsen och cirka 15 x 10 för lokalvägens bro. Schaktdjupen blir upp till cirka fem meter som mest.

Inläckage av grundvatten till den befintliga GC-passagen avleds idag med självfall mot Lissmasjön, men då den nya anläggningen får en lägre dräneringsnivå behöver dränvatten pumpas bort i kommande driftskede.

En ny pumpstation (ID 787) anläggs på den norra sidan om planerad GC-passage. Pumpstationen ska hantera dagvatten och dränvatten från GC-passagen och utförs som en tät konstruktion. Schaktdimension blir cirka 10 x 10 meter och djup cirka 8 meter.

Intill pumpstationen anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (ID 783). Anläggningen utformas antingen liknande en mindre våtmark eller med betongbassänger och schaktdimensionen blir cirka 5 x 25 meter.

3.3.2.2. *Broar trafikplats Lissma*

Trafikplats Lissma ersätter befintlig korsning mellan väg 259 och Lissmavägen och utformas med rampvägar som ansluter till lokalvägar via en bro som passerar över tvärförbindelsen (ID 744, km 17/800). I norr ansluter bron till ett fastmarksområde och grundläggning sker på berg. Åt söder övergår fastmarken i lerområde och bron ansluter till rampväg på bank. Bron planeras att utföras som en plattbro med fem brostöd, se systemhandlingsritning 744K2001 i Bilaga C1.1. Schaktdimensioner blir cirka 55 x 10 meter för ett av brostöden och cirka 15 x 10 m eller 10 x 5 m för övriga. Schaktdjupen blir från 2,5 upp till cirka 6,5 meter.

I den nordöstra delen av trafikplatsen anläggs en GC-passage under två rampvägar (ID 747). Rampvägarna förläggs på bank för att ansluta till bron som grundläggs på pålar. Utformning framgår av systemhandlingsritning 747K2001 i Bilaga C1.1.

Väster om trafikplatsen anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (km 17/600, ID 784). Anläggningen utformas med betongbassänger och schaktdimensionen blir cirka 15 x 35 meter.

Risk för hydraulisk bottenuppträckning kommer att behöva beaktas i samband med anläggning- arbetena vid trafikplatsen.

3.3.2.3. *Boskapspassage Lissma*

Passagen (rörbro) för boskap och lättare jordbruksmaskiner vid Eliseberg (km 18/170) ersätts med en ny rörbro (ID 741) till följd av att vägen breddas. Nuvarande väg 259 passerar området på bank och även den breddade vägen förläggs på upp till 4 m hög bank. Brons utförande framgår av systemhandlingsritning 741K2001 i Bilaga C1.1. Schaktdimension blir cirka 60 x 5 meter och cirka 4 meter djupt.

Direkt öster om rörbron, på norra sidan om tvärförbindelsen, anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 785). Anläggningen utformas antingen liknande en mindre våtmark eller med betongbassänger och schaktdimensionen blir cirka 15 x 45 meter.

3.3.2.4. *Dagvattenanläggning vid Junkerndiket*

Intill Junkerndiket vid km 18/950 anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (ID 786). Anläggningen utformas antingen liknande en mindre våtmark eller med betongbassänger och schaktdimensionen blir cirka 10 x 50 meter.

3.3.3. Trafikplats Rudan

Trafikplats Rudan byggs med dubbla cirkulationsplatser där anslutande rampvägar anläggs på bank, se Figur 43. Arbetet bedöms inte medföra någon grundvattenbortledning under byggskedet men trafikplatsen kommer ta våtmarksytor i anspråk. Vid trafikplatsen anläggs också en dagvattenreningsanläggning, se Figur 43, som bedöms medföra grundvattenbortledning. Väster om trafikplatsen anläggs en landskapsbro över Djupdalens våtmark som medför grundvattenbortledning och intrång i våtmarksområde.



Figur 43 Trafikplats Rudan, illustrationsvy från väster

3.3.3.1. Landskapsbro över Djupdalens våtmark

Strax väster om planerad trafikplats Rudan byggs två broar (ID 841 och 846, km 20/360) över Sörmlandsleden och Djupdalens våtmark. Nuvarande väg 259 passerar området på bank och även den breddade vägen förläggs på upp till 8 m hög bank fram till de nya broarna.

Broarna utförs med fyra stöd vardera där varje schakt blir cirka 10 x 20 meter stort. Ytterligare detaljer framgår i systemhandlingsritning 841K2001 i Bilaga C1.1. På grund av begränsat utrymme för trafikomledning kommer schakterna sannolikt utföras inom spontlåda.

3.3.3.2. Dagvattenreningsanläggning vid trafikplats Rudan

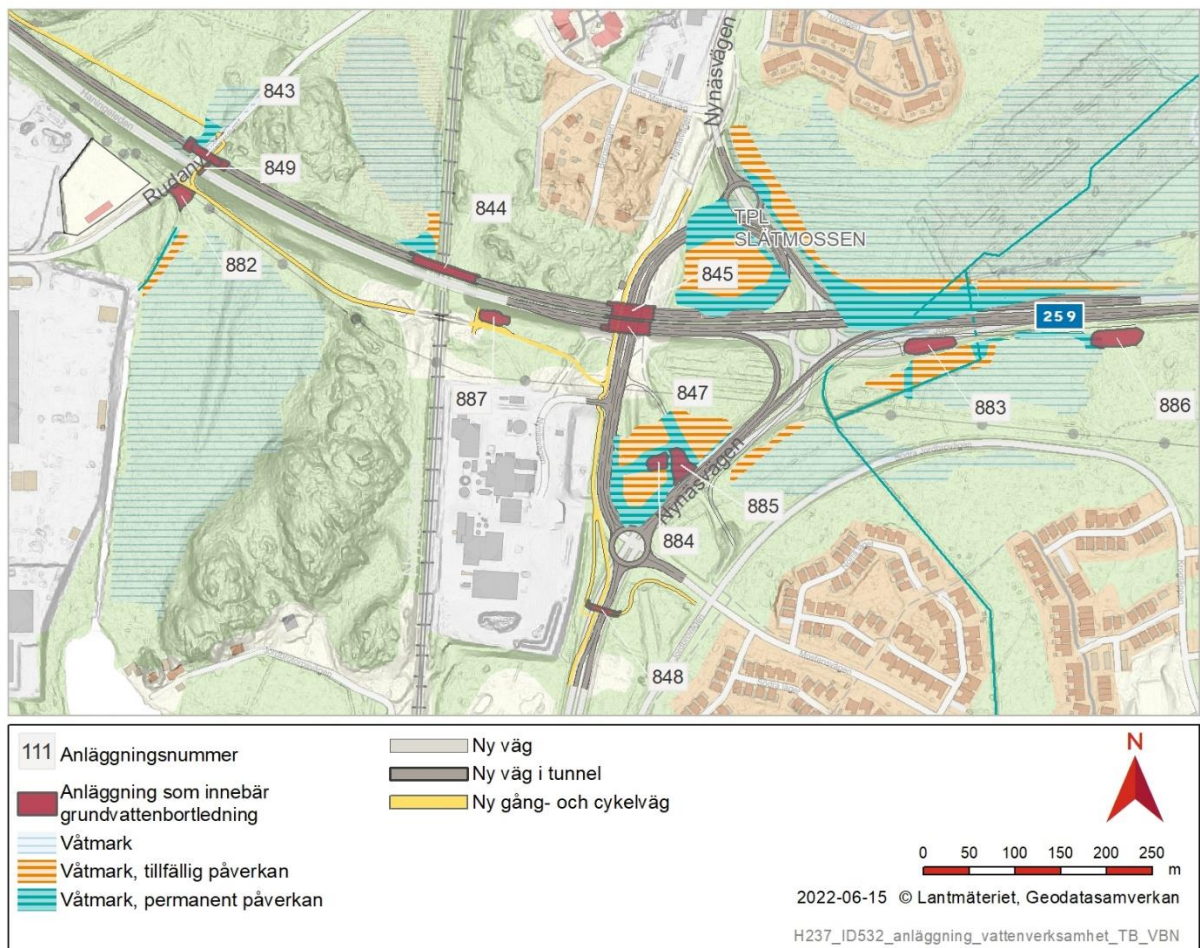
Direkt norr om trafikplats Rudan anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (ID 881). Anläggningen utformas med betongbassänger och schaktdimensionen blir cirka 15 x 60 meter.

3.3.4. Trafikplats Slätmosen

Mellan trafikplats Rudan och trafikplats Slätmosen breddas befintlig väg och nya broar byggs för passage av Rudanvägen och Nynäsbanan. Vid trafikplats Slätmosen där tvärförbindelsen ansluter till Nynäsvägen byggs nya broar för trafikplatsen och en ny bro för GC-vägen över Nynäsvägen. I området anläggs också sex dagvattenreningsanläggningar. De anläggningsdelar som medför grundvattenbortledning framgår av Figur 45.



Figur 44. Trafikplats Slätmosse, illustrationsvy från sydväst. Nynäsbanans spår skymtar nere till vänster i figuren.



Figur 45. Figuren visar läget för de anläggningar vid trafikplats Slätmosse som innebär grundvattenbortledning, samt planerade intrång i våtmarksområden.

3.3.4.1. Bro över Rudanvägen samt stödmur

Vid befintlig planskild korsning med Rudanvägen anläggs en ny bro för tvärförbindelsen (ID 843, km 21/800) parallellt med befintlig bro till följd av att vägen breddas. Nuvarande och planerad väg 259 ansluter till broarna på cirka 9 m hög bank. Under broarna byggs en stödmur (ID 849) för att hålla tillbaka en av vägbankens branta slänter och skapa utrymme för Rudanvägen. På grund av närheten

till befintlig bro kan tätande spont behöva användas vid anläggande av stödmuren. Utförande av bro och stödmur framgår av systemhandlingsritning 843K2001 i Bilaga C1.1. Schaktdimension för brostöden blir cirka 40 x 10 meter och schaktdjupet blir en till två meter. Stödmurens schakt blir cirka 25 x 5 meter med motsvarande schaktdjup som brostöden.

Söder om broarna anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (ID 882). Anläggningen utformas med betongbassänger och schaktdimensionen blir cirka 15 x 25 meter.

3.3.4.2. *Bro över Nynäsbanan*

Vid befintlig passage över järnvägen (Nynäsbanan) vid km 22/080 anläggs en ny bro för tvärförbindelsen (ID 844) parallellt med befintlig bro till följd av att vägen breddas. Bron planeras att utföras som en plattbro med fyra brostöd, se systemhandlingsritning 844K2001 i Bilaga C1.1. Nuvarande och planerad väg 259 ansluter till broarna på cirka 9 m hög bank. Lerlager och torvlager planeras att skiftas ut mot bärigare jordlager under den nya vägbanken och västra brofästet. Schakt för brostöd (mått ca 10 x 10 m) utförs med spont.

Strax sydväst om broarna, intill planerad GC-väg, anläggs en dagvattenreningsanläggning för hantering av vägdagvatten (ID 887). Anläggningen utformas med betongbassänger och schaktdimensionen blir cirka 10 x 25 meter.

3.3.4.3. *Broar i trafikplats Slätmosse*

Befintlig cirkulationsplats vid Slätmosse ersätts av trafikplats Slätmosse som utformas med rampvägar och en ny planskild korsning för Nynäsvägen (km 22/300). Den nya planskildheten består av två broar (ID 845, 847) med tre brostöd vardera, se utförande i systemhandlingsritning 845K2001 i Bilaga C1.1. Nuvarande väg 259 går på bank i området för att ansluta till befintlig bro över GC-väg (km 22/300) som kommer att rivas. Även planerad väg förläggs på bank för att ansluta till de nya broarna och vägbanan höjs 1,5 m jämfört med nuvarande nivå. Schaktdimension blir cirka 55 x 30 meter och djup cirka 2 till 6 meter.

3.3.4.4. *GC-bro över Nynäsvägen*

GC-bron över Nynäsvägen strax söder om väg 259 (150 m söder om km 22/400) rivs och ersätts med en ny GC-bro (ID 848). Den nya bron över Nynäsvägen byggs något längre söderut, cirka 300 m söder om km 22/300. Bron utformas med ett brostöd på vardera sida om Nynäsvägen och med stödmurar mot de vägbankar som ansluter mot bron, se systemhandlingsritning 848K2001 i Bilaga C1.1. Av stabilitets- och sättningsskäl planeras både markförstärkningsåtgärder och massutskiftning för GC-vägens bankar som blir omkring 6 m höga i anslutningen till bron.

För att begränsa inläckaget till schakt, och därmed omfattningen av grundvattenpåverkan, ska schaktning för brostöden utföras inom tätande spontkonstruktion. Även schaktbotten täts för att möjliggöra anläggningsarbeten i torrhet och begränsa grundvattenpåverkan.

3.3.4.5. *Dagvattenreningsanläggningar vid trafikplats Slätmosse*

I området kring trafikplats Slätmosse anläggs fyra dagvattenreningsanläggningar för hantering av vägdagvatten. Två av reningsanläggningarna planeras intill den befintliga GC-bron som ska rivas (söder om km 22/400, ID 884 och ID 885). Schaktdimensionen blir cirka 15 x 20 meter för anläggning 884 och cirka 15 x 30 meter för anläggning 885. De andra två anläggningarna planeras intill tvärförbindelsen vid km 22/600 (ID 883) och km 22/800 (ID 886). Schaktdimensionen blir cirka 15 x 55 meter för respektive anläggning. Samtliga reningsanläggningar i området utformas med betongbassänger.

4. Övriga verksamhet

4.1. Länshållningsvatten

Länshållningsvatten är det vatten som avleds från schakt i jord och i berg (inklusive tunnlar) under byggskedet. Länshållningsvattnet utgörs av vatten som tillförs i processen, av inläckande grundvatten, nederbördsvatten och tillrinnande vatten på markytan. Länshållningsvattnet från tunneldrivning kommer att avledas till spillvattennätet medan länshållningsvattnet från öppna schakt avleds till recipient genom att antingen ledas till närliggande mark eller till vattendrag (dike). Även länshållningsvatten från bergtunnlarnas öppna förskärningar avses i första hand att ledas till recipient.

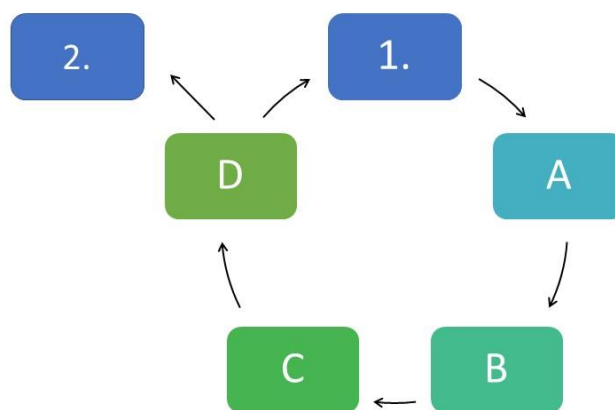
Innan länshållningsvattnet avleds från arbetsområdet kommer det att renas, oavsett om det kommer från tunneldrift eller från de öppna schakten.

4.1.1. Länshållningsvatten från tunneldrivning

Länshållningsvattnet från tunneldrivning har generellt stora mängder kväve från sprängämnen, har högt pH på grund av kontakt med cement och betong, och är grumligt. Det finns också risk för förhöjda halter av metaller från berget och olja från maskiner och fordon.

Bergborrning är vattenkrävande, stora mängder processvatten tillsätts och en stor del av föroreningarna följer med länshållningsvattnet ut. En stor andel av länshållningsvattnet återcirkuleras till bergborrningen. Detta minskar processvattenmängden, vilket minskar nyttjandet av vattenresursen.

Vattenbehandlingen kommer göras i en anläggning som i normalfallet består av försedimentering, pH-justering, flockning och sedimentering samt sandfiltrering. Därefter leds vattnet antingen till spillvattennätet eller till buffertankar för återcirkulation till tunneldrivningen. I Figur 46 ges en schematisk översikt av en sådan anläggning.



Figur 46. Schematisk översikt av vattenbehandlingsanläggning för länsvatten från tunneldrivning. A=Försedimentering, B=pH-justering, C=Flockning och sedimentering, D=Sandfiltrering och tryckstegring för processvatten, 1=Återcirkulering av länshållningsvatten som processvatten till tunnel, 2=Överskott av länsvatten till ledningsnät.

4.1.2. Länshållningsvattnet från öppna schakt och förskärningar

Arbetet inom öppna schakter utgörs av schaktning av jordmassor och till del av berg genom sprängning. Det kan även omfatta användning av cement, framförallt för gjutning av den nya konstruktionen. Länshållningsvattnet som avleds kommer vara grumligt (innehåller partikulärt material) och har ett förändrad pH-värde beroende på cementanvändningen.

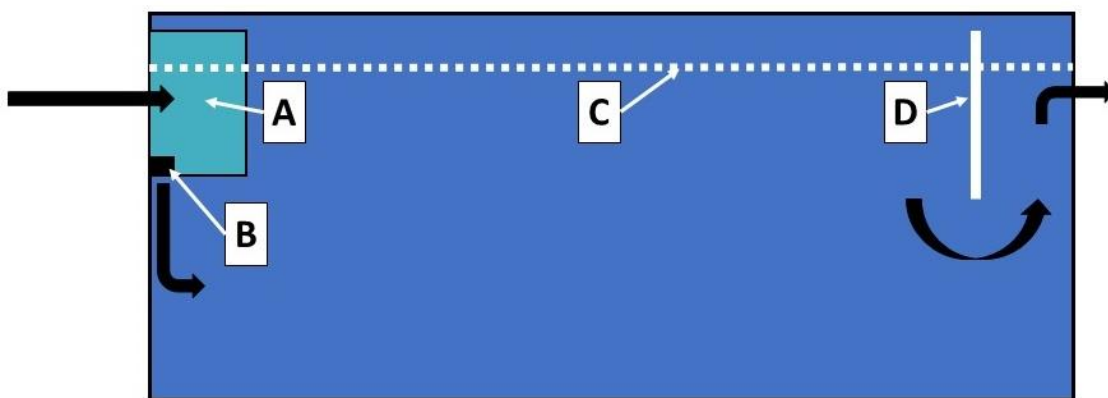
Vid sprängning av ytberg krävs en mindre mängd sprängmedel och vanligtvis behövs inget processvatten, vilket begränsar kväveläckage till länshållningsvattnet. Vid användande av patronerat sprängmedel ("dynamitgubbar") istället för flytande som används vid tunneldrivning kan

kvävemängden i länshållningsvattnet begränsas ytterligare. Med dessa skillnader uppskattas mängden kväve i länshållningsvattnet från ett ytschakt kunna reduceras med 65 till 85 % jämfört tunneldrivning. Om elektroniska sprängkapslar används minskar dessutom risken för odetonerat sprängmedel, vilket ytterligare reducerar mängden kväve i länshållningsvattnet.

De vattenbehandlingsanläggningar som planeras är temporära och kommer att flyttas under byggtiden. Detaljplanering ska utföras av entreprenören innan arbetena startar. Slam från behandlingsanläggningarna omhändertas.

Reningen kommer alltid att bestå av olje- och slamavskiljning. Slamavskiljning reducerar suspenderat material. Vanligtvis binds en stor del av eventuella föroreningar som kan finnas till partiklarna och avskiljs därmed genom sedimentation. Även oljeföroreningar uppvisar en stark korrelation till det suspenderade materialet, men kan också förekomma i fri form på vattenytan. Reningen kan också behöva utökas med pH-neutralisering, till exempel om det kommer i kontakt med cement och betong. Ett förhöjt pH neutraliseras genom kontrollerad tillsats av syra.

Fria oljerester hanteras genom avskiljning på ytan, oljeavskiljning, vilket görs genom att vattnet pressas under en avskiljande del, och ytfilmen blir kvar. Oljerester kan då tas om hand i den större sedimenteringsdelen. Se Figur 47 för en schematisk illustration av en sedimenteringscontainer.



Figur 47. Schematisk översikt av en möjlig sedimenteringscontainer sett från sidan. A=inloppsåda, B=spalt för fördelning av vatten, C= högsta vattenyta och D= plåt för oljeavskiljning.

4.1.3. Kontroll av vattenbehandlingsanläggning

För att säkerställa funktionen på vattenbehandlingsanläggningarna krävs att egenkontroll utförs av entreprenören under överinseende av Trafikverkets byggledningsorganisation. Egenkontrollen består av att icke-filtrerade prover skickas för analys på ackrediterat laboratorium med veckointervall avseende på pH, suspenderad substans (susp.), totalkväve, metaller (ICP-analys) och oljeindex. Slam från behandlingsanläggningen ska provtas enligt krav i avfallslagstiftningen.

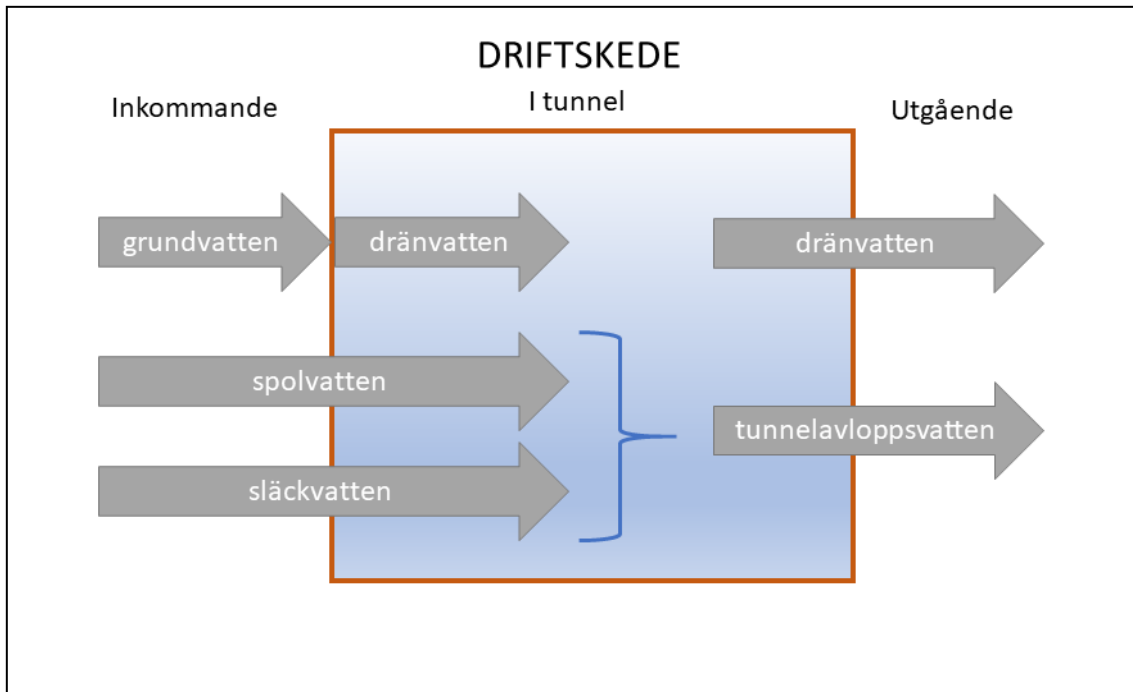
Om provtagningen visar att riktvärdet för en eller flera parametrar överskrider vidtas följande steg:

- Utökad kontroll.
- Utreda orsaken till överskridande.
- Åtgärda orsaken till överskridande antingen i byggprocessen eller genom att vidta extra reningsåtgärder.

Trafikverket kräver att driftpersonal av reningsverket och dess funktioner har erforderlig kompetens. Rapportering vid överskridande av riktvärdet sker skyndsamt till tillsynsmyndigheten. Rapportering/sammanställning till tillsynsmyndighet föreslås ske kvartalsvis.

4.2. Dränvatten från tunnlar och tunnelavloppsvatten

Dränvatten i tunnlar består av inläckande grundvatten och kommer samlas upp och avledas separat från övrigt vatten i tunnlar som här kallas tunnelavloppsvatten, se Figur 48. Direkt efter att byggskedet övergår till driftskede kommer dränvattnet fortsatt innehålla höga halter av kväve och behöver avledas till spillvattennät.



Figur 48. Schematisk beskrivning av tunnelavloppsvatten och dränvatten som hålls separerat från varandra i tunnlar i driftskedet.

Efter att kvävehalterna har avklingat kommer dränvattnet att hålla en kvalitet som möjliggör utsläpp till dagvattenledning eller till recipient. Dränvattnet från Flemingsbergstunneln planeras att ledas till den nyanlagda våtmarken i Stensättradalen i Flemingsbergsskogens naturreservat.

Erfarenheter från andra tunnelprojekt visar att kvävehalten succesivt sjunker i dräneringsvattnet. Cirka två till fyra års efter avslutade sprängningsarbeten kan halten vara ned till, eller under, 10 mg/l. Den sjunkande halten beror på att kvävet succesivt tvättas ur sprängstensfyllningen i tunnelbotten.

Det planeras en VA-station vid Masmotunneln för tunnelavloppsvatten från Masmotunneln och Glömstatunneln och en VA-station vid Flemingsberg för tunnelavloppsvatten från Flemingsbergstunneln för rening och utjämning och därefter avledning till spillvattennätet.

Tunnelavloppsvattnet består av spolvatten som använts för rengöring i tunnlar, släckvatten som använts för att släcka bränder samt mindre mängder dagvatten som kan komma in i tunnlar via tunnelmyrningar och via fordon. Vid en olycka kan eventuellt förorenat vatten tillfälligt lagras i tunneln och i VA-stationen för att efter provtagning kunna ledas till avloppsreningsverk alternativt tas om hand.

4.3. Hantering av berg- och jordmassor

Vid anläggandet av Tvärförbindelse Södertörn uppkommer massor vid schaktning i jord och berg samt vid tunneldrivning. Anläggandet av Tvärförbindelse Södertörn beräknas medföra ett massöverskott.

En stor andel av de massor som uppkommer genereras i samband med de åtgärder som innebär vattenverksamhet. Uppskattningsvis beräknas byggnation av väg 259 Tvärförbindelse Södertörn generera cirka 3,2 miljoner kubikmeter teoretisk volym fast berg, främst från tunneldrivning och övriga bergschakt. Med förutsättning att allt materialbehov som finns inom projektet Tvärförbindelse

Södertörn tillgodoses med bergmassor uttagna inom projektet uppskattas överskottet uppgå till ca 1,7 miljoner kubikmeter teoretisk volym fast berg.

Tre bergtunnlar kommer att anläggas på sträckan: Masmotunneln, cirka 750 meter, Glömstatunneln, cirka 1 100 meter och Flemingsbergstunneln, drygt 3 100 meter. Den totala volymen från dessa tunnlar inklusive förskärningar är cirka 2,6 miljoner kubikmeter berg, se Tabell 7. Det är främst dessa massor som kopplas till vattenverksamheten. Bergvolymen är beräknad utifrån teoretiskt sprängd kontur. I verkligheten kommer den faktiskt sprängda konturen alltid att ligga utanför den teoretiska och ett tillägg har gjorts för så kallat överberg.

Tabell 7. Volym massor samt bedömd produktionstid (antal år med lastbilstransporter per tunnel). Beroende på svårigheten att spränga exakt efter konturen kommer den verkliga utsprängda volymen berg överstiga den teoretiska och i tabellen ingår detta så kallade överberg.

Tunnel	Bergmassor (tfm ³)	Produktionstid (antal år med lastbilstransporter per tunnel)
Masmotunneln	700 000	3 år
Glömstatunneln	570 000	3 år
Flemingsbergstunneln	1 300 000	4 år

Volymerna jordmassor som behöver schaktas upp och transporteras bort är relativt små jämfört med bergmassorna. Inom tvärförbindelsen kommer drygt 300 000 kubikmeter jord att schaktas och cirka 20 % av dessa massor kan återanvändas inom projektet. Merparten av jordschakterna utgör inte vattenverksamhet. Solgårdstunneln planeras som en betongkonstruktion där väg 259 Tvärförbindelse Södertörn passerar under väg 226 (Huddingevägen) och Västra stambanan i trafikplats Solgård. Denna betongtunnel medför jordschakt om cirka 32 000 kubikmeter som utgör vattenverksamhet.

Trafikverket ser över möjligheten till ytor i anslutning till Tvärförbindelse Södertörn som kan vara lämpliga att använda för att minska transporter och därmed klimatpåverkan från masshanteringen. För att minimera transporter, hantering och kontroll av massor så utarbetas en masshanteringsplan i detaljprojekteringen som genomförs av entreprenör.

4.4. Avfall

Avfall från vattenverksamheten uppkommer exempelvis vid utrivning av vattenanläggningar som till exempel broar och trummor vid vattendrag eller våtmarksområden. Avfallet sorteras med avseende på materialslag och hanteras beroende på sammansättning och föroreningsgrad. Avfall hanteras enligt lagar, regler och lokala föreskrifter. Registrering i Naturvårdsverkets register för farligt avfall kommer att utföras i enlighet med Avfallsförordning (2020:614) 6 kap. 11 §.

5. Referenser

Kadefors, A. och Bröchner, J., 2008. *Observationsmetoder i bergbyggande: Kontrakt och samverkan*. SveBeFo Rapport K28.

Stockholm Vatten och Avfall, 2021-01-15. *Stockholm Vatten och Avfalls riktlinjer för länshållningsvatten* [PDF].

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/informationsmaterial/vatten/tips-och-riktlinjer/lanshallningsvatten.pdf>

Syvab, 2022. *Riktlinjer för länshållningsvatten*. Nedladdad pdf från hemsida:

<https://www.syvab.se/om-syvab/publikationer-o-media?id=813>

Trafikverket, 2021. E4 Förbifart Stockholm, projekt Tunnel Norr. *PM Betonglining*. Bilaga 6 till Teknisk beskrivning. Objektnummer 8448590. Daterad 2021-04-23.

Trafikverket, 2017. E4 Förbifart Stockholm, projekt Trafikplats Hjulsta Södra. *Teknisk beskrivning Tillståndsansökan för vattenverksamhet*. Daterad 2017-04-18.

Trafikverket, 2016. Varbergstunneln, Västkustbanan Varberg-Hamra. *Tillstånd för vattenverksamhet och arbeten i anslutning till Natura 2000-område*. Teknisk beskrivning. Projektnummer 101107. Daterad 2016-12-23.

Trafikverket, 2011. E4 Förbifart Stockholm. FS1 Konsortiet Förbifart Stockholm.

Miljökonsekvensbeskrivning Vattenverksamhet. Daterad 2011-05-18.

5.1. Kartunderlag

Geodatasamverkan, samordnande myndighet Lantmäteriet. Geodataportalen:

https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search#/search?resultType=swedetails&_schema=iso19139*&type=dataset%20or%20series&from=1&to=20.

Kartmaterial nedladdat via Chaos. Löpande nedladdningar under perioden 2018-2020.

Övrigt kartunderlag har tagits fram i projekteringen av Tyréns Sverige AB.

6. Begrepp och definitioner

Avrinning: Avrinning är det som sker när regn eller smältvatten rör sig vidare i ett område. Det kan ske som ytavrinning på markytan, som grundvattenavrinning och som avrinning i vattendrag.

Bergtunnel: Tunnel som borrar eller sprängs i berg. Jämför med **betongtunnel**.

Bergtäckning: Avståndet mellan bergkonstruktionen (till exempel tunneln) och bergets överyta.

Betongtråg: Öppen sträcka där vägen ligger nedsänkt i en betongkonstruktion utan tak.

Betongtunnel: Tunnel som byggs i betong i jordlager eller i översta delen av berg där tillräcklig bergtäckning saknas för en bergtunnel.

Byggskede: Definieras för vattenverksamheten som den period då anläggningsarbeten som kan medföra en omgivningspåverkan pågår längs med sträckan Masmo-västra Jordbro. Montering av skyltning eller installation och tester av övervakningssystem et cetera medför ingen omgivningspåverkan och omfattas därmed inte av byggskedet. Byggskedet för hela väg 259 Tvärförbindelse Södertörn kommer pågå under cirka åtta år med planerad byggstart 2023.

Boxkultvert: Kultvert med rektangulärt tvärsnitt.

Byggtid: När en enskild anläggning eller åtgärd beskrivs, till exempel en bro, används begreppet byggtid eftersom byggtiden för bron inte sträcker sig över hela byggskedet. Byggtiden varierar mellan olika anläggningsdelar men alla anläggningar byggs inom byggskedet.

Dagvatten: Regnvatten eller smältvatten från snö och is som rinner av från hårda ytor som exempelvis vägar, gator och byggnader. Under pågående anläggningsarbete kan det även omfatta avrinning från etableringsytor och byggbodar. Se även **vägdagvatten**.

Driftskede: Definieras som den tidpunkt när anläggningsarbetena avslutats avseende de delar som medför omgivningspåverkan och påverkan stabiliserats eller upphört. För bergtunnlarna inträder driftskedet när dränvattensystemen för bortledning av inläckande grundvatten tas i bruk. För övriga anläggningsdelar inträder driftskedet områdesvis. Exempelvis för trafikplats Flottsbro så startar driftskedet när alla anläggningsdelar är byggda inom det geografiska området.

Drivning/Tunneldrivning: Att borra och spränga sig fram genom berget för att utforma en tunnel.

Dränvatten: Vatten som avleds i dräneringsledningar eller diken. Dränvattnets ursprung är grundvatten från omgivande jord och berg. Ett exempel är grundvatten som läckt in i en schakt eller tunnel.

Friktionsjord: Jordarter som hålls samman (vars hållfasthet) beror av friktionen mellan jordkornen, exempelvis en sand eller en sandig moränjord.

Grundvatten: Det vatten som finns under mark, där det fyller hålrum och sprickor både i jord och i berg. I jorden rör sig grundvattnet i hålrum mellan jordpartiklarna. Grundvatten i berg finns i sprickor och mellan sprickorna anses bergmassan vara tät.

Grundvattenberoende grundläggning: Grundläggning som är beroende av en viss grundvattennivå för sin stabilitet.

Grundvattenmagasin: En avgränsad del av ett enhetligt genomsläppligt jordlager där grundvatten kan lagras (magasineras). Ibland används benämningen även för berggrundens vattenförande spricksystem.

Grundvattensänkning: En sänkning av grundvattenytan genom människans ingrepp i naturen. En grundvattensänkning kan vara temporär, till exempel under byggtider, eller permanent om ett område

behöver hållas torrt över en längre tid. Grundvattenbortledning orsakar grundvattensänkning i omgivningen.

Hydraulisk bottenuppträckning: Uppstår då grundvattentrycket överstiger det tätare jordlagrets egentyngd vilket kan medföra att schaktbotten trycks uppåt, luckras upp eller förlorar sin stabilitet.

Hydrogeologi: Geologiska förutsättningar för grundvattnets bildande, förekomst, strömning och sammansättning. Dessutom grundvattnets betydelse som en geologisk faktor för till exempel vittring, korrosion, stabilitetsförhållanden och erosion.

Hydrologi: Läran om vatten. Kunskapsområdet berör exempelvis vattnets rörelse (strömning) ovanpå jordens yta och i marken.

Infiltration: Den process då nederbördsvatten tränger ner i marken istället för att forslas bort genom ytavrinning. Infiltration kan göras på konstgjord väg för att framställa grundvatten.

Injektering: Tätning av sprickor i berg eller betong som görs genom att ett injekteringsmedel trycks in i borrarade hål i berget.

Jetgrout: Tätningsslag som tillämpas i kombination med spont för att tätas i anslutning mellan spont och berg. Befintligt genomsläppligt material eroderas med en jetstråle och hålrummet fylls med cement.

Kulvert: En anlagd täckt tunnel, se även trumma och rörbro. Kulvertera, att anlägga en trumma eller en rörbro.

Länshållning: Åtgärd för att hålla exempelvis ett schakt fritt från vatten.

Länshållningsvatten: Samlande begrepp för vatten som pumpas bort för att hålla arbetsytorna fria från vatten under byggskedet. Länshållningsvatten kan exempelvis bestå av inläckande grundvatten, dagvatten och processvatten. I vissa fall räknas även lakvatten från bergupplag som länshållningsvatten. Avser även s.k. processvatten från borrning och drivning vid bergtunnelarbeten, vatten från gjutning av betongkonstruktioner i jordschakt samt vatten från spolning av utsprängda bergmassor.

Processvatten: Vatten som tillförs och används under byggtiden för till exempel kylning, dammbindning och tvätt.

Påverkansområde för grundvatten: Det område inom vilket grundvattenbortledning förväntas kunna ge en direkt påverkan på grundvatten i sådan omfattning att det går att påvisa genom kontroll och kan ha betydelse för fastigheter eller miljön. Påverkansområdet redovisas som en gräns utanför vilken påverkan på grundvattennivån från programmet bedöms bli $<0,3$ m i jord eller 1 m i berg jämfört med tidigare års nivåfluktuationer.

Påverkansområde för ytvatten: Det område inom vilket de planerade vattenverksamheterna förväntas kunna ge en direkt påverkan på ytvatten i sådan omfattning att det går att påvisa genom kontroll och kan ha betydelse för miljön.

Påslag: Tunnelmynning, se tunnelmynning.

Recipient: Ett vattendrag eller sjö som är mottagare av allt vatten som rinner från ett avrinningsområde.

Rörbro: En trumma som överstiger 2 m i diameter.

Schaktning: Schaktning är det samma som grävning. En schaktgrop eller ett schakt är en grävd yta/grop.

Silt: Silt är en jordart med kornstorlek mellan 0,002 och 0,06 mm, det vill säga grövre än ler och finare än sand. I vattenmättat tillstånd är en siltjord s.k. flytbenägen och kan få vällingliknande konsistens vid schaktning eller av vibrationer.

Skärning: Vägen går i skärning där den ligger nedsänkt jämfört med omgivande mark. Omvänt går vägen på bank när den är upphöjd ovanför omgivande mark.

Slutet grundvattenmagasin: Ett slutet (undre) grundvattenmagasinet förekommer i morän eller annat friktionsmaterial under täckande lerlager. I undre magasinet går vattnets trycknivå ofta upp i ovanliggande täta lerlager. I de fall trycknivån i grundvattenmagasinet är högre än markytan kallas det för ett artesiskt vatten. Ovanliggande täta leror gör också att grundvattenbildningen till dessa magasin i huvudsak sker via lerområdets kanter där berg och morän ligger i dagen. Jämför med öppet grundvattenmagasin.

Släckvatten: Vatten som används till eller är avsett för brandbekämpning.

Spillvatten: Avloppsvatten från hushåll, industri, serviceanläggningar med mer.

Spillvattennät: Ledningsnät som hanterat spillvatten. Spillvattennäten leder till ett kommunalt reningsverk.

Spolvatten: Vatten som används för rengöring av tunnel (vägbana och inredning). Kan även benämnas tvättvatten.

Spont: Oftast en temporär stödkonstruktion vid schaktning för byggnadskonstruktioner. Konstruktionen används som stöd och markstabilitet vid schaktning inom begränsade områden. En tätande spont är även vattentät, men helt tät blir det inte.

Sättning: Markytans sjunkning på grund av kompression av jordlagren. Sättningar orsakas till exempel genom ökad belastning av jorden genom byggnader eller sänkning av grundvattenytan.

Trumma: En ledning under väg med öppna ändar (myrningar) med en diameter understigande två meter, som är avsedd att leda vatten eller mindre landlevande djur under vägen. Trummor görs ofta i betong men metall och plast används också.

Trycknivå: Den nivå som vattenytan når i ett grundvattenrör som penetrerar genom täta jordlager ner i ett slutet grundvattenmagasin.

Tråg: Se **betongtråg**.

Tunnelavloppsvatten: Samlingsnamn för avloppsvatten från en tunnel bestående av spolvatten och använt släckvatten.

Tunnelmyrning: Den plats där vägen går från att vara underjordisk till att gå ovan mark.

Undre grundvattenmagasin: Se **slutet grundvattenmagasin**.

Utredningsområde: Inom det område där undersökningar och inventeringar har utförts. Utanför utredningsområdet anses inte vattenverksamheterna ha någon påverkan.

Vattenanläggning: Avser en anläggning som har kommit till genom en vattenverksamhet, tillsammans med manöverordningar som hör till en sådan anläggning. Exempel på vattenanläggningar är dammar, vägbankar, broar och bryggor. Begreppet definieras i 11 kap. 4 § MB.

Vattenområde: Ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd (11 kap. 2 § miljöbalken). Begreppet avgör vad som är en vattenverksamhet enligt 11 kap 3 § miljöbalken. Med stöd av Naturvårdsverkets handbok (Naturvårdsverket, 2008:5) har nivån vid ett 100-årsflöde utgjort grund för att avgränsa vattenområdena.

Våtmark. Mark där vatten till stor del av året finns nära, under, i eller strax över markytan samt vegetationstäckta vattenområden. I de flesta fall kan vegetationen användas för att skilja våtmark från annan mark. Minst 50 % av vegetationen ska vara fuktighetsälskande för att ett område ska kallas för våtmark

Vägbank: Uppbyggd vägkonstruktion ovanför omgivande mark.

Vägdagvatten: Vägdagvatten är dagvatten (avrinning) som uppkommer på vägytor och andra hårdgjorda ytor inom vägområdet.

Ytvatten: Vatten i vattendrag, sjöar, hav och andra vattenområden.

Öppet grundvattenmagasin: I områden där lera saknas förekommer grundvatten i jord i ett öppet grundvattenmagasin.

Övre grundvattenmagasin: Ibland kan det förekomma ett övre öppet grundvattenmagasin i jord ovan ett tätt jordlager (lera). Vanligen handlar det om grundvatten i fyllnadsmaterial och torrskorpelera men det kan även förekomma naturligt eller i svallade material som svallats ut över ett lerskikt.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 172 90 Sundbyberg. Besöksadress: Solna strandväg 98
Telefon: 0771-921 921, Förmedlingstjänster telefoni: 010-123 50 00

www.trafikverket.se