

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

Botkyrka, Huddinge och Haninge kommun, Stockholms län
D1. PM YT- OCH GRUNDVATTEN

TRV 2021/54284

2022-09-01



Trafikverket

Postadress: 172 90 Sundbyberg

E-post: investeringsprojekt@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: PM Yt- och grundvatten Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggandet av väg 259 Tvärförbindelsen Södertörn delen Masmo-Jordbro västra

Författare: Tyréns AB

Dokumentdatum: 2022-09-01

Ärendenummer: TRV 2021/54284

Objektnummer: 145326

Uppdragsnummer: 260805

Chaos-ID: 0G141015

Version: 1.1

Kontaktperson: Barbro Ovrén, Trafikverket

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Övergripande om programmet	5
1.2	Läsanvisning	5
1.3	Frågeställningar	5
1.4	Vattenverksamheter	6
1.5	Utredningsstrategi	6
2	Utredningsmetodik	10
2.1	Avrinningsområden och vattenbalansberäkning	10
2.2	Inverkan av ett förändrat klimat	11
2.3	Utredningsmetodik ytvatten	11
2.4	Utredningsmetodik grundvatten	12
3	Underlag och utförda undersökningar	15
3.1	Underlag sjöar, vattendrag och våtmarker	15
3.2	Geologiskt och hydrogeologiskt underlag	15
3.3	Utförda fältundersökningar	15
3.4	Inventering av yt- och grundvattenberoende objekt	20
4	Övergripande områdesbeskrivning	24
5	Beskrivning Masmotunneln	27
5.1	Yt- och grundvattenförhållanden	28
5.2	Planerad verksamhet och bedömd grundvattenpåverkan	36
5.3	Riskexponerade objekt och bedömd påverkan	40
6	Beskrivning Flottsbro och Glömstatunneln	43
6.1	Yt- och grundvattenförhållanden	43
6.2	Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan	52
6.3	Riskexponerade objekt och bedömd påverkan	61
7	Beskrivning Kästa	70
7.1	Yt- och grundvattenförhållanden	70
7.2	Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan	72
7.3	Riskexponerade objekt och bedömd påverkan	79
8	Beskrivning Solgård	84
8.1	Yt- och grundvattenförhållanden	84
8.2	Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan	89

8.3	Riskexponerade objekt och bedömd påverkan	97
9	Beskrivning Flemingsbergsskogen	102
9.1	Yt- och grundvattenförhållanden	103
9.2	Planerad verksamhet och bedömd grundvattenpåverkan	111
9.3	Riskexponerade objekt och bedömd påverkan	120
10	Beskrivning av sträckan från Gladö till Lissma	125
10.1	Yt- och grundvattenförhållanden	125
10.2	Planerad verksamhet och bedömd grundvattenpåverkan	128
10.3	Riskexponerade objekt och bedömd påverkan	136
11	Beskrivning av sträckan från Rudan till Slätmosse	144
11.1	Yt- och grundvattenförhållanden	144
11.2	Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan	147
11.3	Riskexponerade objekt och bedömd påverkan	152
12	Sammanfattning av skyddsåtgärder.....	156
13	Referenser	157
14	Begrepp och definitioner	160

Bilagor:

D1.1 Hydrogeologisk karta (OG141101)

D1.2 Karta yt- och grundvattenberoende objekt (OG141103)

D1.3 PM Hydrogeologiska beräkningar (OG141016)

D1.4 PM Sättningsrisk och inventering av känslig grundläggning (OG141034)

D1.5 Brunnsförteckning (OG121002)

D1.6 Analysresultat av grundvattenkvalitet (OG121003)

1 Inledning

1.1 Övergripande om programmet

För att ge förutsättningar för trafiksäkra, effektiva och hållbara resor och transporter mellan E4/E20 i höjd med Kungens Kurva/Vårby och riksväg 73 i Haninge via Flemingsberg planerar Trafikverket för en ny- och ombyggnad av en 21 km lång sträcka av väg 259; Väg 259 Tvärförbindelse Södertörn. Vägen anläggs med 2+2 körfält och omfattar tre bergtunnlar, åtta nya trafikplatser med anslutande vägar samt en ny GC-väg¹.

1.2 Läsanvisning

Syftet med denna PM är att beskriva rådande mark- och vattenförhållanden och att redovisa bedömd påverkan och effekter till följd av de vattenverksamheter som uppkommer i och med anläggandet av Tvärförbindelse Södertörn. I denna PM redovisas kunskap utifrån de undersökningar och utredningar som är relevanta för den valda linjesträckningen, och utgör underlag för de konsekvensbedömningar som redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen (MKB), bilaga B1 till ansökan.

Fördjupad beskrivning av utförda beräkningar avseende grundvattenpåverkan finns i bilaga D1.3 PM Hydrogeologiska beräkningar. Fordjupad beskrivning avseende sättningsrisker beskrivs i bilaga D1.4 PM Sättningsrisk och inventering av känslig grundläggning.

Strategi och metodik för undersökningar, utredningar och beskrivningar redovisas i de inledande avsnitten. Därefter följer en redovisning av de undersökningar och inventeringar som utförts och som ligger till grund för beskrivningen av nuvarande mark- och vattenförhållanden, samt för den påverkans- och effektbedömning som redovisas. Mer omfattande inventeringsresultat och beräkningsunderlag redovisas i bilagor till denna PM.

Anläggningsmetoder och tekniskt utförande redovisas i den tekniska beskrivningen (TB), bilaga C1 till ansökan. I denna PM redovisas tekniska utföranden endast i den omfattning att den vattenverksamhet som anläggningen medför kan förstås och att avsnitten om bedömd påverkan blir lättare att följa. Sist i dokumentet finns en begrepps- och definitionslista.

1.2.1 Höjdsystem

Det höjdsystem som används genomgående i dokumentet är RH2000. Nivåer som anges är i enheten meter (m).

1.3 Frågeställningar

Anläggandet av väg 259 Tvärförbindelse Södertörn kan medföra påverkan på yt- och grundvatten. Beroende på rådande mark-, yt- och grundvattenförhållanden kan detta ge effekter i form av förändrade ytvattenflöden, avsänkta grundvattennivåer etcetera. Dessa effekter på omgivningen kan i sin tur ge upphov till oönskade konsekvenser för objekt som är beroende av yt- eller

¹ Gång- och cykelväg

grundvattenförhållanden. I miljökonsekvensbeskrivningen redovisas konsekvenser samt metod för miljöbedömning och bedömningsskalor för värde och effekt.

Följande frågeställningar besvaras i denna PM:

1. Vilka förutsättningar råder där vattenverksamheten ska utföras?
2. Hur stor och vilken typ av påverkan och effekt kan uppkomma till följd av planerad vattenverksamhet?
3. Vilka objekt eller värden kan påverkas av vattenverksamheten?
4. Vilka skyddsåtgärder kan vidtas för att minska risken för påverkan?

1.4 Vattenverksamheter

Där väg 259 Tvärförbindelse Södertörn eller tillhörande anläggningsdelar utförs under grundvattennivå behöver grundvatten ledas bort i byggskedet och för vissa delar även under den framtida driften av den färdiga anläggningen. Exempel på anläggningar och åtgärder som kan medföra bortledning av grundvatten är djupa skärningar i jord och berg, bergtunnlar och schakter för korsande vägar, brostöd, betongtråg, betongtunnlar och djupa diken.

Att leda bort grundvatten gör att mängden grundvatten minskar och att grundvattennivåerna i omgivande jord och/eller berg sänks. Detta kan leda till minskad kapacitet i dricksvattentäkter och i bergvärmeanläggningar vilket i vissa områden kan leda till en påverkan på vegetation, ekosystem och kulturlager. En sänkt grundvattennivå kan även medföra sättningar i lerområden, vilket i sin tur kan ge upphov till sättningsrelaterade skador på mark, byggnader och anläggningar.

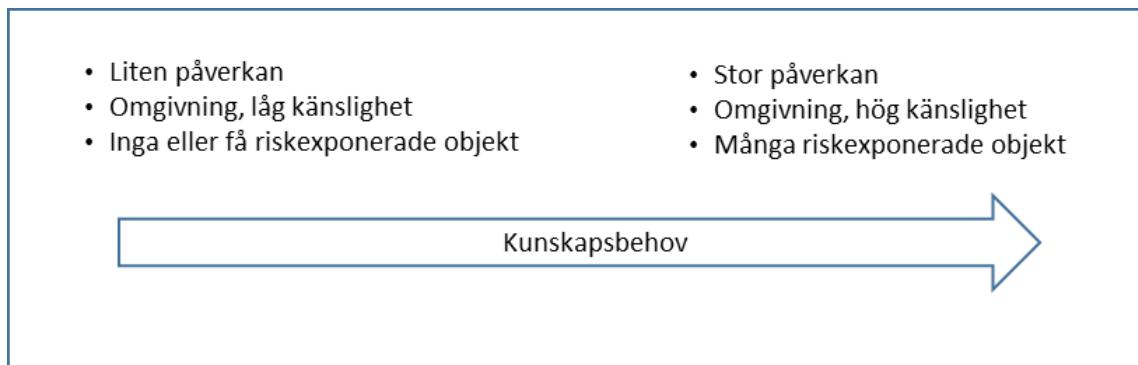
Tvärförbindelse Södertörn berör även vattendrag och våtmarker. Exempel på åtgärder som utförs i vattenområde under byggskedet, och som innebär vattenverksamhet, är utrivning, grävning och utfyllnad, anläggande av brostöd samt kulvertering eller flytt av vattendrag. I byggskedet kan arbete i vattenområde medföra förändrade ytvattenflöden och ytvattennivåer samt risk för grumling och spridning av föroreningar. Då tillrinnande vatten till vattendrag, såsom diken och mindre vattendrag, är delvis försörjda av tillrinnande grundvatten kan en grundvattenpåverkan medföra effekter på ytvattenförhållandena. Schakt genom höjdområden och vägdiken kan avleda vatten från ett avrinningsområde till ett annat, vilket även kan ge effekter för ytvattenförhållanden.

1.5 Utredningsstrategi

För att besvara frågeställningarna ovan behöver tillräcklig kunskap inhämtas om markbeskaffenheten, yt- och grundvattenförhållanden (omgivningsförhållandena) samt om det finns objekt eller värden som kan påverkas negativt av den sökta vattenverksamheten.

Vad som är tillräcklig kunskap för att kunna beskriva ovanstående beror i huvudsak på tre aspekter:

1) Vattenverksamhetens storlek/påverkan, 2) områdets känslighet, det vill säga om den sker inom ett område där en påverkan kan ge en negativ effekt på markförhållandena, exempelvis marksättning eller uttorkning av blöta eller fuktiga markområden, och 3) om det förekommer yt- eller grundvattenberoende objekt inom utredningsområdet.



Figur 1-1. Principiell beskrivning av att kunskapsbehovet ökar vid en större påverkan, känslig omgivning eller stora värden.

Vattenverksamhet och omgivningens känslighet

Utifrån vattenverksamhetens (eller samverkande vattenverksamhetens) storlek och egenskaper samt utifrån hur känslig omgivningen är för en påverkan, bedöms hur stor påverkan vattenverksamheten kan antas medföra. Beroende på vattenverksamhetens storlek samt förekomst av yt- och grundvattenberoende objekt bestäms hur mycket utredningar och undersökningar som ska göras vid den platsen.

Vattenverksamheter som kan antas medföra stor påverkan är exempelvis bergtunnlar i närheten av sättningsbenägen mark. Vattenverksamheter som däremot kan antas medföra liten påverkan är exempelvis arbeten i vattenområde som innebär en begränsad påverkan i tid och rum, eller kortvariga mindre grundvattensänkringar inom ett område med ytligt berg eller jordar med låg eller måttlig genomsläpplighet.

Riskexponerade objekt

Den sista och kanske viktigaste parametern för att värdera behovet av kunskap är förekomsten och egenskaperna hos yt- eller grundvattenberoende objekt och värden som kan påverkas av de planerade vattenverksamheterna.

Yt- och grundvattenberoende objekt inventeras i ett tidigt skede inom ett utredningsområde. De objekt som efter fortsatta utredningar fortfarande bedöms kunna påverkas av de planerade vattenverksamheternas direkta eller indirekta påverkan eller effekter benämns som riskexponerade objekt.

Grundvattenberoende riskexponerade objekt är de objekt som är lokaliserade inom påverkansområde för grundvatten. Ytvattenberoende riskexponerade objekt kan påverkas av effekter från vattenverksamheten. Exempel på sådana effekter är ändrade flöden och vattennivåer, grumling och försämrad vattenkvalitet.

Kunskapsbehovet varierar således beroende på typ av vattenverksamhet och omgivningsförhållanden. Saknas förutsättningar för att en skadlig effekt ska uppkomma minskar behovet av detaljerad kunskap om vattenverksamhetens specifika påverkan eller egenskaper hos värden och objekt.

Risker och osäkerheter hanteras genom att göra konservativa bedömningar och genom att ha ett väl utvecklat kontroll- och åtgärdsprogram i bygg- och driftskede. Med konservativa bedömningar menas att antaganden, beräkningar och bedömningar görs så att risken för negativ konsekvens av vattenverksamheten överskattas.

1.5.1 Den iterativa utredningsstrategin

Kärnan i utredningsstrategin är att systematiskt samla in och successivt utvärdera information. Processen kan enkelt beskrivas i tre steg som upprepas till dess att tillräcklig kunskap finns om ett visst område eller objekt.

Inhämta och sammanställa information

Information om förhållandena i omgivningen inhämtas i ett första steg från; Lantmäteriet, Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) och andra tillgängliga källor. Ytterligare fördjupad inhämtning av information kan vara borrhningar, installation av grundvattenrör och olika typer av hydraultester eller provtagning av mark eller vatten. Vidare inhämtas relevant information om objekt som kan komma att påverkas för vidare inventering och utredning, exempelvis brunnar, vattenförekomster, naturvärden, sättningskänsliga byggnader med flera.

Kunskapsunderlaget sammanställs i en konceptuell modell (konceptuell beskrivning) över mark- och vattenförhållandena som förfinas allt eftersom ny kunskap inhämtats, se avsnitt 2.4.2 nedan.

Påverkan och effektbedömning

Tillsammans med den konceptuella förståelsen av omgivningsförhållandena beräknas och bedöms vilken påverkan som den planerade vattenverksamheten kan ge upphov till, samt vilken effekt för omgivningen och konsekvenser för yt- och grundvattenberoende objekt detta kan medföra.

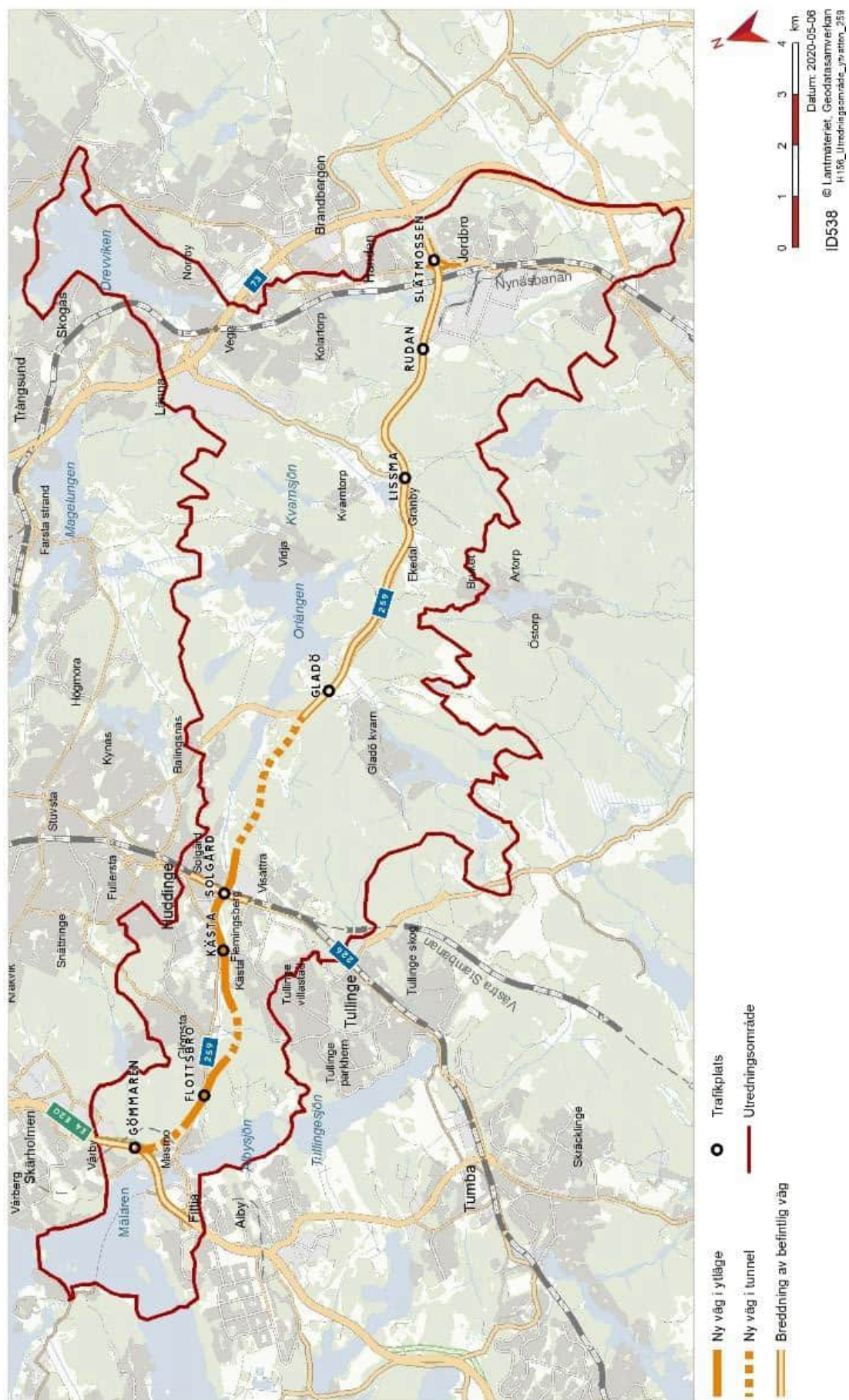
Bedöm behov av vidare utredningar

Som sista steg i den iterativa utredningsprocessen identifieras var ytterligare kunskap behövs för att kunna redovisa effekterna av den sökta vattenverksamheten. Behovet av ytterligare kunskapsinhämtning kopplas till frågeställningen på den aktuella platsen utifrån utredningsstrategin. Det görs även en bedömning om anläggningens utförande kan anpassas för att minska risken för negativ omgivningspåverkan.

Utredningsområde och påverkansområde

I ett tidigt utredningsskede, i anslutning till linjevalet, har ett utredningsområde tagits fram (se Figur 1-2). Utredningsområdet avgränsar det område inom vilket inventeringar, undersökningar och utredningar utförs för att utreda påverkan av planerade vattenverksamheter. Området är tilltaget för att inventeringsarbetet ska få en tillräcklig omfattning.

Efter det att utredningar och undersökningar har genomförts och att erforderlig kunskapsnivå erhållits har påverkansområdet kunnat avgränsas (se Bilaga D1.1). Påverkansområdet omfattar det område inom vilket en vattenverksamhet bedömts kunna ge direkt negativ påverkan i en sådan omfattning att den kan ha betydelse för någon typ av yt- eller grundvattenberoende objekt, exempelvis byggnaders grundläggning, vattenförsörjning eller andra värden. Det påverkansområde som redovisas är framtaget utan beaktande av eventuella skyddsåtgärder. För grundvatten innefattar påverkansområdet det område inom vilket avsänkningen av grundvatten till följd av programmets vattenverksamhet riskerar att överstiga 0,3 m i jord eller 1 m i berg. Gränsen 0,3 m har valts för att det normalt är svårt att urskilja mindre påverkan än så med beaktande av naturliga variationer i tid och rum.



2 Utredningsmetodik

2.1 Avrinningsområden och vattenbalansberäkning

Avrinningsområden har använts för att beräkna flöden i vattendrag och vattenbalans. Normalt begränsas avrinningsområden av topografiska höjdryggar, så kallade vattendelare, som styr avrinningen i olika riktningar samt definieras från en vald utflödespunkt. Inom Tvärförbindelse Södertörn används de delavrinningsområden som redovisas i VISS² om inte annat anges. Mindre och mer lokala delavrinningsområden har inom projektet i huvudsak avgränsats i ArcGIS genom en avrinningsanalys baserad på höjddata. I vissa fall kan ytvattendelare och grundvattendelare skilja sig åt. Avrinningsområden för vattenbalansberäkningarna baseras framför allt på bedömda grundvattendelare och bedömd grundvattenströmning, så att samtliga områden med en trolig grundvattenströmning mot tunnlarna inkluderats.

Vattenbalansberäkningar har utförts för Vårby källa och för de fyra tunnlar som planeras i tvärförbindelsen; Masmotunneln, Glömstatunneln, Solgårdstunneln och Flemingsbergstunneln. Den sistnämnda har delats upp i två delar benämnda Visättra respektive Stensättra. Vattenbalansberäkningarna ger ledning i bedömningen av påverkan från den grundvattenbortledning som tunnlarna orsakar, både under bygg- och driftskede. Övriga vattenverksamheter som ger upphov till grundvattenbortledning bedöms vara så kortvarig och/eller ringa att de inte bedöms påverka omkringliggande områdes vattenbalans i någon betydande mening. För respektive tunnel har ett vattenbalansområde avgränsats med ledning av delavrinningsområden och tunnlarnas påverkansområden.

Med utgångspunkten att endast en väldigt liten del av nederbörden i Sverige medför avrinning på markytan (endast vid intensiva regn) så är grundvattenbildningen i det långa loppet lika med nederbörd minus avdunstning. Vattenbalansekvationen beskriver inkommande och utgående vatten från ett område under en tidsperiod och kan skrivas

$$R = P - ET - \Delta S$$

där

R = Avrinning

P = Nederbörd

ET = Avdunstning och växters transpiration

ΔS = magasinsförändring

Vattenbalansberäkningar kan användas för att redovisa årsmedelvärden eller värden för andra längre tidsperioder. Därmed ingår lagring/magasinerings som en parameter. Vattenbalansen skiljer sig mellan olika platser och varierar under året och mellan olika år. Upprättad vattenbalans avser en genomsnittlig situation baserat på historiska data.

Beroende på syftet med en vattenbalans finns flera olika sätt att genomföra beräkningen. Syftet med denna vattenbalans är att beräkna maximal mängd grundvatten som är tillgängligt för inläckage till tunnel. De redovisade vattenbalanserna är baserade på beräkningar med SMHI:s hydrologiska modell, S-Hypemodellen.

² VISS, Vatteninformation Sverige är en webbportal för hydrologisk data. Huvudavrinningsområden och delavrinningsområden är definierade av SMHI, 2016.

Ett ytterligare analyssteg är att för enskilda delavrinningsområden bedöma fördelningen mellan ytvattenavrinning och grundvattenavrinning och fördelningen mellan grundvattenbildning till undre och övre grundvattenmagasin. Normalt sker den större delen av områdesavrinningen som ytvatten i diken, vattendrag och dagvattenledningar och inte som ett grundvattenflöde i djupare jordlager och berg. Inläckage till en tunnel skapar en ökad grundvattenströmning till berg, till stor del på bekostnad av den ytliga avrinningen. I redovisade balanser beräknas därför den potentiella grundvattenbildning som skulle kunna ske som grundvattenbortledning i undre magasin om förutsättningar skapas. Detaljerad redovisning av metodik och antaganden finns i PM Hydrogeologiska beräkningar (Bilaga D1.3).

2.2 Inverkan av ett förändrat klimat

Klimat är en statistisk beskrivning av väder under längre tidsperioder. För att beskriva framtida klimatförändringar används så kallade klimatscenarier, som bygger på klimatmodeller. Klimatmodeller är matematiska beskrivningar av atmosfären, landytan, hav, sjöar och is. Inom projektet Tvärförbindelse Södertörn används resultat från SMHI:s länsvisa klimatanalyser (SMHI, 2015). Dessa är de mest högupplösta resultaten som finns framtagna för regionen i dagsläget. I de länsvisa klimatanalyserna har resultaten från de regionala klimatmodellerna skalats ned till lokal skala med en metod som även korregerar för vissa systematiska fel. Hur grundvattennivåer påverkas av klimatet är inte redovisat i SMHI:s länsvisa analyser. För grundvatten används istället resultat från SGU (SGU, 2015). Klimatforskningen arbetar med olika scenarier, Representative Concentration Pathways (RCP), för hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden beroende på en rad faktorer. Inom projektet Tvärförbindelse Södertörn används ensemblerresultatet baserade på RCP8.5. Anledningen till att RCP8.5, som är det högsta strålningsdrivningsscenariot, har valts är att gardera oss mot de stora osäkerheterna som föreligger inom ensemblerresultatet.

Klimatmodellerna förutspår att klimatet kommer förändras gradvis, samtidigt som den tekniska livslängden för Tvärförbindelse Södertörn skiljer sig mellan olika byggdelar. Därför kommer olika byggdelar behöva designas efter olika stora klimatförändringar. För byggskedet används ett representativt värde för perioden år 2020–2030. För anläggningsdelar som har en teknisk livslängd som sträcker sig fram till år 2070 används det värde med störst negativ klimatpåverkan för perioden år 2030–2070. För anläggningsdelar som har en livslängd som sträcker sig fram till år 2150 används det värde med störst negativ klimatpåverkan för perioden 2070–2150.

Enligt prognostiserade klimatförändringar kommer grundvattennivåernas dynamik förändras. I Stockholmsregionen är dock förändringarna små. De mest märkbara förändringarna är att en mindre spännvidd i nivåvariationerna (skillnad mellan högsta och lägsta grundvattennivå) är att förvänta (SGU, 2015).

2.3 Utredningsmetodik ytvatten

De diken och vattendrag som Tvärförbindelse Södertörn korsar kommer att kulverteras, förläggas i trumma eller passeras på bro. I vissa fall ges vattendraget en ny dragning för att passagen ska kunna ske på ett lämpligare sätt. I projekteringen av dessa passager beräknas vattenflödet vid olika flödesförhållanden, samt med hänsyn till ett förändrat klimat. Trafikverket ställer krav på att vandringshinder inte får uppkomma genom de anläggningar som uppförs. Den färdiga anläggningen kommer att uppföras så att den inte ger upphov till förändrad dämning eller utgör vandringshinder. Påverkansutredningen av dämmande effekt och vandringshinder begränsas därför till byggskedet. Detsamma gäller tillfälliga anläggningsdelar som kommer att tas bort innan väg 259 Tvärförbindelse Södertörn tas i drift.

2.3.1 Beräkningsmetodik ytvatten

Beroende på hur vattenverksamheten påverkar vattendraget utförs olika typer av beräkningar för att bedöma hur flöden och vattennivåer påverkas. Valda metoder samt utförda beräkningar redovisas i PM Naturvattenflöden och översvämningsrisker (Trafikverket, 2019[e]).

Flöde

Det saknas mätstationer för flöde i vattendragen inom utredningsområdet. Flöden har därför beräknats utifrån uppgifter om bland annat markanvändning och nederbörd. För att beräkna flöden har det totala avrinningsområdet delats upp i flera, mindre avrinningsområden utifrån information om bland annat markanvändning och topografi. Detta görs för att kunna beakta att vatten avrinner olika fort från olika delområden. Med det hydrauliska beräkningsverktyget MIKE URBAN beräknas sedan det flöde som avrinner från varje delavrinningsområde. För att beräkna låg-, medel- och högvattenföring (mindre än 100-årsflöden) längs med Glömstadalen har avrinningsområdet i beräkningarna belastats med olika regnmängder.

Vattennivåer

Genom att använda en hydraulisk modell kan vattennivåer beräknas utifrån framräknade flöden. Här har vattennivåer beräknats med MIKE FLOOD. I programmet byggs ett dagvattensystem upp av ledningar och diken. Vattensystemet belastas med de flöden som beräknats enligt ovan. I programmet kan tryck- och vattennivåer i vattensystemet beräknas, och det går även att beskriva hur en översvämning breder ut sig över marken.

2.4 Utredningsmetodik grundvatten

2.4.1 Grundvattnets förekomst i jord och i berg

Nedan förklaras ett antal grundläggande hydrogeologiska begrepp, se även avsnitt 14 Begrepp och definitioner.

Grundvatten förekommer när markens porer eller sprickor i berggrunden är helt fyllda med vatten. Grundvatten finns alltså överallt på ett visst djup under markytan och i alla typer av jordlager (även lerjord). Ett genomsläppligt jordlager där utvinningsbart grundvatten förekommer kallas för en *akvifer*, medan *grundvattenmagasin* används för att beteckna en avgränsad del av ett genomsläppligt jordlager.

De mest genomsläppliga jordlagren finns i rullstensåsar och andra isälvsavlagringar med sten-, grus och sandjordar, följt av vissa typer av moränjordar. Även berggrunden brukar räknas som ett grundvattenmagasin då bergborrade brunnar kan nyttjas för vattenförsörjning. Kristallin berggrund, så kallat urberg, har dock liten förmåga att lagra grundvatten då spricksystemens sammanlagda volym är liten.

Grundvatten kan förekomma i öppna eller slutna magasin. I ett *öppet magasin* kan nederbördsvatten som inte tas upp av vegetationen i markzonen, direkt infiltrera ned till grundvattenmagasinet. I ett *slutet magasin* begränsas magasinet av ett ovanliggande tätande jordlager, vanligtvis lera, och magasinet fylls främst på genom tillrinning från sidan. Om omgivande grundvattenbildningsområden för ett slutet magasin ligger högre i terrängen än området med den tätande lerjorden kan det slutna magasinets trycknivå vara högre än marknivån, vilket kallas *artesiskt grundvatten*. En brunn som borrar genom ett sådant lerjordlager kan läcka grundvatten som en fontän. Öppna magasin ovanför ett tätande lerlager brukar kallas *övre magasin*. Där finns

grundvattnet vanligen i fyllnadsmaterial och torrskorpelera, men det kan även förekomma i naturligt svallade material som svallats ut över ett lerskikt eller i mossar.

I ett öppet grundvattenmagasin är grundvattennivån lika med *grundvattenytan*. Avsänks grundvattenytan ersätts grundvattnet med luft (markgaser) i jordlagrets porer, och en mängd motsvarande hela den effektiva porvolymen kan avges vid en dränering (exempelvis 200–300 l/m² sandjord).

I ett slutet magasin motsvarar grundvattennivån magasinets *grundvattentrycknivå*. Avsänks trycknivån är magasinets porer fortfarande fyllda med grundvatten, men med ett lägre tryck än tidigare. En meters trycksänkning motsvarar bara några tiotals liter vatten per kubikmeter sandjord, det vill säga betydligt mindre än för ett öppet magasin.

2.4.2 Konceptuell modell av grundvatten

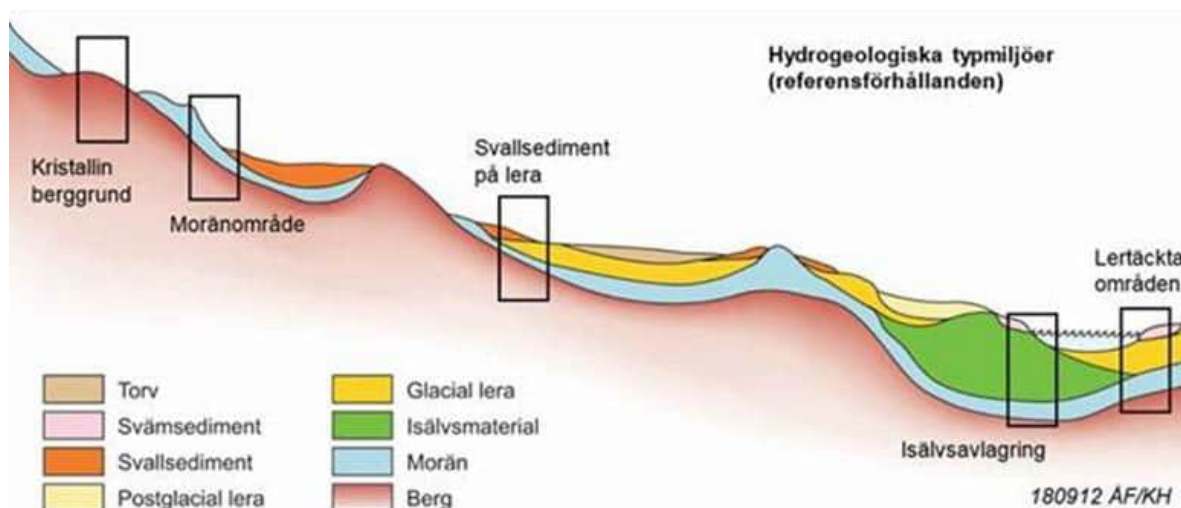
Den konceptuella modellen består av text och kartor som beskriver topografi, berggrunds-förhållanden, utbredning och mäktighet hos olika jordlager, storskalig och lokal grundvatten-strömning, förekomst av yt- och grundvattendelare, egenskaper hos vattenförande jordlager, grundvattenmagasinens utbredning och inbördes kontakt, etcetera. Detaljeringsnivån för den konceptuella beskrivningen bestäms av behovet i enlighet med den iterativa utredningsstrategin.

En beskrivning av markförhållanden med fördelning av jordlager, jordlagermäktighet, underliggande bergyta, bergförhållande med mera kan med nödvändighet inte vara exakt. Det är inte möjligt att skaffa den mängden av information som krävs utan att påverka, eller till och med förstöra, det område som ska beskrivas. Alla typer av beskrivningar av mark- och grundvattenförhållandena innebär därför någon typ av generalisering (konceptualisering) av de verkliga förhållandena.

En aspekt som gör att markförhållanden kan generaliseras är att bildningsprocessen är förhållandevis välkänd. Vittring, erosions- och sedimentationsprocesser som format landskapet, och inte minst den påverkan som inlandsisen medförde med isälvsavsatta rullstensåsar och det moränjordlager som glacialrörelserna avsatte, finns beskrivna i litteraturen. De olika geologiska och geomorfologiska miljöerna som har bildats kan därför generaliseras in i olika typmiljöer. Dessa kan sedan utvecklas till olika hydrogeologiska typmiljöer för att beskriva grundvattnets generaliserade förekomst i landskapet.

Inom program Tvärförbindelse Södertörn används typmiljöer i den iterativa utrednings-strategin. För en första konceptuell beskrivning av grundvattenförhållanden klassificeras de olika miljöerna inom utredningsområdet in mot relevanta typmiljöer i tillämpliga delar. För vissa delar, där anläggningen exempelvis endast medför ringa vatten-verksamhet och/eller där riskexponerade objekt saknas alternativt endast förekommer i begränsad omfattning, kan en omgivnings-beskrivning utifrån typmiljöer vara tillräcklig. Inom andra områden utgör typmiljöerna en grund för planering av borrhningar, hydrauliska tester och andra fältundersökningar för fördjupad kunskap om området.

I Figur 2-1 nedan redovisas fem typmiljöer och var i terrängen de typiskt finns (även om andra terränglägen kan förekomma). Det mellansvenska landskapet är mycket omväxlande vilket gör att typmiljöerna varierar inom korta avstånd, och därmed försvinner delvis syftet med att få ett överskådligt bedömningsunderlag. Därför har program Tvärförbindelse Södertörn valt att arbeta med de fyra olika typmiljöer som redovisas i Tabell 2-1.



Figur 2-1. Hydrogeologiska typmiljöer.

Tabell 2-1. Fördelning av hydrogeologiska typmiljöer enligt Figur 2-1.

Vald typmiljöindelning		Exempelområden
Kristallin berggrund	Kuperat höjdområde	Masmoberget, delar av Flemingsbergsskogen, området mellan Gladökvärn och Lissma
Moränområde		
Svallsediment på lera	Svallsediment	Flottsbro trafikplats, Loviseberg
Isälvsavlagring	Isälvsavlagring	Slätmosen
Lertäckta områden	Lertäckt dalgång	Glömstadalen

2.4.3 Beräkningsmetodik grundvatten

Beroende på vattenverksamhetens storlek utförs olika typer av beräkningar för att bedöma påverkansområde och effekt inom detta. En mer detaljerad beskrivning av metod och resultat av utförda beräkningar presenteras i Bilaga D1.3. För bergtunnlarna och det stora schaktet för trafikplats Solgård har numeriska modelleringsprogram använts. Det tredimensionella finita elementprogrammet FeFlow har använts för Masmotunneln och för trafikplats Solgård, medan tvådimensionell modellering i programmet Seep/W tillämpats för Glömstatunneln och Flemingsbergstunneln. Det är viktigt att notera att grundvattenmodellerna visar ett generellt årsmedelvärde av inläckaget (så kallat steady state-resultat) där nederbörden och grundvattenbildningen är jämnt fördelade över året. I synnerhet för en otätad tunneln kan inläckaget variera relativt mycket över året och till viss del mellan år beroende på om det är ett torrår eller blötår.

Som ett komplement till modelleringarna har analytiska beräkningar utförts för inläckage till otätade respektive tätade bergtunnlar med beräkningsformler redovisade i publikationerna Gustafson (1986) respektive Alberts och Gustafson (1983). Inläckage till mindre schakter för exempelvis brostöd och GC-passager har beräknats analytiskt i enlighet med SGU:s handledning (SGU, 2020).

Till beräkningarna har enkla känslighets- och osäkerhetsanalyser utförts för att bedöma inverkan av antaganden och mätfel på beräkningsresultaten. Beräkningsresultaten som används för bedömningarna i denna PM ger ett mest troligt utfall. Känslighets- och osäkerhetsanalyserna ger en förståelse för de osäkerheter som finns inbyggda i beräkningsresultaten. När påverkan och effekter bedöms baserat på beräkningsresultaten görs generellt konservativa antaganden, det vill säga att påverkan ska vara större än det mest troliga utfallet som har beräknats.

3 Underlag och utförda undersökningar

3.1 Underlag sjöar, vattendrag och våtmarker

Som underlag till denna PM har information om hydrologiska förutsättningar hämtats från Vattenweb (SMHI, 2020). Underlag om vattenförekomster, åtgärder och miljökvalitetsnormer har hämtats från VISS. Information om våtmarker och sumpskog har inhämtats från Naturvårdsverkets nationella marktäckedata. Viss bearbetning har gjorts av lagret för att förbättra kvaliteten, främst vid trafikplats Slätmosse. Fältinventeringar har även genomförts inom programmet i syfte att identifiera våtmarksområden inom utredningsområdet.

Även rapporter från Stockholm Vatten och Avfall AB, Stockholm Stad och Huddinge kommun har använts. En fullständig förteckning av underlag finns i avsnitt 13.

3.2 Geologiskt och hydrogeologiskt underlag

Som underlag till denna PM har information gällande väglinje/väggprofil, grundläggningsnivåer för geokonstruktioner och VA-anläggningar inhämtats från aktuell systemhandling. Underlag har även hämtats in från de digitala databaserna och arkiven VISS, SGU, Länsstyrelsernas webbGIS, SMHI, Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och Stockholms stadsarkiv. En fullständig förteckning av underlag finns i avsnitt 13.

Dataunderlag avseende jord-, berg- och grundvattenförhållanden har i huvudsak inhämtats från Tvärförbindelse Södertörns fältundersökningar för vägplan och systemhandling utförda mellan 2015 – 2018. Grundvattennivåmätningar till och med oktober 2020 har beaktats. I viss utsträckning har även senare undersökningar för framtagande av förfrågningsunderlag funnits tillgängliga. Som komplement till programmets egna undersökningar har underlag från tidigare projekt studerats.

Södertörnsleden har varit av särskilt stor betydelse eftersom där delvis utreddes liknande ombyggnation av väg 259. Utredningarna för Södertörnsleden omfattar ett brett spektrum av hydrogeologiska undersökningar, inte minst i anslutning till Masmoberget i tvärförbindelsens nordvästligaste delar.

Hydrogeologisk information för konceptuell hydrogeologisk tolkning av områden belägna i periferin till planerad väganläggning har primärt inhämtats från SGU genom dess brunnarsarkiv (SGU, 2020[a]) samt geologiska och hydrogeologiska kartor.

Underlag avseende verksamheter med tillstånd för vattenverksamhet har inhämtats från Nacka tingsrätt (mark- och miljödomstolens register). Uppgifter om övriga dränerande väganläggningar som tillhör Trafikverket har erhållits genom Trafikverkets Bro- och tunnelförvaltningssystem (BaTMan).

3.3 Utförda fältundersökningar

3.3.1 Grundvattenmätning

Grundvattennivåer har mätts i grundvattenrör installerade i jord och i kärnborrhål i berg. Mätningar omfattar både befintliga äldre rör samt inom programmet installerade grundvattenrör.

Månatliga mätningar av grundvattennivån i jord påbörjades i april år 2016 och nya installerade rör har inkluderats i mätningarna allt eftersom. Totalt har 201 grundvattenrör mätts under olika perioder. Månatliga mätningar av grundvattennivå i berg påbörjades i mars år 2017 och nya kärn- och hammarborrhål har löpande inkluderats i mätningarna. I vissa borrhål finns ett övertryck där vatten flödar ut från borrhålet. För dessa mätpunkter registreras grundvattennivån med tryckgivare som mäter grundvattennivån varje timme. Resultaten av mätningarna lagras löpande i Trafikverkets databas Redbex. I Bilaga D1.1 samt i avsnitt 5 till avsnitt 0 presenteras mätresultat för utvalda grundvattenrör och borrhål.

3.3.2 Hydraultester

3.3.2.1 Pulstest

Alla nya grundvattenrör som installerats inom programmet har funktionskontrollerats genom pulstest (även kallat slugtest) som utförts med hjälp av automatiska tryckgivare med inbyggd logger. Även ett urval av vissa äldre grundvattenrör har funktionskontrollerats på detta sätt.

Ett pulstest inleds med att grundvattennivån mäts och noteras som nollnivå. Röret fylls därefter hastigt med en vattenvolym motsvarande 1,5 m vattenpelare (alternativt upp till röröverkant), varpå grundvattennivån mäts som tryckförändring i takt med att vattnet sjunker undan. Mätningarna kompenseras för förändringar i lufttrycket.

Erhållna resultat från utförda pulstester har utvärderats med programvaran AQTESOLV så att även den hydrauliska konduktiviteten har kunnat beräknas. AQTESOLV är utvecklat för att enkelt beräkna och utvärdera data från pumptester, pulstester och "constant-head"-tester. För slutna magasin har modellösningen "Dougherty-Babu" använts i utvärderingen och för öppna magasin har modellösningen "KGS model" använts. Lösningarna har valts då de båda tar hänsyn till "skin-factor", vilken är en parameter som behandlar den avvikande hydrauliska konduktiviteten närmast röret där finmaterial kan ansamlas i samband med borrhållningen av röret.

Bedömning av magasinystyp har gjorts utifrån erhållna sonderingsdata som genomförts vid installation av grundvattenrören. I utvärderingen har passning av modellösning mot mätvärden gjorts genom automatisk passning, där parametrarna T (transmissivitet), S (magasinskoefficient) och s_w ("skin-factor") fått variera fritt. Magasinskoefficienten har initialt ansatts till 10^{-4} , vilket är ett medelvärde för de flesta jordar. Har S avvikit orimligt mycket har denna låsts till det initiala värdet och den automatiska passningen upprepats.

3.3.2.2 Provpumpning

En provpumpning har genomförts inom programmet i syfte att undersöka grundvattenförhållandena i undre magasin i anslutning till trafikplats Solgård. Provpumpningen pågick mellan 22 januari och 5 februari år 2018.

Inför provpumpningen inventerades och installerades flertalet grundvattenrör samt en ny filterbrunn i området. Pumpningen genomfördes med ett konstant flöde om 70 l/min. Grundvattennivåerna observerades före, under och efter testet i pumpbrunnen samt i omgivande grundvattenrör. Därtill kontrollerades även ytvattennivåer i tre punkter längs Flemingsbergsdiket. Samtliga mätpunkter mättes manuellt med en frekvens om cirka en gång per tre dagar. I ett urval av mätpunkterna mättes nivåerna även med automatiska tryckgivare med inbyggd datalagring.

3.3.2.3 Vattenförlustmätning

Sammanlagt har tjugo kärnborrhål och tio hammarborrhål etablerats i områdena för bergtunnlarna samt vid Solgård för bedömning av bergets egenskaper. I samtliga kärnborrhål har

vattenförlustmätningar utförts antingen av borrentreprenören (VFM1) eller i efterhand som kompletterande vattenförlustmätning med högre mätnoggrannhet för låga flöden (VFM2). Vattenförlustmätningar med den högre noggrannheten har även utförts i åtta av de tio hammarborrhålen. Lägen för samtliga kärn-/hammarborrhål framgår av Bilaga D1.1.

Vattenförlustmätningarna har utförts som helhålmätningar såväl som mätningar i tremeterssektioner. Vid mätning av sektioner har dubbelmanschetter tillämpats. Själva principen för en vattenförlustmätning går förenklat ut på att ett helt borrhål, alternativt en bestämd sektion, trycksätts med ett konstant övertryck, varpå vattenförlusten ut i berget registreras. Registreringen kan ske antingen med flödesmätare eller genom att manuellt mäta den vattenvolym som "förloras" under en bestämd tid.

Utförda vattenförlustmätningar ger möjlighet att utvärdera transmissivitet i berg lokalt runt det undersökta borrhålet. Syftet med de vattenförlustmätningar som utförts med den högre mätnoggrannheten (VFM2) var att på ett bättre sätt återge en detaljerad bild även av de lågkonduktiva partierna av berget.

3.3.2.4 Infiltrationsförsök

Infiltrationsförsök har utförts i brunn 17T1145B samt grundvattenrör 17T827GW och 21S410G (för läge se avsnitt 8.2.1.3). Försöken utfördes under en dag där infiltrationsvattnet hämtades från närliggande brandpost. Den aktiva försökstiden när vatten infiltrerades var mellan sju till åtta timmar per test. Responsen i infiltrationsbrunnen och i kringliggande observationsrör mättes manuellt och med datalogger (Divers).

3.3.3 Brunnsinventering

3.3.3.1 Arkiv- och enkätinventering

Brunnsdata från SGUs brunnarkiv har hämtats ut vid tre tillfällen, senast år 2021 (SGU, 2021). Som komplement till brunnarkivet genomfördes under perioden 2018 – 2019 en enkätundersökning.

Enkäten omfattade totalt drygt 950 fastigheter det vill säga samtliga fastigheter inom 600 m från bergtunnlarna, 400 m från Solgårdstunneln och 200 m från väglinjen där den går i ytläge. Brunnsenkäten efterfrågade svar på bland annat om fastigheten innehar brunn och i sådana fall vad för typ av brunn samt om denna är i bruk. Efter utgången svarstid skickades en påminnelse ut till de fastigheter som enligt SGU hade en brunn på fastigheten men som inte svarat på enkäten, samt till de fastigheter som inte svarat och som låg i områden där fler kontrollpunkter skulle kunna tillföra information om grundvattenförhållandena.

Enkäten resulterade i svar från drygt 560 fastigheter. Information inkom om 183 brunnar på 167 olika fastigheter.

3.3.3.2 Fältinventering och vattenprovtagning

Utifrån enkätsvaren valdes vissa brunnar ut för platsbesök. Kriterier för urval var om brunnen låg i eller i närheten av preliminärt beräknade påverkansområden för grundvattenbortledning samt om de sannolikt var åtkomliga för mätning av grundvattennivå eller möjliga att provta.

Inventeringen i fält omfattade primärt inte energibrunnar, eftersom dessa ofta är övertäckta och därför inte kan besiktigas utan större ingrepp. Vissa energibrunnar har dock inventerats då de ligger belägna i närheten av planerad tunneldragning. Platsbesöken omfattade 46 brunnar, varav åtta

energibrunnar. Några av dessa var dock övertäckta och kunde inte dokumenteras. Provtagning gjordes där det var möjligt med undantag för de brunnar som inte var i bruk.

Vid utförd fältinventering av brunnarna år 2019 togs fotografier och fältanteckningar på brunnens konstruktion, diameter, vattennivå och andra synliga iakttagelser. Grundvattennivåmätning och provtagning utfördes i de brunnar som gick att komma åt. Inmätning av brunnar gjordes i plan med A-GPS (Assisted GPS). Om möjligt noterades bottennivå. Prov togs direkt ur brunnen, men om detta inte var möjligt togs prov istället från närmsta tappställe. Vattenproverna analyserades av det ackrediterade laboratoriet Synlab. Totalt togs 34 vattenprover som analyserades för allmänkemi enligt Synlabs analyspaket DVK05. I de fall brunnarna omsatts på vatten analyserades även aggressiv kolsyra och radon för bergborrade brunnar.

Det är stor spridning i vattenkvalitet mellan brunnarna. Majoriteten av brunnarna har tjänligt dricksvatten enligt Livsmedelsverkets gränsvärden (Livsmedelsverket, 2017) och god eller hög status enligt SGU:s bedömningsgrunder (SGU, 2013). Det är sex brunnar som avviker genom att analysen av vattnet i dessa visar att vattnet inte är tjänligt som dricksvatten enligt Livsmedelsverkets riktvärden, alternativt har lägre än god status enligt SGU. Livsmedelsverkets gränsvärden gäller för allmänna vattentäkt och inte för enskilda brunnar, men kan i detta sammanhang användas som jämförelsevärden. En sammanställning av resultatet från vattenanalyserna finns i Bilaga D1.6. De parametrar och ämnen som avviker är:

- pH enligt SGU:s bedömningsgrunder, där 23 brunnar har måttlig eller otillfredsställande status med pH <6,5. Majoriteten, 30 av brunnarna, har pH-värden som uppvisar tjänlig status enligt Livsmedelsverket.
- Turbiditet, där medelvärdet för brunnarna ligger långt över gränsvärden för både SGU och Livsmedelsverket.
- Sulfat enligt SGU:s bedömningsgrunder, där 19 av brunnarna, har måttlig eller sämre status. Gränsvärdet för sulfat för Livsmedelsverket ligger högre vilket gör att majoriteten, 28 av brunnarna, har tjänligt vatten.
- Metallerna aluminium, järn, kalcium, mangan och natrium förekommer i höga halter i flera brunnar enligt SGU:s bedömningsgrunder.

3.3.3.3 *Brunnsredovisning*

En sammanställning av brunnsdata redovisas i Bilaga D1.5 samt på karta i Bilaga D1.2. Sammanställningen i Bilaga D1.5 omfattar brunnar inom bedömt påverkansområde för grundvattensänkning och även brunnar belägna utanför om fastigheten de tillhör delvis är innanför påverkansområdet. De senare brunnarna inkluderas eftersom SGU:s brunnsarkiv ofta saknar uppgift om exakt placering av brunnen inom fastigheten. I kartbilagan redovisas alla inventerade brunnar från fält och SGU:s brunnsarkiv, inget urval kopplat till påverkansområdet är gjort. Borrade brunnar visas enligt kategorierna energi/hushåll/ används ej/okänd användning och grävda brunnar enligt kategorierna bevattning/hushåll/ används ej/okänd användning. Samtliga grävda brunnar som redovisas har identifierats i enkätinventeringen och majoriteten har inventerats i fält. För ett antal borrade brunnar har uppgift inkommit både via enkät och SGU:s brunnsarkiv. Vilka brunnar som är dubletter framgår av brunnsförteckningen (bilaga D1.5). I de fall enkäten eller uppgifter från kommunarkiv har tillfört information om SGU-brunnarnas lägen redovisas de på kartan i det mer precisa läget.

3.3.4 Sulfidhaltigt berg

Sulfidmineraliseringar förekommer i de flesta av Sveriges bergarter. Halterna av sulfidmineraliseringar varierar beroende på ursprung och bergartsbildning. Halterna är som regel låga (<1 [%]). I infrastrukturprojekt används uttaget berg i exempelvis järnvägsbankar och i vägar. En stor del av bergmaterialet säljs vidare som ballastmaterial till andra byggprojekt. Detta innebär att det uttagna bergmaterialet används och blir en, för byggprojekt och miljön, viktig resurs.

När bergmaterial med sulfidmineraliseringar exponeras för luftens syre (O_2) i en fuktig miljö kan i vissa fall en sur reaktion ske, vilken ger upphov till ett surt lakvatten ($pH < 7$) från det uttagna bergmaterialet. Detta är dock inte en regel, då bergmaterialets potentiella sura reaktioner "balanseras" av dess basiska mineraliseringar som exempelvis kalcit ($CaCO_3$). Det är svårt med dagens kunskap att precis förutsäga hur ett visst bergmaterial kommer reagera, även om det innehåller förhållandevis höga halter av sulfidmineraliseringar i en fuktig miljö med obegränsad tillgång av syrgas.

Vid karteringen kan områden med potentiellt förhöjda halter av sulfidmineraliseringar översiktligt identifieras. Eftersom sulfidmineraliseringar förekommer lokalt och inte förutsägbart i berget, finns det ingen möjlighet att få en exakt uppfattning om fördelningen i berggrunden. Det är först i produktion, när berget tas ut, det ges möjlighet att bedöma sulfidmineraliseringar i bergmassan.

Trafikverket känner till att det i Stockholmsområdet har förekommit negativ miljöpåverkan vid hantering och uppläggning av bergkross. För Trafikverket är det viktigt att verksamheten inte medför en negativ miljöpåverkan vid byggande av väg och hantering av material. Det är även viktigt att material ska kunna användas som resurs och inte lagras på deponi om det inte är nödvändigt. Detta har ett stort värde för Trafikverket och samhället i stort då det både handlar om hushållning med naturresurser och samhällsekonomi.

Dagens kunskap om hantering av sulfidförande bergmassor kommer främst från gruvindustrin. För att öka kunskapen om miljörisker med sulfidförande berg i infrastrukturprojekt har Trafikverket samarbete med forskargruppen i tillämpad geokemi vid Luleå tekniska universitet. Syftet är att öka kunskapen om geologiska, mineralogiska, geokemiska och kemiska interagerande processer för att kunna bedöma omgivningspåverkan och potentiella miljörisker relaterat till hantering och nyttjande av sulfidförande bergmaterial. Den nya kunskapen om de interagerande processerna kommer att användas för att utveckla prediktionsmetoder som hanterar omgivningspåverkan och miljörisker. Trafikverket avser använda sig av den kunskap som tas fram av Luleå tekniska universitet i verksamheten löpande.

Två doktorander arbetar i projektet idag som totalt kommer omfatta tre doktorander. Två doktorander på avdelningen för geovetenskap och miljöteknik vid Luleå tekniska universitet kommer studera provtagningsmetodik och geokemiska modeller för bergkross, en tredje doktorand kommer att studera sulfidjordars miljörisker vid infrastrukturbyggande. Flera delar är planerade inom projektet, doktoranderna har nu påbörjat att ta fram provtagningsmetoder och studera bergmassans förändringar över tid för bättre att kunna prediktera bergmaterialets kinetik och inte bara använda statistiska parametrar. En av doktoranderna arbetar deltid i Trafikverkets olika byggprojekt, bland annat i Tvärförbindelse Södertörn och i Ostlänken vilket medför kontinuerligt tillämpning av den kunskap som tas fram.

3.3.4.1 *Bedömda förhållanden vid Tvärförbindelse Södertörn*

För Tvärförbindelse Södertörn kommer väganläggningen att medföra bergskärningar, framförallt till följd av förskärningar för de tre bergtunnlarna; Masmotunneln, Glömstatunneln och Flemingsbergstunneln.

För att utvärdera förekomst av sulfidhaltigt berg i ett tidigt skede har SGU:s kartunderlag legat till grund. Därefter har hållkartering utförts vid de planerade bergskärningarna, kompletterat med upptagna borrhärdar. Utöver detta har fyra 400 kilos prover analyserats med avseende på totalsvavel, sulfid- och sulfatinnehåll. Två av de utförda 400 kilos prov är tagna från den planerade Masmotunneln, de övriga proven är från planerad Glömstatunneln. Samtliga fyra prov gav individuella resultat på <200ppm totalsvavel.

Hållkarteringar indikerar att < 10 % av de karterade sprickorna har rostutfällningar. Rostutfällningarnas ursprung är svårt att härleda men kan rimligen relateras till vittring av glimmermineral och/eller sulfidmineral. Sulfidmineral förekommer i begränsad omfattning i det hållkarterade området.

Borrhärdarna har analyserats med avseende på sprickor och innehåll av sprickmineral. Av de noterade sprickmineralen så bedöms 18 % vara sulfidmineral, notera att detta är en relativ bedömning där förhållandet mellan öppna (tomma) sprickor och fyllda (innehåller mineral) sprickor ej har tagits i beaktning. Således är värdet förhöjt och kan inte nyttjas för att bedöma en ytmässig andel av de karterade sprickorna.

Sammanfattningsvis bedöms risken för förhöjd mängd sulfidmineraliseringar som låg. För att ytterligare säkerställa en korrekt masshantering kommer utvecklingsarbeten i samarbete med Luleå tekniska universitet att utföras och implementeras under projektets gång. Detta för att identifiera lokala variationer med potentiella anrikningar av sulfidmineraliseringar som inte är rimligt att kartlägga under tidiga skeden.

Sulfidlera har påträffats ställvis längs sträckan Masmo-Kästa, men inga laboratorieanalyser har genomförts. Inga noteringar om sulfidlera har gjorts längs resten av tvärförbindelsen.

3.4 Inventering av yt- och grundvattenberoende objekt

Förekomsten av yt- och grundvattenberoende objekt har inventerats inom utredningsområdet enligt utredningsstrategin (se avsnitt 1.5). Inventeringarna ligger sedan till grund för planeringen av fortsatta undersökningar av omgivningsförhållandena och bedömningen av den planerade vattenverksamhetens effekt på omgivningen. De objekt som efter de utförda utredningarna bedöms kunna påverkas av planerad vattenverksamhet benämns riskexponerade objekt. Yt- och grundvattenberoende objekt utgörs av:

- befintliga tillstånd till vattenverksamhet
- byggnader eller anläggningar med känslig grundläggning
- dricksvattenförekomster och kommunala vattentäkter
- energibrunnar och enskilda vattentäkter
- yt- och grundvattenberoende naturmiljöer
- grundvattenberoende kulturmiljö (vissa fornlämningar)
- förorenade områden och sediment.

3.4.1 Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning

Där sänkning av grundvattenytan (alternativt grundvattnets trycknivå) sker i områden med lerjord uppstår risk för sättningar och därmed risk för sättningsskador på byggnader och anläggningar som är grundlagda på lera. Risken för sättningsskador beror bland annat av vilken grundläggningsmetod som använts. Med grundvattenberoende grundläggning menas en sådan grundläggning som är sättningsskänslig vid en förändrad grundvattennivå. Sättningsskador uppstår när marken sätter sig ojämnt och en sättningsskillnad, så kallad differentialsättning, bildas. Differential sättningar kan exempelvis uppkomma längs med en byggnad eller mellan byggnad och servisledningar.

Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning har identifierats genom att; 1) kartlägga områden med sättningsbenägna jordar, och 2) inventera riskobjekt inom dessa områden. Inventeringen har omfattat husgrundläggning, ledningar, järnvägar och större vägar.

Generellt har Glömstadalen, området kring trafikplats Solgård samt ett par områden i anslutning till Lissma identifierats som riskområden på grund av förekomsten av sättningsbenägen lera och bebyggelse. I Tabell 3-1 redovisas en sammanställning över inventerad husgrundläggning. I tabellen ingår inte inventerade komplementbyggnader (613 stycken), vilka oftast har enklare grundläggning och generellt kan tåla stora sättningar utan att ta nämnvärd skada. En fullständig beskrivning av utförd inventering och erhållet resultat ges i Bilaga D1.4.

Tabell 3-1. Sammanställning inventerad husgrundläggning (ej inkluderat komplementbyggnader).

Grundläggningstyp	Bedömd sättningskänslighet	Antal inventerade objekt	Kommentar
Grundlagd på murar och/eller plintar	Potentiellt sättningskänslig	352	Här ingår också byggnader med källare.
Grundlagd med platta på mark	Sättningskänslig	64	Avser byggnader inom lerområden. Platta på mark i fastmarkområde är ej sättningskänslig.
Grundlagd med betong- och/eller stålplåtar	Ej sättningskänslig	89	Omgivande mark är dock oftast förstärkt
Grundlagd med träplåtar och/eller rustbädd	Sättningskänslig	1	
Grundläggningsuppgift saknas	Potentiellt sättningskänslig	229	Här ingår byggnader som helt eller delvis (för tillbyggnader) saknar handlingar.

Vid bedömning av risk för sättningsskador har sättningsberäkningar från Bilaga D1.4 använts. I bilagan redovisas diagram med beräknade totalsättningar och tidsförlopp för olika lerdjup vid olika grundvattensänkningar. Beräknade tidsförlopp är osäkra, men kan användas som en indikation på storleksordningen på de sättningar som hinner uppstå vid en tidsbegränsad grundvattensänkning.

Risken för att sättningsskador i sin tur ska uppkomma har bedömts utifrån följande tumregler för differentialsättningar:

Byggnader (putsade eller tegelbekladda fasader)	1–2 cm
Byggnader (trä)	3–5 cm
Självfallsledningar	2–4 cm
Pålade byggnader med omgivande förstärkt mark	10–20 cm

3.4.2 Kommunal vattenförsörjning och vattenresurser

Betydande vattenresurser är utpekande av vattenmyndigheten inom ramen för vattenförvaltning. Resursernas värde och betydelse i ett vattenförsörjningsperspektiv har inhämtats från VAS-rådets rapport ”Dricksvattenförekomster i Stockholms län, Prioriteringar för långsiktigt skydd” (VAS-rådet et al, 2009). VAS-rådet är ett samarbetsorgan för vatten- och avloppsfrågor i Stockholmsområdet.

I Haninge kommun finns två vattentäkter i närheten av tvärförbindelsen (se avsnitt 11.3.3). Information om vattentäkterna har inhämtats från Haninge kommun (Haninge kommun, 2015 och Tyréns, 2012). Information har även inhämtats om Huddinge sjukhus reservvattentäkt genom Mark- och miljödomstolen.

Tvärförbindelsens östra delar omfattas av Östra Mälarens vattenskyddsområde. Mälaren är högprioriterad för regional/kommunal dricksvattenförsörjning, eftersom den utgör råvattentäkt för Storstockholmsområdet.

3.4.3 Energibrunnar och enskilda vattentäkter

Med *energibrunn* menas en anläggning med borrhål i berg för utvinning eller lagring av energi. Med enskilda vattentäkter avses brunnar som används för egen vattenförsörjning till hushåll (permanent och fritidsboende), mindre jordbruk och/eller till trädgårdsbevattning. Underlag för allmänna eller enskilda vattentäkter har inhämtats från berörda kommuner samt SGU:s brunnsarkiv, där även information om brunnar för energiändamål funnits tillgänglig.

SGU:s brunnsarkiv, som baseras på borrhöretagens rapporterade borrhningar, redovisar både vattenbrunnar och energibrunnar. Arkivet innehåller uppgifter om brunnarnas utförande, djup till berg etcetera, men brunnsläget är ofta endast ungefärligt angivet.

Kommunernas register omfattar bara anmälningspliktiga energibrunnar (energiborrhål). Borrhningens läge brukar vara mer exakta angivet, då anmälan omfattar en lägesritning/lägeskiss. Det finns dock en osäkerhet i om en borrhning faktiskt har genomförts efter det att beslut har meddelats.

En brunnsenkät och en brunnsinventering har genomförts för att samla in information om enskilda brunnar som komplement till kommunernas och SGU:s arkiv (se avsnitt 3.3.3).

3.4.4 Kulturmiljö

Grundvattensänkningar kan påverka fornlämningar och kulturmiljövärden genom att organiska material och metaller i konstruktioner (båtar, brygg- eller huslämningar etcetera), anläggningar (stolphål, hårdar, gravar etcetera) och kulturlager bryts ner snabbare på grund av ökad syresättning. De lämningar som påverkas i störst utsträckning vid grundvattensänkningar är maritima lämningar, boplatser och bytomter med kulturlager samt gravfält.

I allmänhet är boplatser och gravfält placerade på impediment (ej brukningsbar mark) av berg eller morän, men de förekommer också på lermarker. För objekt på lera kan problem med sättningar uppstå. För objekt på morän och höjder, där grundvattennivåerna normalt är avsänkta under perioder, innebär en grundvattensänkning inte ökad risk för skada. Fornlämningar som inte bedöms kunna påverkas är stensträngar/hägnader, färdvägar, kolningsanläggningar och fossil åkermark.

Inom program Tvärförbindelse Södertörn har ett antal arkeologiska utredningar och undersökningar genomförts för att identifiera de fornlämningar och övriga kultur-historiska lämningar som finns i närheten av tvärförbindelsen. De lämningar som inte tidigare varit kända har rapporterats in till Riksantikvarieämbetet. För att ta fram de lämningar som kan komma att påverkas av vattenverksamheten har inledningsvis information om alla lämningar inom det bedömda påverkansområdet tagits fram. Därefter har en bedömning gjorts av vilka lämningar som potentiellt är känsliga för förändringar i grundvattennivån. Bedömningen har gjorts utifrån två kategorier, om lämningen innehåller organiskt material och metaller som riskerar att brytas ned snabbare alternativt om lämningen är belägen på lera och riskerar att skadas av sättning. I följande avsnitt görs en värdering av bland annat objektens läge i terrängen, markförhållanden och om det är troligt att kulturlagren ligger under rådande grundvattenyta.

De lämningar som i sin helhet omfattas av slutundersökning omnämns i denna PM men konsekvensbedöms inte eftersom slutundersökningen beror på väganläggningens lokalisering. Vid en arkeologisk slutundersökning undersöks och dokumenteras fornlämningen, därefter kommer hela eller delar av de fornlämningar som påverkas av byggarbetet att tas bort. Detta steg genomförs när vägplanen har vunnit laga kraft men innan anläggandet av vägen startar, och berörs därför inte av vattenverksamheten.

De lämningar som är eller kan vara grundvattenkänsliga redovisas i kartbilaga D1.2. Yt- och grundvattenberoende objekt.

3.4.5 Inventering av naturvärden

Inventering och bedömning av naturvärden har genomförts dels med fokus på miljöer på land (terrestra miljöer) (Enetjärn Natur, 2017), dels med fokus på vattendrag (akvatiska miljöer) (Trafikverket, 2020[a]). Inventeringarna genomfördes enligt metoden "Naturvärdesinventering avseende biologisk mångfald (NVI) – genomförande, naturvärdesbedömning och redovisning" (Svensk standard, SS 199000:2014). Syftet med en naturvärdesinventering är att identifiera vilka naturvärden som förekommer inom ett område samt att dokumentera och naturvärdesbedöma dessa. Ett område som bedöms ha en enhetlig naturtyp och likartade värden avgränsas, bedöms och redovisas som ett naturvärdesobjekt. Naturvärdet bedöms utifrån biotopvärde och artvärde och ges en klass mellan 1 och 4, där klass 1 är högsta naturvärde och klass 4 är visst naturvärde. Metoden möjliggör jämförelser mellan olika typer av miljöer som exempelvis skogar, vattendrag och betesmarker.

Inventeringar av grodor och kräddjur har genomförts längs tvärförbindelsens sträckning (Calluna, 2016). En e-DNA provtagning med avseende på förekomst av groddjur har genomförts vid valda vattenmiljöer (Trafikverket, 2020[b]). Information om våtmarker och sumpskogar har inhämtats från Naturvårdsverkets Nationella Marktäckedata (NMD). De standardiserade inventeringarna har kompletterats med lokala fältbesök beroende på specifika frågeställningar.

Ett urval har skett av de objekt som inventeringarna har bedömts vara grundvattenberoende. Tillvägagångssätten för att identifiera vilka objekt som kan påverkas beskrivs i korthet nedan.

3.4.5.1 Grundvattenberoende naturvärden

Med naturvärdesobjekt avses i detta dokument ett geografiskt område som bedömts till en naturvärdesklass. De naturvärdesobjekt som kan påverkas av en grundvattensänkning finns i öppna grundvattenmagasin med ytlig (marknära) grundvattennivå. Sådana miljöer kan finnas inom utströmningsområde för grundvatten, vid släntfot, nedströms källor eller inom låglänt terräng. Fuktiga områden i högt belägna bergsvackor eller ovanför lertäckta områden påverkas enligt

resonemanget ovan inte av en grundvattensänkning i djupare jord- eller berglager. Kategorin potentiellt grundvattenberoende naturvärden inkluderar även våtmarker (myrar, mossar, sumpskogar), sjöstränder, vattendrag och fuktdrag enligt beskrivningarna i den terrestra naturvärdesinventeringen.

Efter den grova, initiala utsorteringen av potentiellt grundvattenskänsliga objekt har en förfinad bedömning genomförts. För delsträckan Solgård-Flemingsbergsskogen har det konstaterats att flera potentiellt grundvattenskänsliga objekt inte påverkas av grundvattensänkning eller att de utpekade naturvärdena inom objekten inte är grundvattenskänsliga. Dessa NVI-objekt har därmed avgränsats bort vilket redovisas i miljökonsekvensbeskrivningens Bilaga B1.1, *Utdrag ur naturvärdesinventeringar*.

3.4.5.2 Akvatiska naturvärden

Vattendrag inom utredningsområdet har identifierats med hjälp av VISS och kartmaterial. Avrinningen har modellerats baserat på höjddata och därefter har fältobservationer kompletterat avrinningsanalysen. Valda delar av de identifierade vattendragen har inventerats enligt svensk standard (Svensk standard, SS 199000:2014). Akvatiska naturvärden i sjöarna har enbart inhämtats från befintliga databaser. När det gäller om NVI-objekten kan vara ytvattenberoende har utgångspunkten varit att de objekt där det ingår ytvatten också är ytvattenberoende.

3.4.6 Förorenade områden och sediment

Längs med tvärförbindelsens sträckning finns områden med jord och grundvatten som kan innehålla miljö- och hälsofarliga ämnen i halter som kan vara skadliga. Information om föroreningsituationen i anslutning till planerad grundvattenbortledning har inhämtats via Länsstyrelsen i Stockholms läns planeringsunderlag (2020-10-27), som tillhandahåller information om MIFO-objekt (dessa betecknas med EBH-ID), samt via berörda kommuner. Länsstyrelsens planeringsunderlag är i hög grad baserad på bedömningar utifrån verksamhetstyp och under vilken tidsperiod verksamheten var aktiv. Objekt som listats kan därför vara fria från skadliga ämnen, och i de fall föroreningar finns behöver inte nödvändigtvis grundvattnet vara påverkat.

Det studerade underlaget omfattar skrivbordsstudier (MIFO Fas 1 undersökningar) samt rapporter över utförda marktekniska undersökningar. Dessutom har ytterligare områden identifierats genom programmets egna markundersökningar, som benämns potentiellt förorenade områden, PFO.

Resultaten från markundersökningarna har jämförts med Naturvårdsverket generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket 2009), samt farligt avfall (Avfall Sverige 2019).

4 Övergripande områdesbeskrivning

I detta avsnitt beskrivs det geografiska området på en övergripande nivå. Mer detaljerade områdesbeskrivningar finns i avsnitt 5–11, där vägens sträckning delats in i sju mindre delområden som beskrivs separat. Den geografiska avgränsningen mellan ingående delsträckor och delområden redovisas i Figur 4-1.

Landskapet som tvärförbindelsen sträcker sig genom är kuperat. Hela utredningsområdet är beläget under högsta kustlinjen, vilket innebär att det efter den senaste istiden var helt täckt av vatten. Landskapet har således påverkats av havets vågor och strömmar, samt av sedimentations-processen i hav och sjöar, där fina partiklar sjunkit till botten och ansamlats till dagens lerjordar.

Typmiljön kuperade höjdområden dominerar längs tvärförbindelsens sträckning och återfinns kring de tre bergtunnlarna och större delen av området mellan Gladö kvarn och Ekedal, samt i området runt trafikplats Rudan (se Bilaga D1.1). De mest höglänta områdena når omkring 100 meter över havet och består av berg i dagen eller berg täckta av tunna moräntäcken. Berggrunden domineras av gnejsiga bergarter av sedimentärt eller i vissa fall granitiskt ursprung. Gnejsen är i allmänhet vittrad i zoner och kan vara uppsprucken. Svaghetszonerna skapar spricksystem som tydligt framträder i landskapet i form av dalstråk och långsträckta sjösystem.

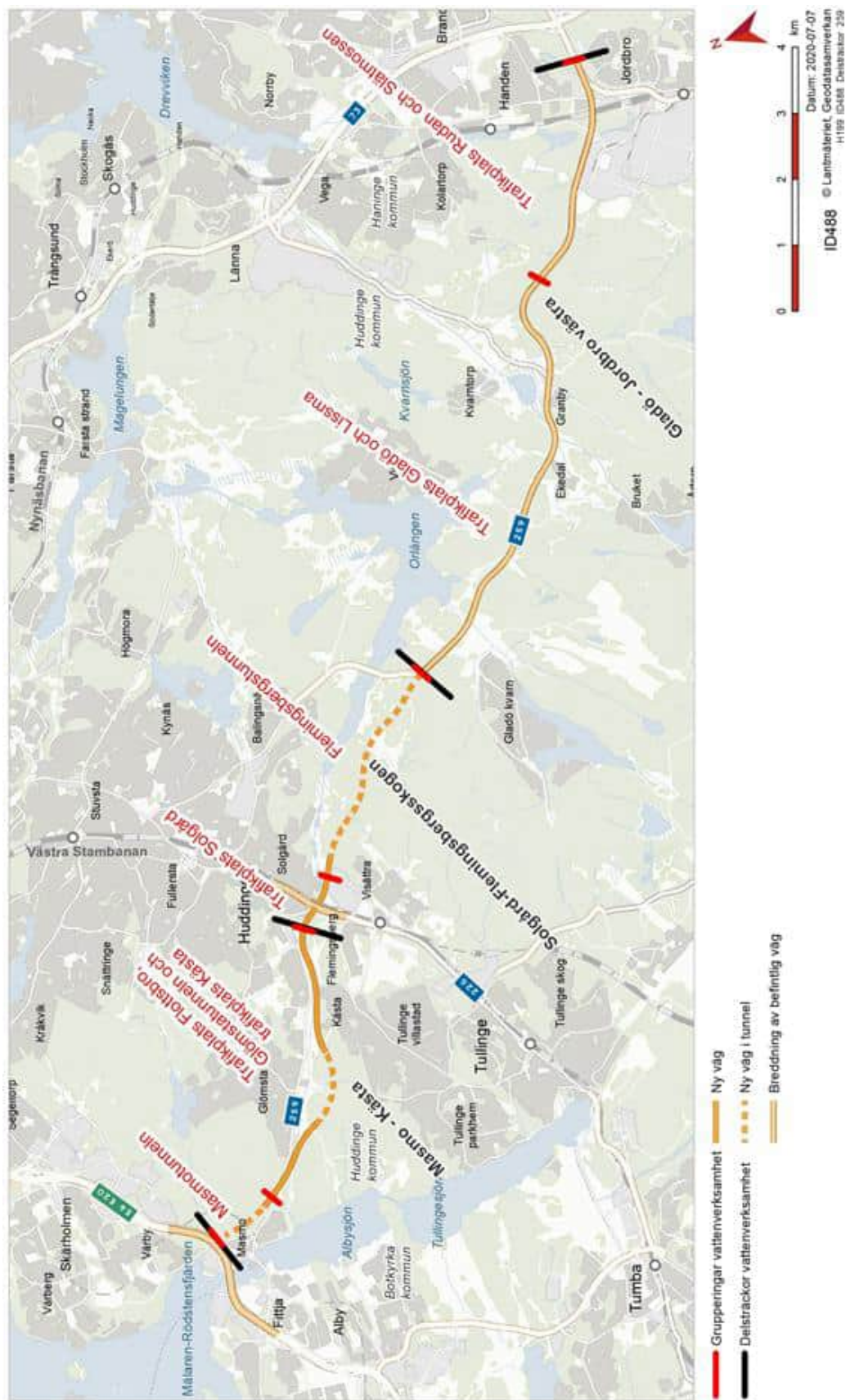
Genom de låglänta delarna av landskapet sträcker sig flera lerfyllda sprickdalgångar som bildats längs med svaghetszoner i berggrunden. Dessa moränjord- och lerjordfyllda dalgångar ligger 30–50 m över havet. Tvärförbindelsen sträcker sig genom sådan typmiljö vid trafikplatserna Kästa och Solgård, men även längs med en lång sträcka från km 16/500 till km 20/000, där vägen slingrar sig fram i dalgångarna bland annat förbi Lissmasjön (se Bilaga D1.1). Jordlagren i dalgångarna består huvudsakligen av lera ovan moränjordar. Längs med de större dalgångarna uppgår det totala jorddjupet vanligen till 10–30 m. Lerjordens mäktighet avtar mot dalgångarnas kanter mot omgivande bergshöjder, där går istället den underliggande friktionsjorden i dagen. Längs med de lerfyllda dalgångarna förekommer slutna, undre grundvattenmagasin i moränjordar under lera. Förutsättningar finns även för öppna, övre grundvattenmagasin i torrskorpelera.

Lertäckta dalgångar av varierande storlek korsar också tvärförbindelsens sträckning på flera platser. Dessa dalgångar, som är orienterade i nord-sydlig riktning, är oftast sidodalgångar som ansluter till större dalgångar i öst-västlig riktning. Sidodalgångarna täcks till största del av glacial lera och/eller organiska jordarter. Överlagrande lerjordar kan ge upphov till lokalt slutna magasinförhållanden. Jordlagrens totala mäktighet i dalstråken överstiger i allmänhet inte 20 meter.

Svallsediment är mer ovanligt men påträffas längs med tvärförbindelsens sträckning i området runt Masmotunnelns södra förskärning och vid trafikplats Flottsbro, samt vid Loviseberg (se bilaga D1.1). Dessa områden inrymmer öppna grundvattenmagasin med svallsediment och morän.

Den planerade vägen passerar genom två områden med typmiljön isälvsstråk. Längs tvärförbindelsens nordvästligaste delar ligger Tullingeåsen, som sträcker sig längs med sjösystemet Tullingesjön-Albysjön-Mälaren. Tullingeåsen ligger dock på ett sådant avstånd att den inte påverkas av den nya sträckningen för väg 259. I tvärförbindelsens sydöstligaste delar korsas isälvsstråket Västerhaninge-Kolarängen, där Jordbromalm och Handen utgör värdefulla hydrogeologiska formationer. Inom isälvsstråken finns sorterad friktionsjord i fraktionerna sand och grus som huvudsakligen inrymmer öppna grundvattenmagasin. Täckande lerlager saknas i stort i dessa områden.

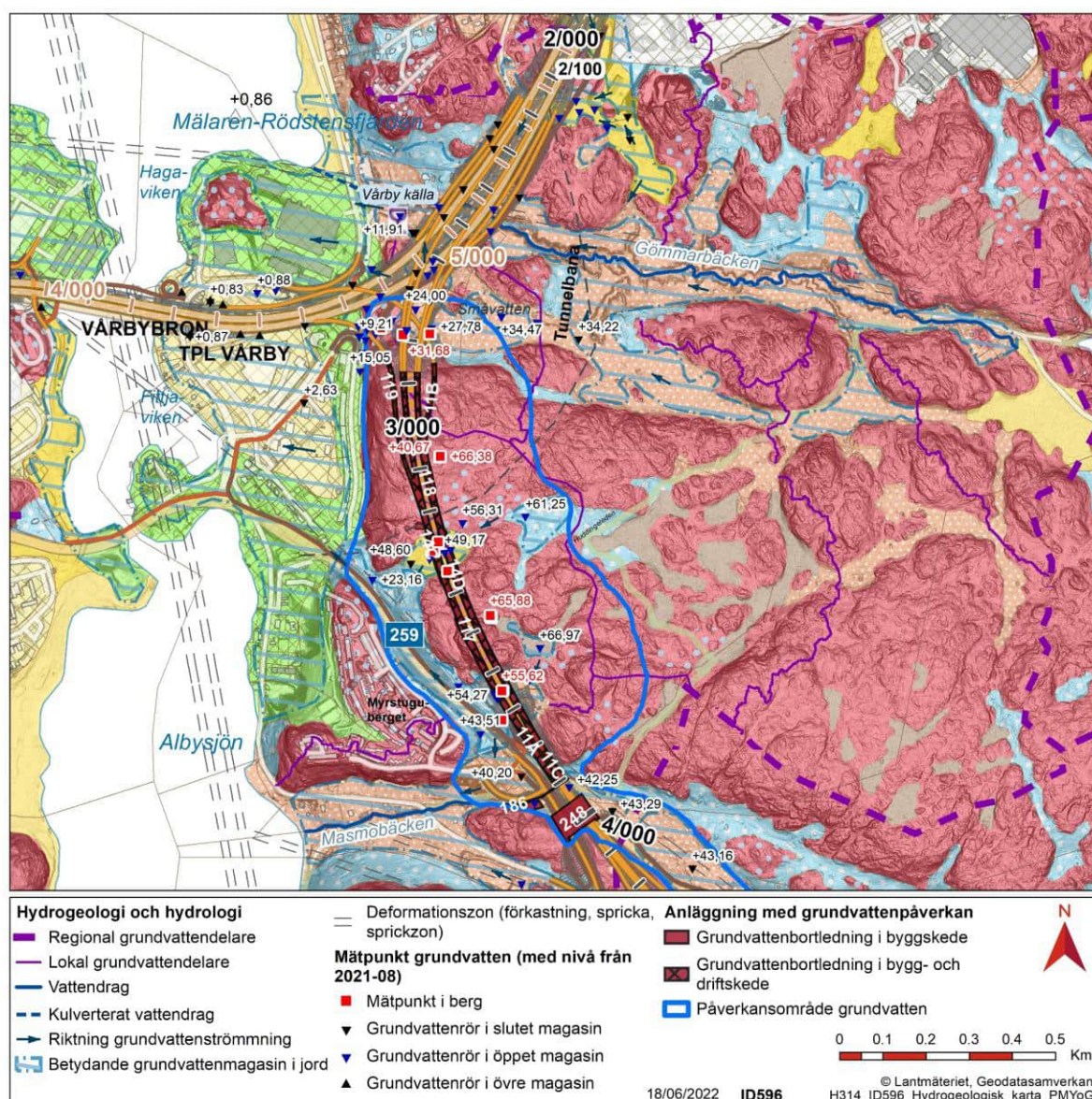
Längs med vägar, järnvägar och i andra områden där verksamheter bedrivs eller har bedrivits förekommer fyllningsjordar av varierande mäktighet ovan de naturliga jordarna. Dessa områden påträffas kring planerade trafikplats Solgård samt i området väster om Masmoberget (se Bilaga D1.1).



Figur 4-1. Geografisk gruppering av de åtgärder och verksamheter som innebär vattenverksamhet längs med väg 259. Den övergripande indelningen görs för tre delsträckor (samma som miljökonsekvensbeskrivningen utgår ifrån) avgränsade med svarta streck i figuren. Från väster till öster; 1. Masmo - Kästa, 2. Solgård - Flemingsbergsskogen och 3. Gladö - Jordbro västra. De röda strecken avgränsar de delområden som beskrivs i avsnitt 5–11.

5 Beskrivning Masmotunneln

Delområdet omfattar den planerade Masmotunneln och dess södra förskärning. Hela delområdet ingår i Östra Mälarens vattenskyddsområde. Tunneln passerar genom västra delen av Masmoberget (se Figur 5-1), som ingår i Gömmarens naturreservat. I norr ansluter Masmotunneln till den planerade trafikplats Gömmaren via tre förskärningar, broar och vägar på bank. I den parallella ansökan som rör Vårbybron och trafikplats Gömmaren redovisas den vattenverksamhet som dessa medför inklusive den samlade påverkan samt miljökonsekvenser där de olika anläggningsdelarnas påverkan sammanfaller (s.k. kumulativa effekter). Detta avsnitt redovisar den påverkan som bedöms uppkomma av bergtunneln genom Masmoberget och den södra förskärningen.



Figur 5-1. Hydrogeologisk karta för området kring Masmotunneln. För fullständig teckenförklaring se Bilaga D1.1.

Gömmarens naturreservat är ett tätortsnära kommunalt reservat som till stor del utgörs av gammal barr- och blandskog. På Masmoberget dominerar hållmarksskogen men det förekommer också fuktiga områden uppe på berget med mossetorv och sumpskog. Att området utgörs av naturmark innebär att inga föroreningar påträffats eller bedöms förekomma. I området bedöms fyra biotoper, identifierade i naturvärdesinventeringen, vara potentiellt grundvattenberoende. Se bilaga D1.2:1 för utbredning och läge. Biotoperna utgörs av blandskog och barrblandskog vilka bedömts ha påtagligt

eller visst naturvärde (naturvärdesklass 3 och 4). En bit ifrån tunnelns södra förskärning finns också två stenåldersboplatser som bedömts kunna vara känsliga för förändringar i grundvattennivåer (se bilaga D1.2:1).

Väster om tunneln ligger två bostadsområden; Myrstuguberget beläget på en bergshöjd åtskild av Botkyrkaledens dalsvacka och Masmo nedanför Masmobergets västra förkastningsbrant. Bebyggelsen är belägen utanför det bedömda påverkansområdet bortsett från en byggnad vid Myrstuguberget. Några vatten- eller energibrunnar förekommer inte inom tunnelns påverkansområde.

Norr om Masmotunnelns norra påslag ligger Vårby Källa. Delar av källans tillrinningsområde ingår i det bedömda påverkansområdet för tunneln. Norr om tunneln finns också ett småvatten som är en lokal där groddjur fortplantar sig på våren/sommaren. Småvattnets betydelse för den lokala populationen av groddjur har inte bedömts i naturvärdesinventeringen men bedöms ha ett högt värde. Den samlade påverkan samt miljökonsekvenser för dessa objekt redovisas i den parallella ansökan som rör Vårbybron och trafikplats Gömmaren.

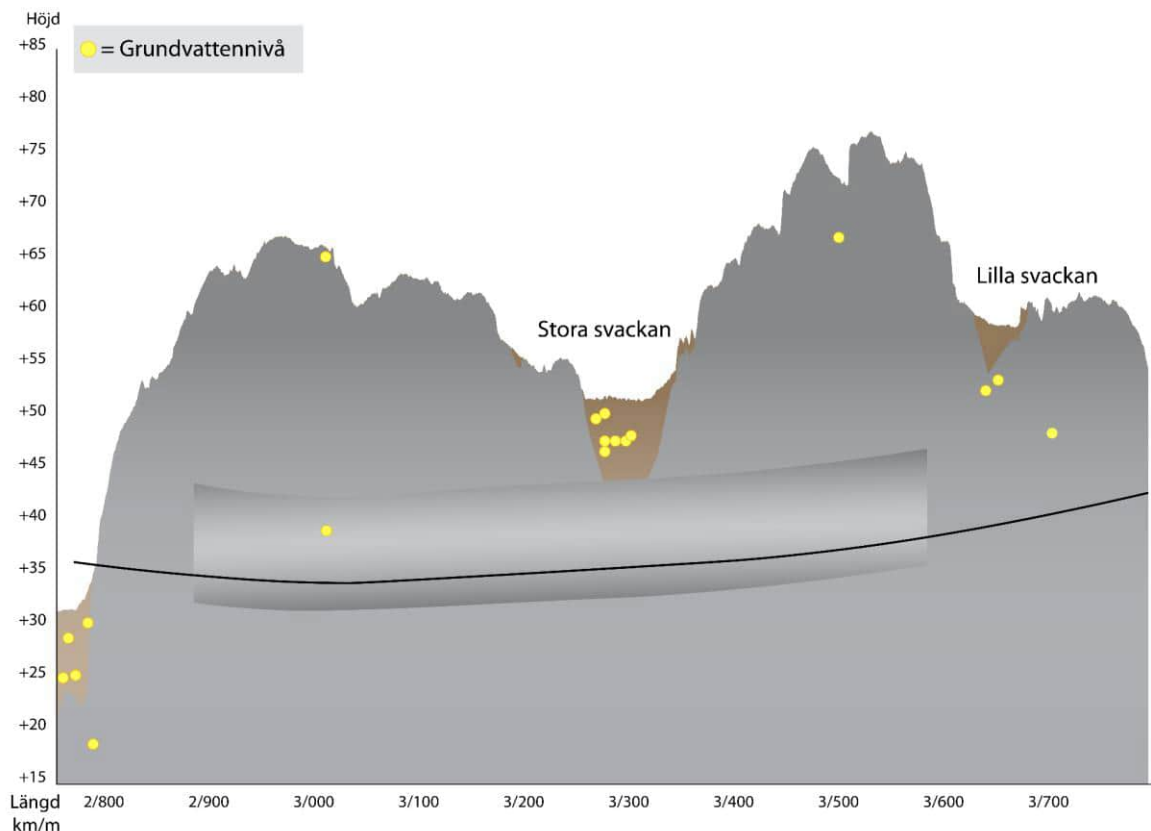
Det finns två befintliga bergtunnlar genom Masmoberget som medför viss pågående grundvattenpåverkan i området. Dels tunnelbanans röda linje, som har en bergförlagd station i Masmo. Till stationen hör också ett icke använt uppgångsschakt som går upp till Masmobergets hjässa, vilket var ämnat för ett bostadsområde som inte blev byggt. I närheten av Masmotunnelns södra förskärning finns en bergtunnel med spillvattenledningar under planerad vägsträckning.

5.1 Yt- och grundvattenförhållanden

5.1.1 Geologi och topografi

Tvärförbindelsen passerar genom Masmoberget mellan km 2/800 och km 3/800. Masmoberget är en tydlig del av landskapsbilden med en (sett till Stockholmsförhållanden) dramatisk topografi och branta sidor ner mot Masmo och Fittjaviken. Bergytan fortsätter ned under de lägre liggande områdena där jorddjup på över 120 m förekommer, vilket är bland de största jorddjup som uppmätts i Stockholmsområdet.

I Figur 5-1, som har SGU:s jordartskarta som bakgrund, framgår Tullingeåsen som mindre gröna partier. Den sträcker sig också under de områden där ytjorden utgörs av lerjord under fyllningsjord (gulrutig skraffering). Öster och söder om Masmoberget syns orangeprickiga områden i bland annat Gömmarbäckens dalgång och i anslutande dalstråk. Dessa är sandiga jordlager som svallats ut från Tullingeåsen i samband med att landskapet höjde sig ur havet efter senaste istiden. Sandjorden överlagras den moränjord (ljusblå i figuren) som finns närmst bergytan. Sandjor dar saknas nästan helt uppe på Masmobergets hjässa, där det istället finns mindre lokala svackor med organiska jordar, torv eller dy (ljusbrun färg i kartan). Röda ytor dominerar jordartskartan, vilket betyder att berget är synligt eller överlagras av enbart tunnare jordlager.



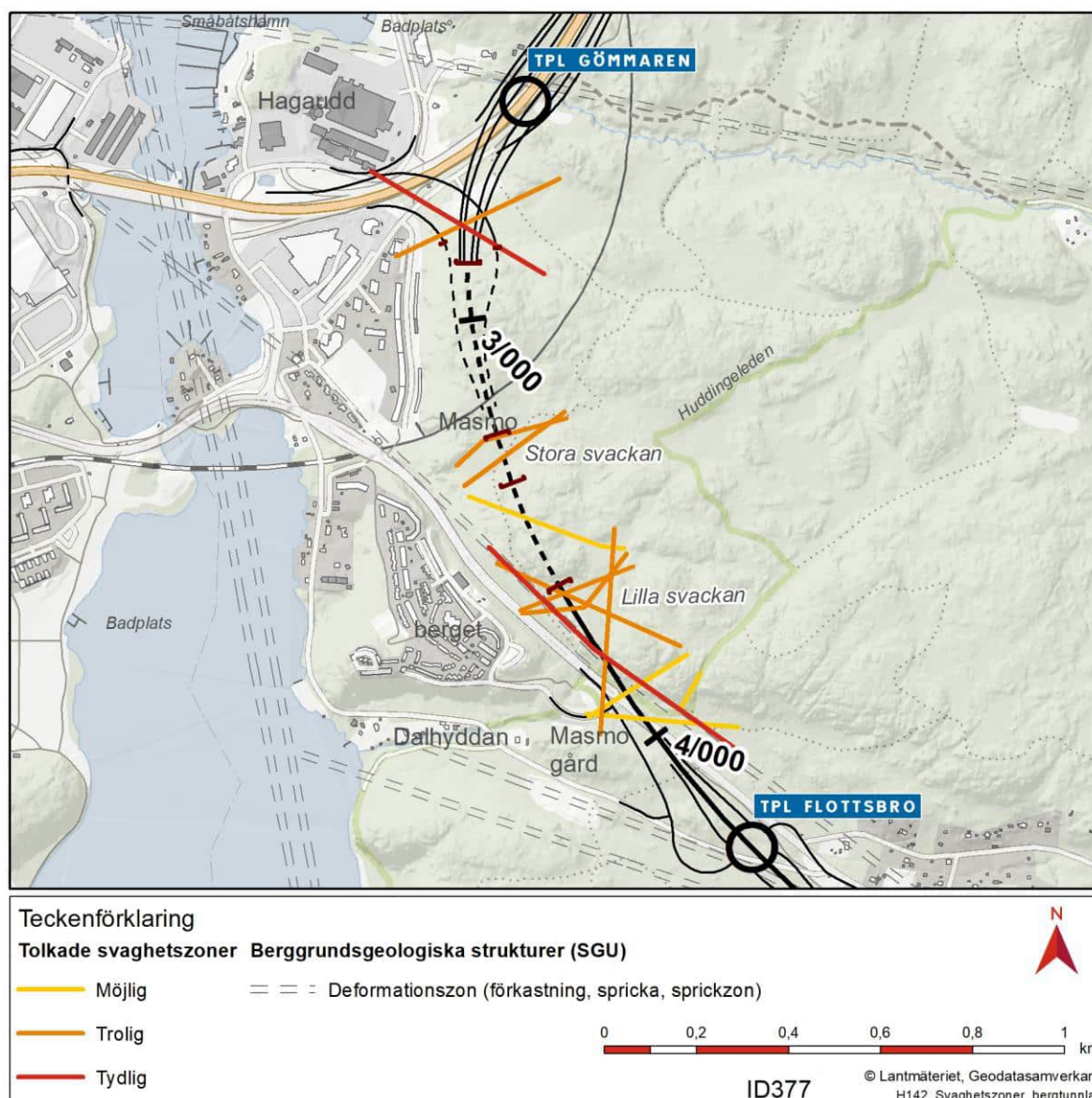
Figur 5-2. Profil av Masmotunneln som visar berg i grått, jord i brunt och uppmätta grundvattennivåer som gula punkter. Svart linje visar planerad vägyta.

Topografin är dramatisk i norra delen av den planerade tunneln, där bergets västra sluttning (belägen direkt väster om tunnelns planerade dragning) består av en förkastningsbrant. Längre söderut sluttar berget fortfarande kraftigt åt väster men höjdskillnaden är inte lika stor. Nedanför de västligaste delarna av Masmobergets södra fot (km 3/800) finns ett öst-västligt orienterat dalstråk, Masmobäckens dalgång, med huvudsakligen genomsläpplig sandjord på morän. Lokalt invid nuvarande Botkyrkaleden förekommer fyllningsjordar med mäktigheter om som mest 4–5 m, som överlagrar de naturliga jordarna.

Längs med Masmobergets sydvästra slänt har två nordost-sydvästligt orienterade jordfyllda dalstråk som tvärrar Masmotunneln identifierats. Dessa benämns i detta underlag stora svackan (km 3/300) och lilla svackan (km 3/600). Stora svackan är fylld med morän, som i skärningen med den planerade tunnellen lokalt täcks av lera. I passagen av lilla svackan består jordarna av sandjord och/eller morän. Jorddjupen i stora svackan understiger generellt 10 m, medan de i lilla svackan understiger 5 m (se Figur 5-2).

5.1.2 Berggrundsförhållanden

Masmoberget domineras av gnejsiga bergarter och den geologiska strukturen visar sprickbildningar och förkastningar längs med de i huvudsak nordväst-sydöstligt orienterade stråken, men även de nordost-sydvästliga är framträdande och visar sig bland annat i stora och lilla svackan (se Figur 5-3).



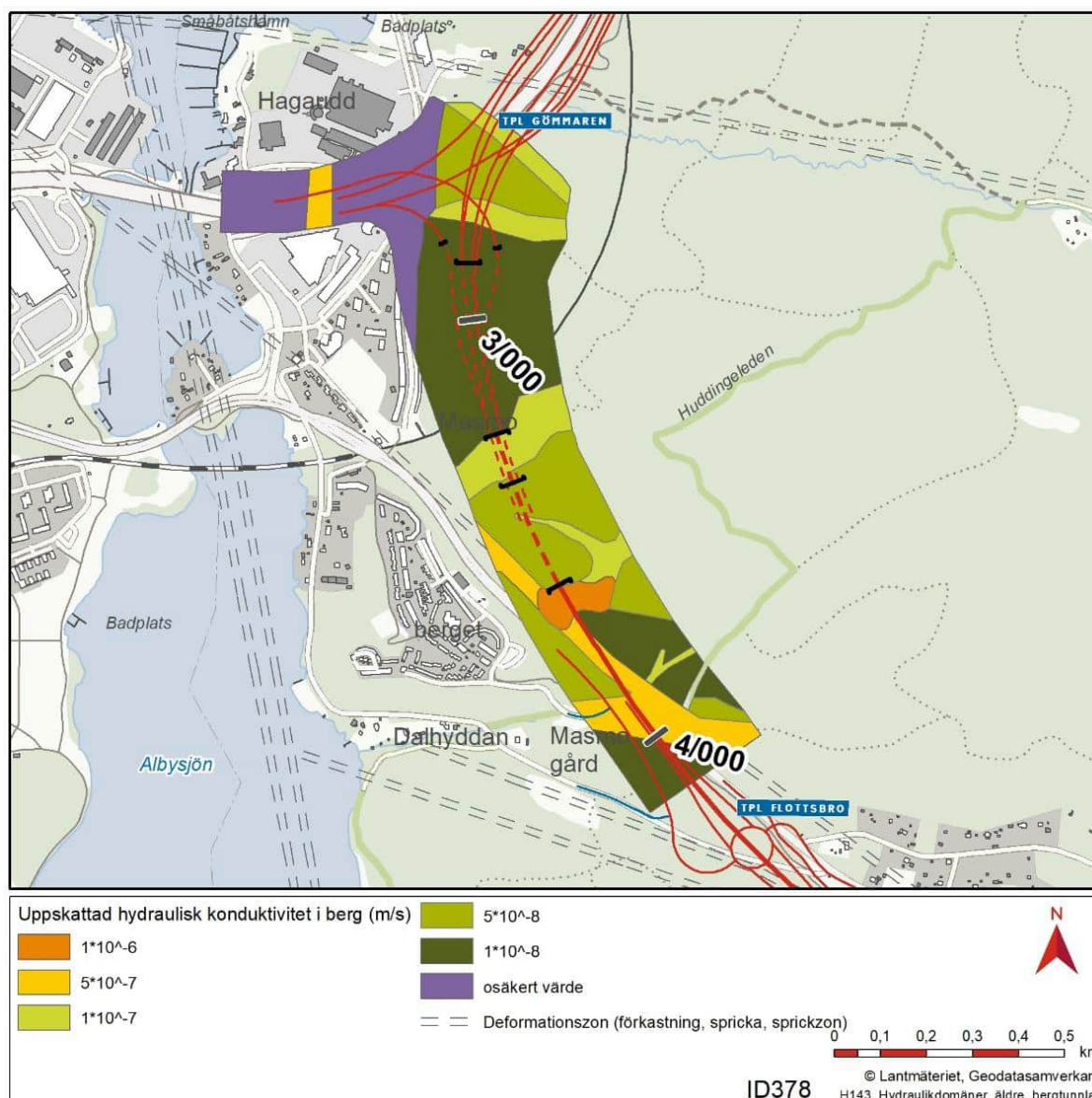
Figur 5-3. Identifierade svaghetszoner i berg längs med Masmotunneln.

I de två bergplintarna norr och söder om stora svackan är berget generellt av bättre kvalitet och relativt tätt. Bortsett från ytberget som är mer uppsprucket har endast ett fåtal vattenförande sprickor noterats i dessa områden. Längs stora och lilla svackan löper vattenförande sprickzoner och bergmassan uppvisar något sämre kvalitet. Vid lilla svackan har sprickzonerna olika orienteringar vilket ger upphov till en mer komplicerad geologi. Utförda vattenförlustmätningar i lilla svackan visar att berget är mer genomsläppligt än övriga områden längs Masmotunneln.

En indelning och karakterisering av hydrauliska konduktiviteter i berg har gjorts längs med tunnellen baserat på bergart, undersökningsborrningar, vattenförlustmätningar, SGU:s berggrundskarta, topografi med mera (se Figur 5-4).

Undersökningsborrningarna som indelningen baseras på är utförda i stora svackan och vid tunnelpåslagen i norr och söder. Senare borrningar och vattenförlustmätningar som istället lokaliserats till de två bergplintarna norr och söder om stora svackan visar att tätare förhållanden råder i den södra delen jämfört tolkningen som redovisas i Figur 5-4, och bekräftar den tolkade tätheten i den norra delen.

Undersökningarna bekräftar vidare att den dominerande sprickriktningen i området är nordväst-sydöstlig men visar också att nord-sydliga stråk är framträdande i den norra bergplinten.



Figur 5-4. Bedömda bergkonduktiviteter inom modellområdet. Tiopotential redovisas i teckenförklaringen i formatet $n \cdot 10^m$. De gröna områdena är de minst genomsläppliga, de orange är de mest genomsläppliga och de gula ligger däremellan.

5.1.3 Grundvattenförhållanden

Avrinningen från mindre grundvattenmagasin i jordlager i ett höjdområdes hjassa kan i princip ske på två sätt beroende på den underliggande berggrundens egenskaper. Där berggrunden är tät (saknar större spricksystem) styrs avrinningen av nivån på den lägsta omgivande bergtröskeln. Det vill säga att avrinning endast sker till lägre liggande område när grundvattennivån överstiger tröskelnivån. Förekomst av våtmarker inom höjdområden indikerar denna typ av jordlagermagasin. Där jordmagasin är belägna i en bergsvacka med underliggande spricksystem sker avrinningen via dessa sprickor och balansen mellan nederbördens grundvattenbildning och avrinning styrs av spricksystemets genomsläpplighet. Lokala svackor med torr eller frisk markfuktighetsklass indikerar jordlagermagasin av denna typ.

I Figur 5-1 redovisas områdets lokala vattendelare och där framgår att avrinningen inom Masmotunnelns påverkansområde framförallt sker åt väst, kanaliserad via stora och lilla svackan som är lokala utströmningsområden för grundvattnet. På grund av den branta topografin avrinner troligen även en viss del via sprickor i berggrunden. Ett mindre område vid Masmotunnelns norra förskärning avrinner mot ett mindre jordfyllt dalstråk som i sin tur avrinner ned mot Vårby källa. I Masmobergets östra del, där det förekommer flera lokala svackor med organisk jord, sker merparten av avrinningen norrut mot Gömmarbackens dalgång. Denna del ligger utanför Masmotunnelns påverkansområde.

Mätningar av grundvattennivåer i berg visar generellt på relativt höga nivåer nära markytan och samvariation med ovanliggande eller intilliggande grundvattenmagasin i jord. Bergplinten norr om stora svackan avviker från detta genom en påtaglig lokal variation mellan borrhål. Nivåer har uppmätts dels kring +40 (ungefär i nivå med planerad tunnel), dels kring +64 (motsvarandes 3 m under marknivå). Det förekommer således spricksystem som står i kontakt med lägre liggande terräng såväl som spricksystem som saknar sådan kontakt. Att de låga nivåerna inte förekommer i samtliga borrhål bekräftar bedömningen av att berget är förhållandevis tätt och att det är ett fåtal sprickor som är vattenförande. Några synliga källutflöden av berggrundvatten förekommer inte inom Masmobergets branta sluttningar. Vattenförande sprickor mynnar ut i jordlagren under lägre liggande markyta. Genom att grundvattennivåerna i jord vid brantens västra fot ligger cirka 40 m lägre än den planerade tunneln fungerar branten som en hydrogeologisk gräns för hur långt en grundvattensänkning från tunneln kan nå i den riktningen.

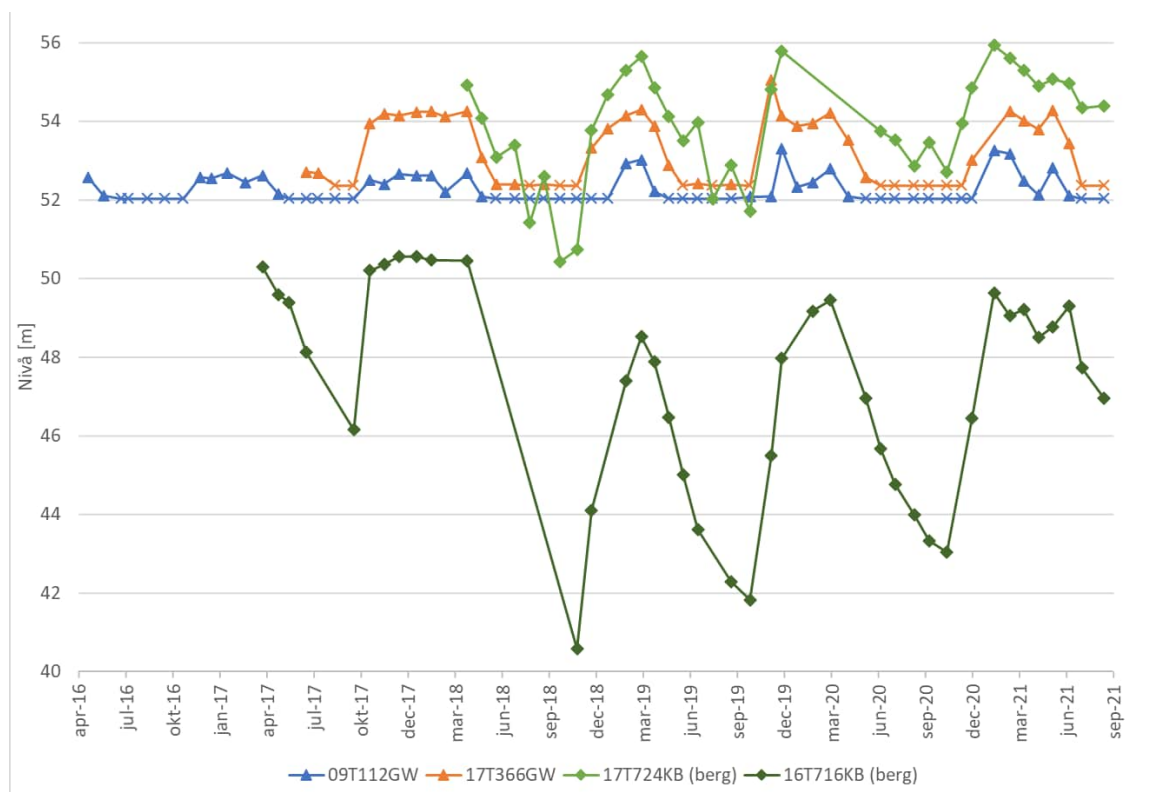
Det går inte att utesluta att det är tunnelbanans tunnel och station med (stängd) uppgång till Masmobergets hjässa som orsakar den låga grundvattennivån i den norra bergplinten. Med hänsyn till anläggningens ålder (togs i bruk 1972) bedöms det inte som troligt att någon mer omfattande injektering genomförts. Erfarenhet från äldre bergtunnlar visar dock att de efter hand "självstätas" bland annat genom utfällningar i tidigare vattenförande sprickor. Om tunnelbanan orsakade en påverkan de första åren efter den togs i drift är okänt men Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har genom undersökningar, utförda parallellt med och närmst efter tunnelbygget, konstaterat att anläggandet och driften inte påverkat tillrinningen till Vårby källa (SGU 1966). Även om det är tunnelbanan som orsakar de låga grundvattennivåer som noterats vid dagens nivåmätningar tyder mycket på att berget är förhållandevis tätt och att inläckaget till anläggningen i detta område kan bedömas som litet.

I bergplinten söder om stora svackan visar mätningar att grundvattennivån i berg varierar mellan +64 och +67 (motsvarandes 1-4 m under marknivå). Den årsvisa nivåvariationen följer fluktuationen i intilliggande grundvattenmagasin i jord med skillnaden att när jordmagasinet torkar ut under sommarmånaderna ses grundvattennivån i berg fortsatt avta. Grundvattennivåer nära markyta i höjdområden indikerar att berget är förhållandevis tätt, vilket bekräftas av de vattenförlustmätningar som utförts i området. Utförda vattenförlust-mätningar visar också att ytberget är relativt uppsprucket, vilket förklarar den tydliga samvariationen med det intilliggande jordmagasinet.

Grundvattennivåerna i jord och berg längs med den planerade tunnellen har i höjd med stora svackan uppmätts till mellan +47 och +51 (motsvarandes 1-4 m under marknivå). Vid stora svackan är de årsvisa nivåvariationerna i berg måttliga och ser vidare ut att samvariera med grundvattnet i jord. Högre upp i terrängen har grundvattennivåer kring +56 respektive +61 uppmätts. Nedströms svackan, längs Botkyrkaleden, visar mätningar att grundvattennivån är betydligt lägre, omkring +23. När Vägverket undersökte stora svackan i samband med projekteringen av Masmolänken 2009 konstaterades att jordlagrens vattenförande förmåga var tämligen hög (beräknat medelvärde för transmissivitet om $3,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$) (Geo Logic, 2010). Att de höga grundvattennivåerna vid tunnelläget kan upprätthållas, trots hög genomsläpplighet och stor hydraulisk gradient mot

Botkyrkaleden, tyder på att det finns en tröskel eller trång sektion precis nedströms tunnelläget. En dämmande bergsrygg har verifierats vid geotekniska sonderingar och uppströms denna finns ett sankt utströmningsområde för grundvatten. Även högre upp i terrängen, uppströms tunnelläget, tyder de höga grundvattennivåerna på förekomst av bergtrösklar.

Vid lilla svackan ligger grundvattennivåerna i jord och i berg som högst kring +55 (nära markytan) i läget för den planerade förskärningen. De årsvisa nivåvariationerna är stora; om vintern ligger nivåerna kring markytan för att på sommaren sänkas av hela 5–10 m, varvid magasinet i jord torrläggas (se Figur 5-5). Torrläggningen bedöms bero av att magasinet är litet och har ett begränsat tillrinningsområde samt av påverkan från spillvattentunneln under svackan. Vid anläggandet av spillvattentunneln noterades kraftigt inläckage i en svaghetszon i berget som har identifierats strax söder om Masmotunnelns södra påslag. Spillvattentunneln förstärktes och injekterades enligt uppgift i berört parti (Vägverket, 2009), men viss påverkan kvarstår för grundvattenförhållandena i jord och berg. Tvärförbindelse Södertörn saknar information avseende inläckage av grundvatten till anläggningen. Från lilla svackan avrinner grundvattnet dels åt söder mot Masmobäckens dalgång, dels åt nordväst längs dalgången som följer Botkyrkaleden. De geofysiska undersökningar och grundvattennivåmätningar som utförts i området visar att det inte förekommer någon bergbetingad vattendelare nedströms svackan.



Figur 5-5. Uppmätta grundvattennivåer i jord och berg vid lilla svackan från 2016 till 2021. 09T112GW och 17T366GW är återkommande torra under sommarperioden (kryssade punkter).

Masmobäckens dalgång inrymmer ett öppet grundvattenmagasin med nivåer som intill nuvarande Glömstavägen uppmätts till mellan +37 och +42,5. Grundvattenytan ligger någon meter under den ursprungliga marknivån. Strömning sker mot Masmobäckens dalgång i väst och vidare ner mot Tullingeåsen/Albysjön. De vattenförande egenskaperna i formationen bedöms preliminärt som relativt goda, baserat på jordartsförhållandena.

Väster om Masmotunneln ligger den av vattenmyndigheten utpekade grundvattenförekomsten Tullingeåsen-Ekebyhov-Riksten (SE656949-161825). Dess kvantitativa status bedöms som god med mycket goda möjligheter till uttag av vatten medan dess kemiska status bedöms som

otillfredsställande med hänsyn till att det finns PFAS-föroreningar (högfluorerade ämnen) i åsens södra delar³. De beslutade miljökvalitetsnormerna är god kemisk grundvattenstatus med undantag för PFAS¹¹ och god kvantitativ status (Länsstyrelsen, 2021). Miljökvalitetsnormerna omfattar även områdesskydd för dricksvatten. Lokalt är Tullingeåsen ett utströmningsområde för grundvattnet från västra delen av Masmoberget. Tullingeåsen står i hydraulisk kontakt med ytvattnet i Mälaren/Albysjön.

5.1.4 Ytvatten

Inom berörda delar av Masmoberget finns ett antal sänkor i terrängen, vilka fungerar som lokala utströmningsområden för grundvatten. Från området norr och nordost om Masmotunneln strömmar vatten som samlas i sänkorna företrädesvis ut via ett system av mindre bäckravin, som sedermera ansluter till Gömmarbäcken. Från området kring Masmotunnelns södra förskärning sker avrinningen istället som ett markvattenflöde, av vilket en del strömmar ut i Masmobäcken väster om befintlig väg 259. En del av avrinningen från Masmoberget samlas upp i befintliga dagvattensystem för exempelvis befintlig väg 259. Därifrån rinner vattnet vidare och når slutligen sjöarna Albysjön eller Mälaren.

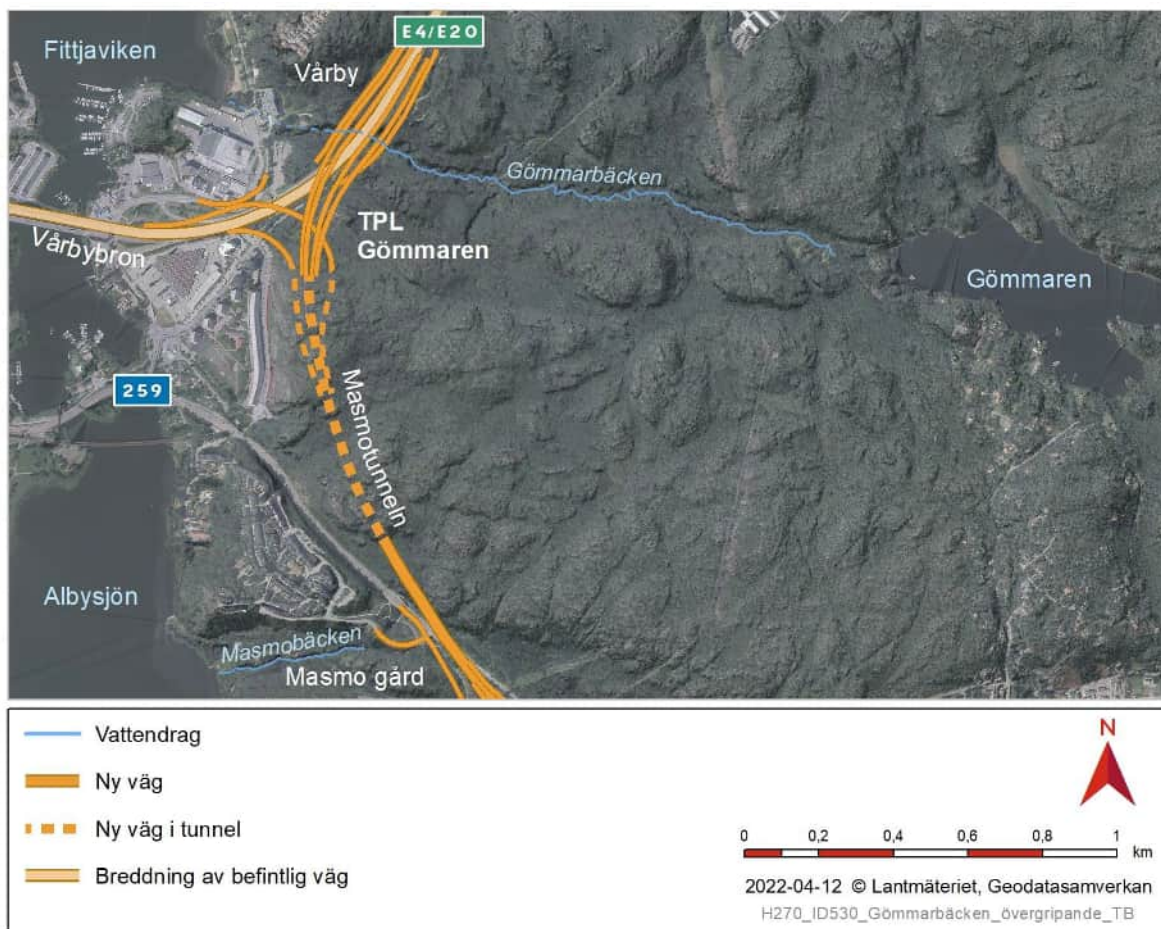
I utredningsområdets nordvästra delar ligger de utpekade vattenförekomsterna Mälaren-Rödstensfjärden (SE657330-161320, del av Mälaren) och Albysjön (SE657170-161793). Sjöarna är hydrauliskt sammanbundna via Fittjaviken och Hagaviken. Båda vattenförekomsterna uppnår god ekologisk status, men ingen av dem når idag god kemisk status. Beslutade miljökvalitetsnormer är god ekologisk status samt god kemisk status med undantag i form av mindre stränga krav för polybromerade difenyletrar och kvicksilver (generella undantag som gäller för samtliga ytvattenförekomster) (Länsstyrelsen, 2021). Undantag i form av tidsfrist för att uppnå god kemisk status för PFOS är angivet till 2027. För Mälaren-Rödstensfjärden finns även ett undantag i form av tidsfrist till 2027 för tributyltenn.

Miljökvalitetsnormerna omfattar även skyddade områden för badvattenkvalitet, fiskvatten och dricksvattenförsörjning. Både Mälaren och Albysjön utgör riksintresse för yrkesfiske. De båda sjöarna är av större intresse för vattenverksamheten vid Vårbybron och trafikplats Gömmaren och beskrivs därför mera utförligt i den ansökan.

5.1.4.1 Gömmarbäcken

Gömmarbäcken är en nästan 2 km lång skogsbäck. Bäckens börjar strax väster om sjön Gömmaren och rinner längs en sprickdal i västlig riktning ner mot Mälaren i höjd med Vårby (se Figur 5-6). Avrinningsområdet, som är 2,3 km², domineras av skogs- och hållmarker. I väst avgränsas avrinningsområdet av en vattendelare som löper uppe på Masmoberget, parallellt med den planerade tunneln. Bäckens får således sitt vatten från området öster om vattendelaren. Jordlagren i avrinningsområdet består huvudsakligen av postglacial sand utan täckande lerlager. De genomsläppliga jordarna innebär att utbytet mellan yt- och grundvatten är stort.

³ Senaste statusklassning för kvantitativ status är från 2019-08-29 och för kemisk status från 2021-05-18.



Figur 5-6. Gömmaråsen och Masmobäckens sträckning.

Vattenrörelser i kombination med de erosionsbenägna sandjordarna har med åren eroderat fram en markant bäckravin, längs vars botten Gömmaråsen rinner. Stora delar av Gömmaråsen ingår tillsammans med omgivande skogsområde i Gömmarens naturreservat och bedöms ha höga naturvärden.

Idag leds Gömmaråsen i trumma under befintlig väg E4/E20. Den del av bäcken som är belägen nedströms E4/E20 inventerades på försommaren 2018 av Tyréns (Trafikverket, 2020[a]). Vattendraget är kraftigt modifierat med flera dammar. Det bedöms som vattenförande året om i ravinmiljön. Även delen närmast utloppet är kulverterad.

5.1.4.2 Masmobäcken

Masmobäcken är en drygt 400 m lång skogsbäck som rinner i västlig riktning söder om befintlig väg 259 mellan två markerade bergpartier och mynnar slutligen i Albysjön (se Figur 5-6 och Bilaga D1.1:1). Avrinningsområdet uppgår till 0,58 km² och är beläget mellan foten av Masmoberget och Albysjön. Delar av Masmobergets sluttningar norr om befintlig väg 259, i och öster om lilla svackan, ingår också i avrinningsområdet. Åt sydost sträcker sig avrinningsområdet längs den dalgång som följer Masmovägen. Vägdiken och ett antal olika dagvattenbrunnar leder både vägdagvatten och naturvatten från avrinningsområdet till bäcken.

Jordlagren i området består huvudsakligen av postglacial sand utan täckande lerlager. Erosion har även här skapat en tydlig bäckravin. Ravinsidorna är branta och försedda med riklig vegetation som förhindrar vidare erosion. I ravinens botten i bäckfåran sker en lokal erosion och deposition av bottenmaterial. Bäcken har i samband med fältbesök under sommaren 2018 noterats vara helt uttorkad.

Masmobäcken bedöms sakna förutsättningar för fisk då vattenflödet är litet och lutningen brant. Vattendraget bedöms ändå ha ett påtagligt naturvärde på grund av biotopens naturlighet och ovanlighet i regionen (Trafikverket, 2020[a]) och området är utpekad som nyckelbiotop av Skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen, 2020).

5.2 Planerad verksamhet och bedömd grundvattenpåverkan

Delområdet omfattar Masmotunneln inklusive dess södra förskärning. I Tabell 5-1 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som avses förläggas under grundvattennivå och därmed bedöms kunna orsaka grundvattenpåverkan i något skede. I tabellen redovisas även de grundvattenförhållanden som råder idag vid respektive anläggningsdel samt förhållandet vid grundvattenbortledning.

Tabell 5-1. Omfattning av anläggningsdelar tillhörande Masmotunneln. Konstruktionernas anläggningsnummer (ID) är enligt gällande systemhandlingsprojektering.

ID	Anläggningsdel	Markyta	Medel- grundvattennivå	Schaktdimension (längd x bredd x djup)	Dräneringsnivå - byggskede (B) - driftskede (D)
117 118 11B 119	Norra bergtunneldelen	+55 till +72	+40 alt. +64	-	+31 till +33 huvudtunnlar (B, D) +21 till +32 ramptunnlar (B, D)
14C 14D	Betongtunnel	+52	+48 till +51	125x50x20	+32 till +33 (B, D)
117 118	Södra bergtunneldelen	+70 till +77	+67	-	+33 till +36 (B, D)
11A 11C	Bergskärning vid södra tunnel- mynningen	+45 till +62	+40 till +54	250x50x25 (som djupast)	+36 till +41 (B, D)

5.2.1 Masmotunneln inklusive dess södra förskärning

Vid anläggande och drift av Masmotunneln (ID 117, 118, 11B, 119) kommer det ske ett inläckage av grundvatten från omgivande berg och jordlager till anläggningen. Berget som tunneln passerar är generellt av god kvalitet. De största inläckagen, och den därmed största påverkan på omgivande grundvattennivå, kommer att ske där tunneln passerar vattenförande svaghetszoner i berget. Masmotunnelns kommer anläggas från söder mot norr, det vill säga först med förskärningen följt av den södra bergtunneln och från stora svackan vidare i de norra bergtunnlarna. Arbeten i stora svackan kommer att inledas samtidigt som arbeten vid södra förskärningen och pågå parallellt med tunneldrivning i berg.

Förskärningen vid det södra påslaget är drygt 250 m lång (ID 11A, 11C) och kommer att skära genom både jord och berg tvärs lilla svackan. Arbetena innebär behov av schaktning i jord och berg till en nivå motsvarandes som mest 20 m under medelgrundvattenytan. Ytlig avrinning och grundvattenströmning i jord från uppströms områden kommer att ledas runt skärningen med hjälp av vallar och murar. Under sommarmånaderna kommer det framförallt vara vid nederbördstillfällen som barriärerna fångar upp vatten eftersom nivåmätningar visar att grundvattenmagasinet i jord återkommande torrläggs under denna period. Inläckage till skärningen kommer att kunna ske via sprickor i berget. För att begränsa inläckaget planeras injektering av både bergvägg och -botten. I anslutning till skärningen kommer också ett vertikalt borrhål anläggas för

att leda kväverikt länshållningsvatten från Masmotunneln och Glömstatunneln till den underliggande spillvattentunneln. Borrhålet ska användas fram tills att tunnelnarnas VA-system driftsatts.

Betongtunnelarna (ID 14C, 14D) anläggs i ett gemensamt schakt vid passagen av stora svackan (km 3/250 – 3/350) med anledning av otillräcklig bergtäckning. Anläggningsarbetena för betongtunneln innebär schaktning i såväl jord som berg ner till ett djup om 15–20 m under medelgrundvattennivå. Tunnelns väggar och tak gjuts på plats i schaktet på en bergbotten. När betongtunnelarna är färdiga kommer markytan att återställas och grundvattenströmning kommer att kunna ske i jord ovanpå tunnelarna. De färdiga betongtunnelarna får täta väggar och tak, men ett visst inläckage kan komma genom betongtunnelnarnas bergbotten. För att begränsa inläckaget planeras injektering av bergbotten. Anläggningen kommer i princip att ligga helt nedsänkt i berget.

För att bedöma den grundvattenpåverkan som Masmotunnelns dränering kan ge upphov till har en tredimensionell modellering utförts i modellprogramvaran FEFLOW (se beräkningsbilaga D1.3 för närmare beskrivning). Beräkningarna har gjorts för otätad tunnel och för otätad förskärning men för delen som kommer att anläggas med betongtunnelar har utförandet varierats med olika grad av tätning av schakt. Resultaten av beräkningsfallet med helt otätat schakt för betongtunnelarna redovisas i Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Beräknade inläckage för de olika tunneldelarna.

	Längd (m)	Inläckage (l/min)	Enhetsinläckage (l/min, 100m)
Norra bergtunneldel	380	18	4,7
Betongtunnel	120	9	7,5
Södra bergtunneldel	250	12	4,8
Södra förskärning	250	51	20,4
Totalt	1000	90	9,0

Den upprättade modellen i FEFLOW hanterar områdets komplexa topografi bra genom modellverktygets möjlighet till att bygga upp komplexa nät av beräkningsnoder (grid). Jordlagren och framför allt berggrundens heterogenitet avseende de hydrauliska egenskaperna är med nödvändighet förenklade men är hanterade enligt branschpraxis. Viktigast att beakta vid analys av resultatet är att modellerna är upprättad, kalibrerad och redovisar stationära förhållanden. Det vill säga att grundvattenbildning, grundvattennivåer et cetera ligger stabilt utan årstidsvariationer. Detta är normalt då en transient modell (en modell som redovisar årstidsvariationer) omfattar en helt annan nivå av indata och modellarbete som inte är rimlig för frågeställningen.

För bergtunnelarna visar modellresultatet på låga inläckage trots otätad tunnel. Detta beror dels på bergets egenskaper som vid undersökningar visas ha övervägande låg vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet), dels tunnelns läge intill bergsbranten där delar av omgivande grundvattenmagasin ligger lägre än tunnelnivån. För betongtunneldelen där schakt från markytan genom jordlager och ned i berg ska utföras visar modellen på små inläckage till schaktet. Viktigt att notera är att modellen beräknar inläckaget till det öppna schaktet samtidigt som bergtunnelarna finns utsprängda. I verkligheten kommer schaktning att påbörjas innan bergtunnelarna sprängts ut och det modellerade scenariot uppnås först senare. Modellen underskattar därför sannolikt inläckaget under den inledande perioden.

Förskärningen beräknas otätad läcka in drygt hälften av det totala beräknade inläckaget i modellkörningarna. Grundvattenmodellens stationära förhållanden tar inte hänsyn till

grundvattenbildningens variation över året där jordlagren inom vissa delar av området torrläggas under sommarperioden till följd av jordlagrens genomsläpplighet och dränering till befintlig tunnelanläggning. Även här bedöms modellens stationära beräkning inte fullt ut hantera de verkliga förhållandena där grundvattennivån i jord varierar förhållandevis mycket beroende på befintlig tunnelanläggnings dränering. Modellen överskattar därför sannolikt inläckaget till förskärningen.

Som jämförelse till de i tabellen beräknade totala inläckaget på cirka 90 l/ min har inläckaget beräknats med analytisk beräkningsformel där grundvattnets trycknivå ovan tunneln antas vara konstant. För en otätad bergtunnel samt bergschakt för betongtunnel och förskärning fås då ett inläckage på 360 l/min. Alltså fyra gånger så högt. Den analytiska beräkningen kan inte hantera tunnelns läge nära en bergsbrant som begränsar inflödet från det hållet men kan till del ses som vilket inläckage som momentant skulle kunna läcka in under tillfällen med stor grundvattenbildning (exempelvis varaktiga höstregn).

I beräkningsbilaga D1.3 redovisas en beräknad vattenbalans för Masmotunnelns beräknade påverkansområde. Inläckaget 360 l/min motsvarar 155 % av potentiellt tillgängligt grundvatten, det vill säga att beräkningsformeln (med opåverkad grundvattentrycknivå) inte ger ett realistiskt utfall. Motsvarande för den numeriska beräkningen är att 90 l/min motsvarar cirka 40 % av potentiellt tillgängligt grundvatten. Vad som dock är av större intresse är vattenbalansen uppdelat i berg- och betongtunneldel respektive södra förskärningen eftersom de olika delarna i stort påverkar olika avrinningsområden. Förskärningen påverkar ett område som avrinner mot sydväst och Masmobäcken (lilla svackans avrinningsområde) medan tunneldelarna påverkar områden som avrinner åt väst. Utifrån detta blir inläckagets andel av potentiellt tillgängligt grundvatten cirka 25 % för berg- och betongtunneldelen och cirka 70 % för förskärningen. Med hänsyn till den branta topografi som råder och bristen på större grundvattenmagasin som kan fördröja vattnet bedöms dock avrinningen från området ske mycket snabbt varför mängden tillgängligt grundvatten som är av betydelse för området potentiellt överskattats.

5.2.1.1 Bedömd grundvattenpåverkan bergtunneldelen

För bergtunneldelarna bedöms grundvattenmodellen utgöra ett bra bedömningsunderlag både gällande förväntat inläckage och utbredning av påverkansområdet. Detta trots förväntade måttliga inläckage. Modellresultatets giltighet styrks av de senare utförda nivåmätningarna och vattenförlustmätningarna i berg som för de norra bergtunneldelarna visar att berget redan är delvis dränerat via sprickor som står i kontakt med lägre terräng eller med tunnelbanans bergtunnel, och som för de södra bergtunneldelarna visar att berget är tätare än tidigare förmodat.

Modellresultatet indikerar att bergtunneldelarna sannolikt inte behöver tätas för att ha måttliga inläckage med måttlig påverkan för områdets grundvattentillgång. Då Masmobergets hjässa saknar större jordlager som kan magasinera nederbörd under torrperioder bedöms inläckaget dock kunna variera relativt stort om förekommande sprickzoner i berg lämnas otätade. Detta skulle kunna medföra en belastning inte minst för bortledning och hantering av dränvatten. Då mottagande ledningssystem har begränsad kapacitet har ett funktionskrav specificerats för tunneln om att hålla nere inläckaget vid ungefär 10 l/min per 100 m tunnelsektion.

Med stöd av vattenbalansberäkningen bedöms ett inläckage i modellberäkningens storlek inte medföra någon märkbar påverkan för det marknära vattenförhållandena inom redovisat påverkansområde. Även ett större inläckage upp till funktionskravets nivå (eller till och med något högre periodvis över året) bedöms inte generera en nivåpåverkan av betydelse. Inom de bergshöjder som bergtunnlarna passerar saknas större grundvattenmagasin som kan lagra grundvatten mellan de kortvariga perioderna med grundvattenbildning i samband med snösmältning eller större nederbörds mängder under perioder med litet växtupptag. Därmed saknas generellt

grundvattenberoende vegetation inom bergshöjderna. Det kan dock inte uteslutas att bergtunnlarna till viss del påverkar förhållandena i stora och lilla svackan genom att grundvatten från uppströms områden dräneras till tunnarna via sprickor i berget istället för att avrinna längs svackorna. Även små fuktiga skrevor inom bergshöjderna skulle kunna dräneras om tunnarna öppnar upp för nya strömningsvägar via sprickor berget. Men mest sannolikt beror de fuktiga förhållandena i skrevorna på att de har tät botten och då kommer de inte att påverkas av dräneringen.

Gömmarbäcken bedöms inte påverkas av tunnelns dränering av grundvatten mer än marginellt. Detta då endast en mindre del av bergtunnelns påverkansområde bedöms nå in i Gömmarbäckens tillrinningsområde. Områdena överlappar enbart där bergtunneln ansluter till den norra förskärningen och trafikplats Gömmarens rampvägar. Det går däremot inte att utesluta att dräneringen av grundvatten till Masmotunnelns norra bergtunneldel tillsammans med påverkan från förskärning och annan påverkan av trafikplats Gömmaren medför att det småvatten som förekommer norr om mynningen torrläggs. Bergtunnelns grundvattenpåverkan bedöms dock bli underordnad påverkan från förskärning och anläggande av brostöd i anslutning till den norra tunnelmynningen. En samlad bedömning av påverkan och miljökonsekvenser görs därför i den parallella tillståndsansökan som rör Vårbybron och trafikplats Gömmaren (Mål nr M188-22).

Sammantaget bedöms dräneringen av grundvatten till bergtunnlarna endast innebära en måttlig påverkan på grundvattenförhållandena i området och en begränsad påverkan på omgivningen, även utan tätningsåtgärder. Med hänsyn till de potentiellt stora årstidsvariationerna i inläckage kommer delar av tunneln ändå att tätas för att säkerställa att funktionskrav kan innehållas. För detta kommer behovsanpassad injektering att utföras (se begreppsförklaring i den tekniska beskrivningen, bilaga C1, till ansökan).

5.2.1.2 Bedömd grundvattenpåverkan betongtunnel

För betongtunneln bedöms grundvattenmodellen underskatta inläckaget under byggskedet vilket också nämnts ovan. Utbredningen av påverkansområdet bedöms dock vara robust, till stor del på grund av att hela tillrinningsområdet för stora svackan inkluderats och att avgränsande vattendelare är belägna högt upp i terrängen inom hållmarksområden.

Schaktet för betongtunneln kommer medföra en lokal påverkan för jordlagren i stora svackan. Schaktet utförs inom en mindre platå där ett lokalt grundvattenmagasin förekommer och som kommer påverkas under byggskedet. Högre upp i terrängen visar grundvattenrör att jordlagren inte har ett sammanhängande grundvattenmagasin utan delas upp av bergtrösklar vilket gör att påverkan inte bedöms kunna fortplantas genom jordlagren.

När schaktet runt den färdiga betongtunneln återfylls bedöms grundvattennivåerna i jordlagren kunna återhämtas och ett visst tvärgående flöde från höjdområdet ner mot Botkyrkaleden bedöms återkomma. Då anläggningen i princip är nedsänkt i berg och eftersom jordlagren återställs ovanför bedöms risken för dämning av grundvattenflödet i jord som liten. Vid behov kan delar av återfyllnaden mellan betongtunnelvägg och bergschaktsida återfyllas med tätare lager för att förhindra att grundvatten rinner ned och belastar övergången mellan betongtunnel och bergtunnel.

Arbetena kommer att påverka två biotoper, en blandskog (NVI-objekt 20) och en barrblandskog (NVI-objekt 23), som identifierats som grundvattenkänsliga i stora svackan. Påverkan blir störst under byggtiden då stora svackan dräneras på grundvatten i samband med schaktning. Den allra största påverkan kommer dock av att en stor del av växtligheten i nedre och bedömt känsligaste delen av NVI-objekt 20 huggs ned vid etablering av arbetsområde och upplagsområde. Detta hanteras vidare i vägplanens miljökonsekvensbeskrivning.

För att begränsa inläckaget till den färdiga anläggningen, och därigenom begränsa den permanenta påverkan på områdets vegetation, kommer bergbotten att tätas genom behovsanpassad botteninjektering. Injekteringen utförs innan man nått färdig bergbotten vilket innebär att inläckaget också begränsas till viss del under tiden som schaktet står öppet för gjutning av betongtunnlarna. En viss påverkan på utströmningsområdet i slänten ner mot Botkyrkaleden bedöms ändå kvarstå i det permanenta skedet eftersom inläckaget till tunneln inte kommer att kunna begränsas helt.

5.2.1.3 Bedömd grundvattenpåverkan södra förskärningen

Grundvattenmodellen bedöms utifrån vattenbalansberäkningen över tillgängligt grundvatten överskatta inläckaget till den södra förskärningen under perioder med torrare förhållanden. Påverkansområdets utbredning bedöms dock vara konservativt tilltaget utifrån att hela svackans tillrinningsområde inkluderats och dessutom delar av områden som idag avvattnas mot norr.

Schaktet för skärningen bedöms medföra en lokal påverkan i jordlagren i lilla svackan genom längre torrperioder och eller något mer avsänkta nivåer än i nuläget. Högre upp i terrängen visar grundvattenrör att jordlagren inte har ett sammanhängande magasin utan delas upp av bergtrösklar vilket gör att påverkan inte bedöms kunna fortplantas genom jordlagren. Däremot går det inte att utesluta att en viss dränering kan ske via bergssprickor.

Arbetena kommer att påverka de två biotoper, barrblandskog (NVI-objekt 26a-b), som identifierats som grundvattenkänsliga i lilla svackan. Störst påverkan står dock den fysiska anläggningen för och inte den grundvattenpåverkan som den ger upphov till. NVI-objekt 26b kommer att helt schaktas bort och området utgörs senare av väganläggning varför ingen återställning kan ske. För NVI-objekt 26a kommer motsvarande att ske för nedre delarna av objektet. Dessa frågor hanteras vidare i vägplanens miljökonsekvensbeskrivning. Torvmarkerna i övre delen av NVI-objekt 26a kan komma att dräneras till följd av arbetena med förskärningen, men påverkan bedöms begränsas av förekommande bergströsklar. Påverkan på objektet bedöms dock oavsett eventuell dränering bli begränsad utifrån att nuvarande grundvattenfluktuationer i svackan, där magasinet i jord torrläggs om somrarna, inte verkar ha medfört någon större negativ påverkan på naturvärdena.

För att begränsa inläckaget till den färdiga anläggningen, och därigenom begränsa påverkan på omgivningen, kommer skärningen att tätas genom både botteninjektering och ridåinjektering. Syftet med tätningen är också att förhindra uppbyggnad av is vintertid. Med tätning bedöms skärningen läcka in mindre än vad grundvattenmodellen beräknat under vegetationsperioden men en del av området för lilla svackan bedöms kunna få en längre torrperiod och eller något mer avsänkta nivåer än i nuläget.

Eftersom grundvattnet i området till största del avrinner mot Masmobäcken finns risk att bäckens tillrinning påverkas av förskärningen. Trots att stor del av Masmobäckens tillrinning därmed kommer att dräneras till förskärningen kommer vattenbalansen upprätthållas genom att dränvatten från förskärningen och renat vägdagvatten från anläggningen ska ledas till bäcken. Den vall och mur som anläggs ovan och längs med förskärningens norra sida kommer därtill att styra ytlig avrinning förbi anläggningen och vidare ner mot bäcken. Genom dessa åtgärder bedöms den totala tillrinningen till Masmobäcken bli i det närmaste oförändrad.

5.3 Riskexponerade objekt och bedömd påverkan

Nedan redovisade riskexponerade objekt har identifierats i berört delområde. För lägen, se Bilaga D1.2:1. Delområdet är beläget inom Östra Mälarens vattenskyddsområde. Tvärförbindelsen bedöms inte stå i konflikt med vattentäktens skyddsföreskrifter.

5.3.1 Sättningsrisker

I området som kan komma att påverkas av grundvattenbortledning från Masmotunneln finns inga områden med lera. Det finns några områden med torv och ett område med glacial lera men inom dessa sättningsbenägna jordar finns inga sättningskänsliga objekt (se avsnitt 5.2.1). Området är därför inte sårbart för sättningar till följd av grundvattenbortledning inom delområdet.

5.3.2 Kultur- och naturmiljö

5.3.2.1 Kulturmiljö

Mellan Masmotunnelns södra tunnelskärning och trafikplats Flottsbro finns två stenåldersboplatser (L2017:9926; L2016:380), se bilaga D1.2:1. Dessa har bedömts vara potentiellt känsliga för förändringar i grundvattennivåer med hänsyn till att organiska material och metaller kan komma att brytas ner snabbare på grund av ökad syresättning.

Boplatser L2017:9926 är belägen i Masmobäckens dalgång där jordlagren huvudsakligen består av postglacial sand. Det är endast den norra randen av lämningsområdet som är inom påverkansområdet. Grundvattenytan bedöms ligga djupt med hänsyn till de genomsläppliga jordarna och den branta terrängen. Sammantaget bedöms markvattenförhållandena i jordlagren där fornlämningen finns inte påverkas.

Boplatser L2016:380 är belägen i en sluttning nedanför Masmoberget norr om km 4/000. Delar av fornlämningen har åverkats genom att området använts för uttag av sand eller grus. De påverkade delarna redovisas inte längre i fornlämningens utbredning varför den nu har en något speciell form. Jordarna i området bedöms vara väl-dränerade och grundvattenytan ligger därmed djupt. Markvattenförhållandena i jordlagren där fornlämningen finns bedöms därför inte påverkas.

Enligt Riksantikvarieämbetets underlag ska det också finnas två boplatser längs Botkyrkaleden (L2016:456, L2017:9794). Lämningarna är dock borttagna enligt uppgift från Länsstyrelsen.

5.3.2.2 Naturmiljö

Masmoberget ligger inom Gömmarens naturreservat. Gömmarens naturreservat är ett tätortsnära kommunalt reservat som domineras av gammal barr- och blandskog. Masmobergets vegetation domineras av hällmarksskog som inte är grundvattenberoende. Det finns dock fuktiga områden uppe på berget med mossetorv och sumpskog (se Bilaga D1.2). De naturvärdesobjekt (NVI-objekt) som identifierats vid inventeringar (Enetjärn Natur, 2017) och bedöms vara yt- eller grundvattenberoende är objekt nummer 20, 23 samt 26 a och b. Dessa beskrivs nedan (Tabell 5-3) och i bilaga D1.2:1 redovisas läge och storlek på områdena.

Utöver dessa NVI-objekt finns Masmobäcken som ett naturobjekt. Av bäckens totala tillrinningsområde ligger ungefär 25 % inom påverkansområdet för Masmotunnelns södra förskärning. Trots att stor del av bäckens tillrinning kommer att dräneras till förskärningen kommer vattenbalansen upprätthållas genom att dränvatten från förskärningen och renat vägdagvatten från anläggningen ska ledas till Masmobäcken. Den vall och mur som anläggs ovan och längs med förskärningens norra sida kommer därtill att styra markavrinning förbi anläggningen och vidare ner mot Masmobäcken. Genom dessa åtgärder bedöms den totala tillrinningen till bäcken bli i det närmaste oförändrad. Flödesresponsen kommer däremot bli något snabbare (högre flödestoppar) i samband med kraftig nederbörd. Kombinationen av stabiliserande vegetation och väl-dränerade jordarter bedöms innebära att erosionsrisken i ravinen är låg.

Tabell 5-3. Potentiellt grundvattenberoende naturvärdesobjekt i anslutning till Masmotunneln.

NVI-objekt	Mark- och vattenförhållanden	Bedömd påverkan
20 – Blandskog Naturvärdesklass: 4 Visst naturvärde Blandskog som domineras av gran och björk. Bitvis påverkat av skogsbruk.	Objektet omfattar den jordfyllda stora svackan samt omgivande moränlager på Masmoberget. Större delen av området är inströmningsområde beläget på moränmark med begränsade jorddjup och hållmark.	Påverkan bedöms bli störst under byggtiden eftersom grundvattennivån kan behöva sänkas ner till schaktbotten för betongtunneln. Lokalt kan marken bli torrare, speciellt sommartid. Den sydvästra delen av området ingår i arbetsområdet för betongtunneln. Viss påverkan kvarstår även permanent men begränsas genom att betongtunnelväggarna är täta och att bergbotten tätas genom injektering.
23 – Barrblandskog längs bäckdråg Naturvärdesklass: 3 Påtagligt naturvärde Barrblandskog med grova barrträd och bäckdråg (bäcken är mer eller mindre är täckt av vegetation under högsommaren).	Objektet är en barrblandskog beläget i en mindre, grund ravin som är ett utströmningsområde för grundvatten från stora svackan med en grundvattenberoende vegetation men som även tillförs nederbörd från omgivande bergsluttningar.	En del av området kommer att tas i anspråk under byggtiden. Grundvattenbortledning från schakten för betongtunneln medför dränering av stora svackan, minskad utströmning av grundvatten till bäckdråget och omfattningen av översilning blir mindre. Under driftskedet kommer hydrologin till viss del att återställas men området bli torrare även under driftskedet.
26a-b – Barrblandskog längs fuktdråg Naturvärdesklass: 4 Visst naturvärde Flerskiktad grandominerad barrblandskog med inslag av tall och björk längs fuktdråg i sydvästsluttning.	Övre delen av NVI-objekt 26a består av torvmark medan nedre delen av 26a samt 26b utgörs av utströmningsområde för grundvatten och nederbörd från omgivande höjdområden till lilla svackan.	Nedre delen av NVI-objekt 26a samt hela 26b kommer helt att schaktas bort vid anläggandet av vägen. Grundvattenpåverkan vid torvmarkerna bedöms bli begränsad med tanke på nuvarande grundvattenfluktuationer i lilla svackan där magasinet i jord torrläggs om somrarna. Övriga delar av objektet, som ligger på mark med berg i dagen eller på tunt jordtäckte, kommer inte hydrologin på markytan att förändras i någon betydande omfattning.

5.3.3 Övriga potentiella riskobjekt

Genom Masmoberget (km 3/200) sträcker sig tunnelbanans röda linje i en nord-sydvästlig båge. Som beskrivs i avsnitt 5.1.3 går det inte att utesluta att det är tunnelbanans tunnel och station med (stängd) uppgång till Masmobergets hjässa som orsakar de låga grundvattennivåer som uppmätts i den norra bergplinten. Masmotunnelns dränering av grundvatten kommer inte att påverka tunnelbanan negativt. Möjligtvis kommer inläckaget till tunnelbanan minska något.

Strax söder om det södra påslaget till Masmotunneln korsar en bergförlagd spillvattentunnel den planerade tvärförbindelsen. Tunneln anlades 1968-1970 och är belägen drygt 50 m under markytan. Det vertikala avståndet mellan lägsta schaktbottennivå i Masmotunnelns södra förskärning och tunneln är drygt 35 m. Tvärförbindelse Södertörn saknar information avseende inläckage av grundvatten till anläggningen. Mätningar av grundvattennivåer i jord och berg i lilla svackan visar på stora säsongsvariationer, vilket bedöms vara en effekt av påverkan från spillvattentunneln. Förskärningens dränering av grundvatten kommer inte påverka tunneln negativt. Sannolikt kommer inläckaget minska något. Eventuella risker kopplade till själva utsprängningen av förskärningen hanteras i den riskanalys som föregår bergarbetena.

6 Beskrivning Flottsbro och Glömstatunneln

Delområdet omfattar den planerade vägsträckningen mellan km 3/900 och km 6/700. Längst i väst ligger planerade trafikplats Flottsbro som utgörs av en cirkulationsplats på bro över Tvärförbindelse Södertörn. I anslutning till trafikplatsen anläggs bland annat en ekodukt, dagvattenanläggning, ledningskylvert och släckvattenstation. Från trafikplats Flottsbro fortsätter vägen österut via Glömstatunneln som planeras söder om bostadsområdet Glömsta och direkt under området Loviseberg. Glömstatunneln anläggs helt i berg och vid mynningarna går vägen i skärning genom jord och berg. Hela delområdet ingår i östra Mälarens vattenskyddsområde.

I de närliggande bostadsområdena Glömsta, Kästa och Tullinge förekommer bebyggelse på mäktiga lerlager som är känsliga för grundvattensänkning. I bostadsområdena finns även ett större antal enskilda vattentäktter samt energibrunnar. I Glömstadalen, norr om Glömstatunneln, löper sättningskänsliga ledningar både längs den norra och södra dalsidan. I Loviseberg finns ett antal borrade brunnar som riskerar att påverkas av tunneln.

I området bedöms tre biotoper, identifierade i naturvärdesinventeringen, vara potentiellt grundvattenberoende. Biotoperna utgörs av högväxt och grovstammig granskog vilka bedömts ha påtagligt naturvärde (naturvärdesklass 3). Det förekommer också ett antal lämningar i området som bedömts vara känsliga för grundvattensänkning.

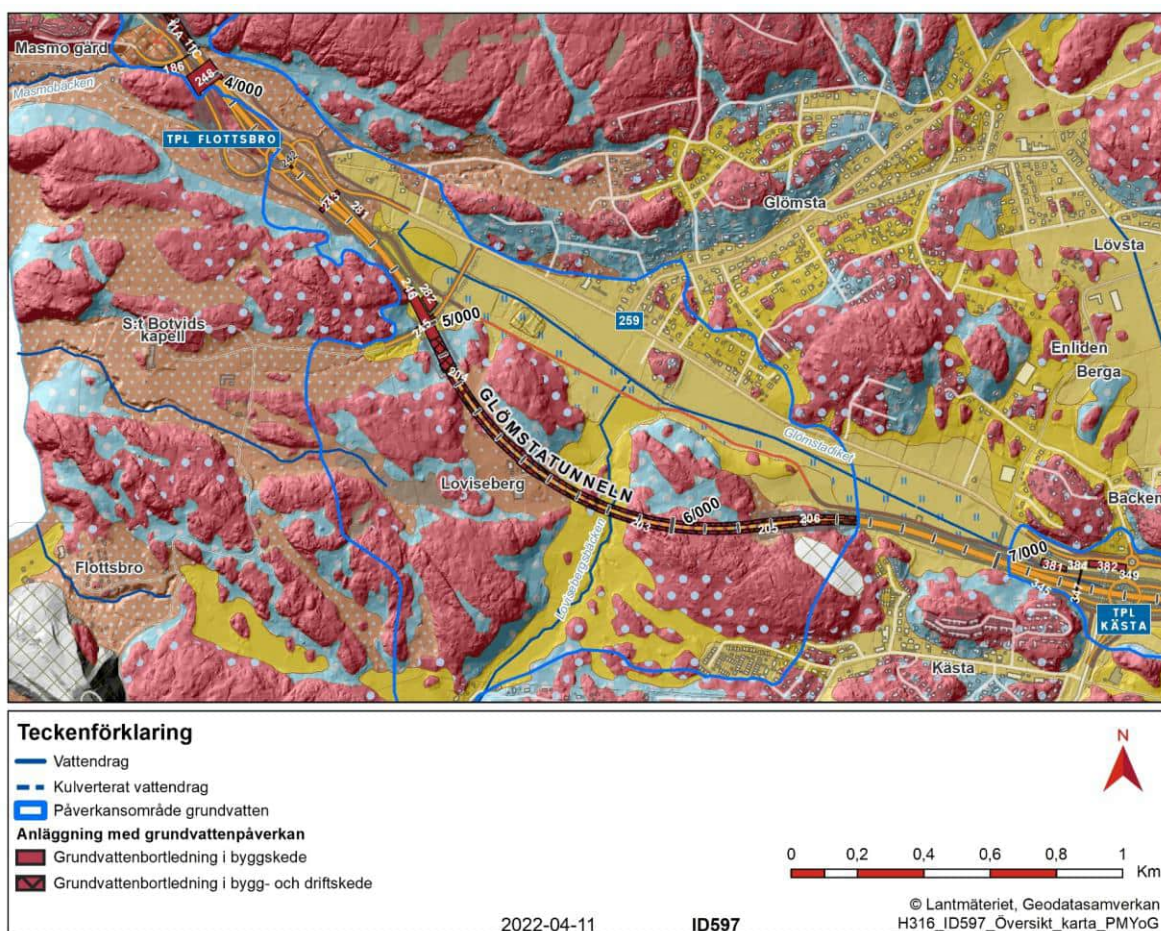
Uppströms Glömstatunnelns östra förskärning finns en nedlagd kommunal deponi (EBH-ID 125097) som huvudsakligen innehåller schaktmassor och betong. Ytterligare två potentiellt förorenade områden förekommer i området, vid Loviseberg respektive bostadsområdet i Glömsta.

En befintlig bergtunnel, Albytunneln, löper genom samma höjdområde som Glömstatunneln ska passera igenom. Tunneln medför viss pågående grundvattenpåverkan i området.

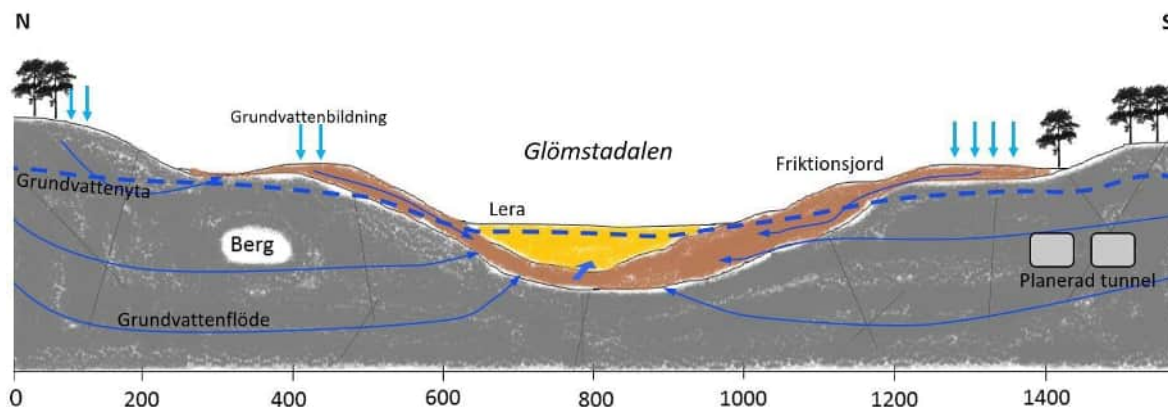
6.1 Yt- och grundvattenförhållanden

6.1.1 Geologi och topografi

Området domineras av Glömstadalen, som utgör en nordväst-sydostlig, i huvudsak lerfylld, sprickdalgång. Glömstadalen omsluts av kuperade höjdområden med flera lertäckta sidodalgångar av varierande storlek som ansluter till Glömstadalen (se Figur 6-1). I Figur 6-2 visas en konceptuell bild över hydrogeologin i Glömstadalen.



Figur 6-1. Hydrogeologisk karta för området Flottsbro, Glömstatunneln och Kästa. I den underliggande jordartskartan ses yligt berg i rött, tunna moränskikt på berg som blå prickar, moränjordar i blått med prickar, sandjord i orange, lera i gult och fyllnadsjord i grått med skraffering.



Figur 6-2. Konceptuell modell över grundvattenflödet längs med en tvärsnitt innan Glömstatunneln byggs.

I Glömstadalens västligaste del, kring trafikplats Flottsbro, består jorden av svallsand som överlagras av finmaterial såsom silt. När detta område höjdes ur havet utgjordes det sannolikt av ett strandområde där vågor och strömmar har spolat bort finare material. Området har sedan påverkats av vattendrag som har lämnat kvar finare material ovanpå svallsedimentet. Det har gett en skiktad jordprofil vars genomsläpplighet varierar stort. Lerjordens mäktighet i centrala Glömstadalen varierar mellan 5 – 15 m och generellt ökande mot sydost. Lerans översta metrar består av en dränerad lera med uppsprucken torrskorpa. Under leran finns friktionsjordar bestående av sandig-grusig morän.

Två lertäckta dalgångar ansluter till Glömstadalen söderifrån; Häggstadalen (km 5/000) respektive Lovisebergsbäckens dalgång (km 5/800). Jorddjupen i dalgångarna varierar kraftigt på grund av

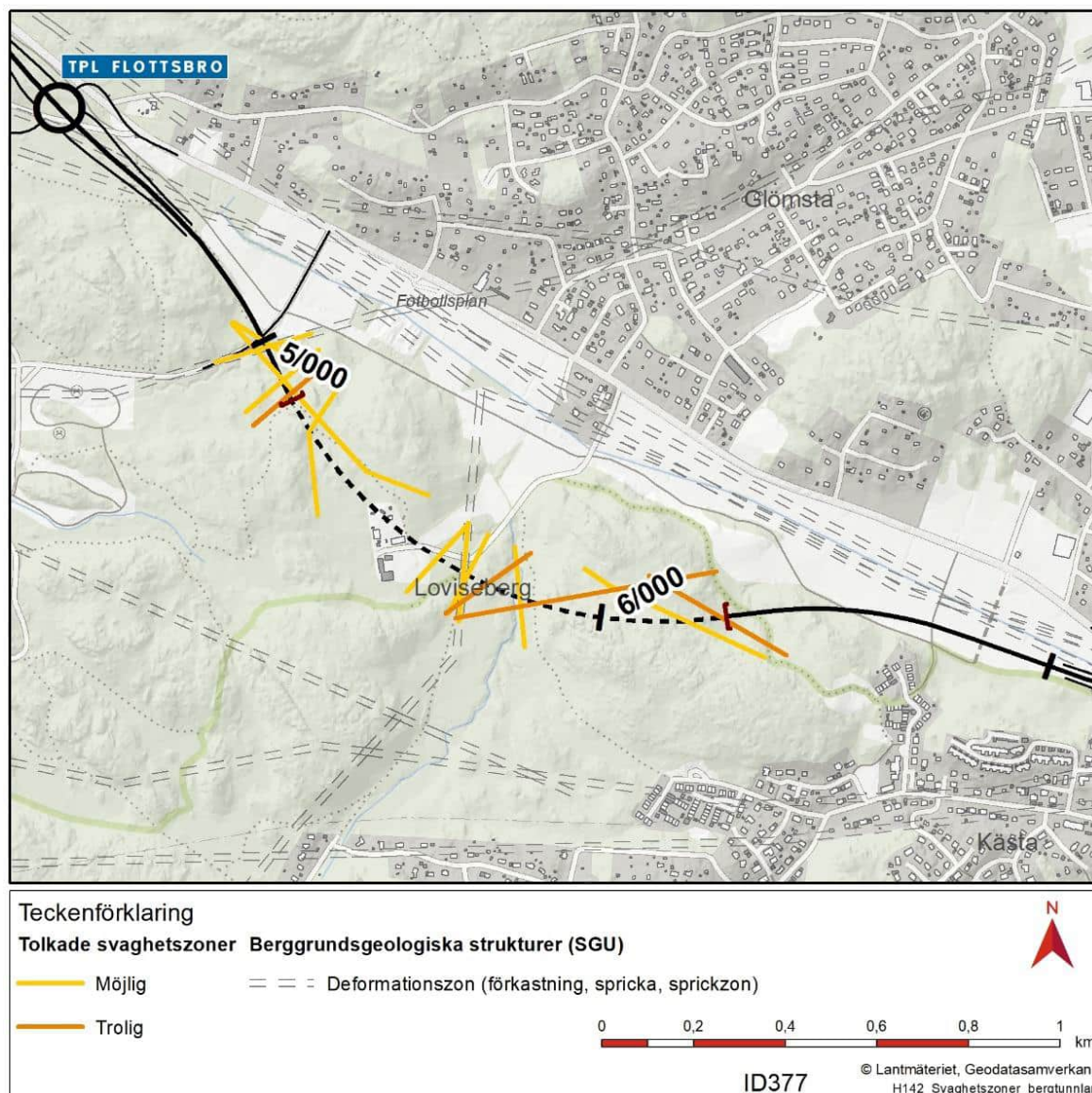
stora variationer i bergytans läge. För Häggstadalen är de största jorddjupen cirka 6 m och i Lovisebergsbäckens dalgång uppgår jorddjupen som mest till cirka 10 m. I de lägre delarna av dalgångarna består jorden av morän som överlagras av lera men i de högre belägna delarna har finare material svallats ur och jorden består istället av sand och grus. Tvärförbindelsen skär ner i Häggstadalen i anslutning till Glömstatunnelns västra påslagsläge. Vid Loviseberg finns ytterligare ett dalstråk med svallsediment som i princip löper parallellt med Glömstatunnelns dragning och ansluter till Lovisebergsbäckens dalgång. Här är dock jorddjupen mindre (1–4 m).

I höjdområdet söder om Glömstatunnelns östra förskärning korsar ett mindre dalstråk planerad väg. Jorden består av grovt svallsediment som i de centrala delarna är cirka 10 m mäktiga. I dalgångens sydöstra del finns en nedlagd deponi (se avsnitt 6.3.5) och svallsedimenten överlagras i denna del av fyllningsmaterial (1–6 m mäktiga).

6.1.2 Berggrundsförhållanden

Tvärförbindelsen passerar under Loviseberg i bergförlagd tunnel mellan km 5/140 och km 6/270. I anslutning till Glömstatunneln är berggrunden i huvudsak gnejsig. Längs Glömstadalen löper en stor deformationszon som har gett upphov till dalgången, se Figur 6-3. Deformationszonen i Glömstadalen bedöms vara mycket vattenförande och bidrar till grundvattenströmningen i dalen där deformationen skapar alternativa strömningsvägar för grundvattnet när variationer i jordart, lagermäktigheter eller bergets nivå/beskaftenhet annars skulle ha begränsat grundvattenströmningen. Exempelvis ligger berget mer ytligt vid trafikplats Kästa, men utifrån observationer av grundvattennivåerna verkar inte det ytliga berget under grundvattenmagasinet dämna grundvattenströmningen.

Längs väg- och tunnellinjen varierar den huvudsakliga riktningen hos sprickbildningar och förkastningar (se Figur 6-3). Generellt gäller dock att de riktar sig mot Glömstadalen. Vid Glömstatunnelns västra förskärning dominerar de nordost-sydvästliga stråken, där Häggstadalen (km 5/000) är mest framträdande. Vid mitten på tunneln, kring Loviseberg, är stråken istället nordost-sydvästliga till nord-sydliga vilket framförallt visar sig i den struktur som identifierats av SGU (km 5/700) och i Lovisebergsbäckens dalgång (km 5/800). Vid senare undersökningar utförda i höjd med bebyggelsen i Loviseberg har ytterligare sprickzoner identifierats vilka har samma riktning (nordost-sydvästlig till nord-sydlig). Väster om Loviseberg förekommer även sprickbildningar som löper i stort sett parallellt med tunneln, vilka gett upphov till dalstråket med svämsediment som sträcker sig mot nordväst från Loviseberg. Öster om Lovisebergsbäcken är det istället den nordväst-sydostliga orienteringen som dominerar, vilket också bekräftats i senare undersökningar i detta område. Dalstråket med svämsediment vid den östra förskärningen framträder tydligt i just denna riktning.

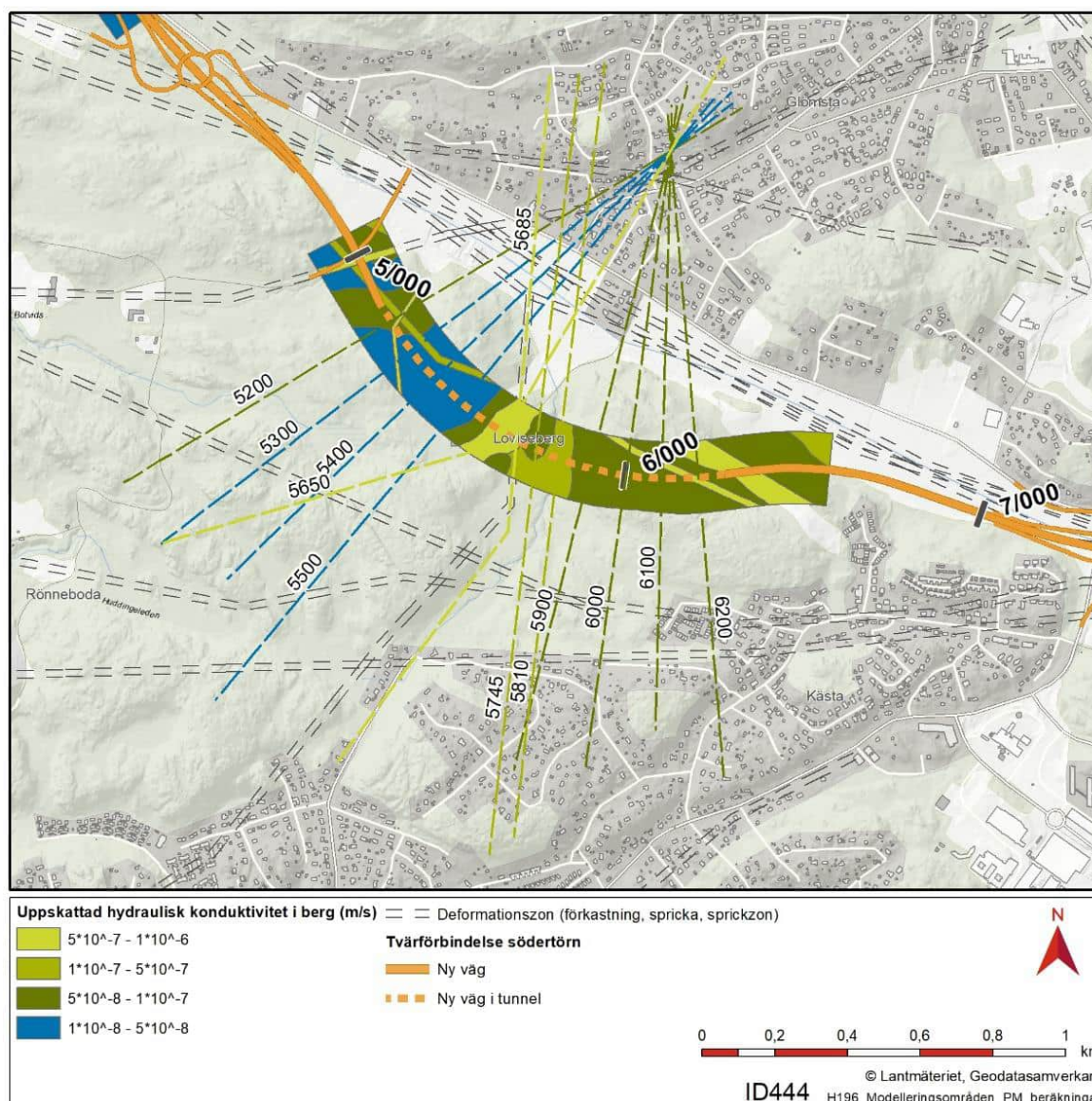


Figur 6-3. Identifierade svaghetszoner i berg längs med Glömstatunneln och strukturelement från SGU:s berggrundskarta.

Av de identifierade sprickzonerna har stråken längs Häggstadalen, omkring Loviseberg och vid östra förskärningen bedömts vara mest vattenförande. Vid Loviseberg handlar det om flertalet sprickzoner som korsar tunneln mellan cirka km 5/450 och km 5/850.

Sprickzonerna i sidodalgångarna ansluter i norr till den större deformationszonen som sträcker sig längs Glömstadalen. Mest troligt föreligger hydraulisk kontakt mellan sprickzonerna i sidodalgångarna och grundvattenmagasinet i Glömstadalen. Detta innebär att en grundvattensänkning i berg i sidodalgångarna kan riskera sprida sig till Glömstadalens grundvattenmagasin. Om en sådan grundvattensänkning når deformationszonen i Glömstadalen kommer den sannolikt att breda ut sig i Glömstadalens längdriktning, snarare än att fortsätta breda ut sig norr om Glömstadalen. Således fungerar deformationszonen som går längs med Glömstadalen som en hydraulisk barriär som minskar en potentiell utbredning av grundvattensänkning norr om Glömstadalen.

Mellan de utpekade vattenförande sprickzonerna bedöms berget generellt vara av bättre kvalitet och relativt tätt, vilket också styrks av utförda vattenförlustmätningar.



Figur 6-4. Hydraulikdomäner för berg, deformationszoner (från SGU) och modellerade tvärsektioner längs med Glömstatunneln. Hydraulikdomänerna beskriver hur den hydrauliska konduktiviteten hos berget varierar längs med tunneln. Modellerade tvärsektioner redovisas i samma färgskala som hydraulikdomänerna utifrån ansatt hydraulisk konduktivitet i respektive modell. De blå områdena är de minst genomsläppliga, de gula är de mest genomsläppliga och de gröna ligger däremellan. Tiopotental redovisas i teckenförklaringen i formen 10^x .

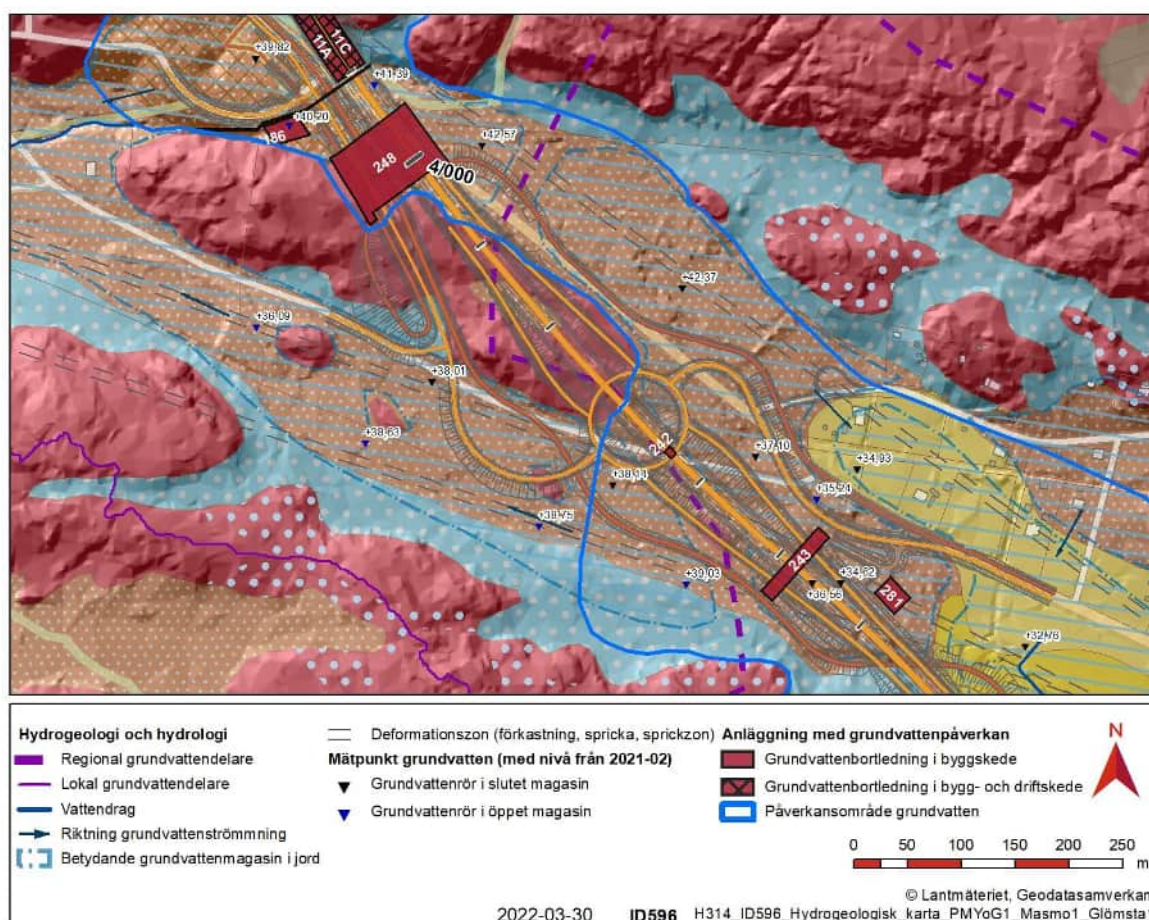
En indelning och karakterisering av hydrauliska domäner i berg har gjorts längs med tunnellen baserat på bergart, undersökningsbörningar, vattenförlustmätningar, SGU:s berggrundskarta, topografi med mera, se Figur 6-4. Senare kompletterande undersökningar som utförts längs tunnellen i höjd med bebyggelsen i Loviseberg visar att berget är mer genomsläppligt jämfört tolkningen som redovisas i figuren. Domänområdet vid sektion 5/650, som representerar det mest genomsläppliga berget, bedöms sträcka sig längre åt väst fram till ca km 5/450. Senare undersökningar i den östra bergplinten, i höjd med km 5/900, bekräftar dock den tolkade tätheten i figuren.

6.1.3 Grundvattenförhållanden

Grundvattentillgångarna i området återfinns huvudsakligen i jordfyllda dalgångar mellan omgivande höjdområden, där det slutna grundvattenmagasinet i Glömstadalen är av störst betydelse. Glömstadalens västligaste delar samt dess randområden med genomsläppliga ytjordar utgör viktiga inströmningsområden för grundvatten till det undre magasinet (se Figur 6-5). Grundvattenbildning till övre grundvattenmagasin sker istället genom direkt infiltration av

nederbörd. En mindre del av tillrinningen till Glömstadalens undre magasin sker genom grundvattenuppträngning via sprickor i berggrunden eller genom läckage genom överliggande lerjordlager. Under perioder då grundvattenbildningen i angränsande höjdområden är stor fylls det undre magasinet tills att trycknivån når upp till lerjordens överkant vid dalgångens sidor, varpå grundvattnet bräddar över via de ytliga friktionsjordarna i dalens randzoner. Från övre magasin avrinner vattnet vidare som ytvatten via dränerande diken.

I Glömstadalens västligaste del, vid trafikplats Flottsbro, löper en grundvattendelare tvärs över området, se Figur 6-5. Vattendelaren styr den regionala grundvattenströmningen i området genom att fördela grundvattnet mellan Masmobäckens dalgång i väst respektive Glömstadalen i öst. Vattendelaren har verifierats med grundvattenmätningar och sonderingar. Både väst och öst om vattendelaren, fram till km 4/400, råder huvudsakligen öppna magasinsförhållanden. Som beskrivs i avsnitt 6.1.1 är jordlagren varierande och skiktade, vilket skapar en jordprofil vars genomsläpplighet varierar stort och där de undre jordlagren är betydligt mer genomsläppliga än de övre. Pulstester som utförts i de undre jordlagren väster om vattendelaren (km 3/800 – 4/000) visar på relativt hög hydraulisk konduktivitet ($2,5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$ m/s). Efter km 4/400 övergår de öppna magasinsförhållandena i slutna allteftersom svallsedimenten tunnas ut och lermäktigheten ökar. Mellan trafikplats Flottsbro och km 4/700 faller grundvattennivån från +38 till +32 och grundvattenytan ligger generellt 1–3 m under marknivå. Den hydrauliska gradienten i denna del av Glömstadalen är större än i nedströms belägna delar, och det finns också trösklar som gör att grundvattennivåerna sjunker med flera meter på korta sträckor. De pulstester som utförts i grundvattenmagasinet i området visar på relativt hög hydraulisk konduktivitet ($9 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-5}$ m/s), men också på något större variationer.

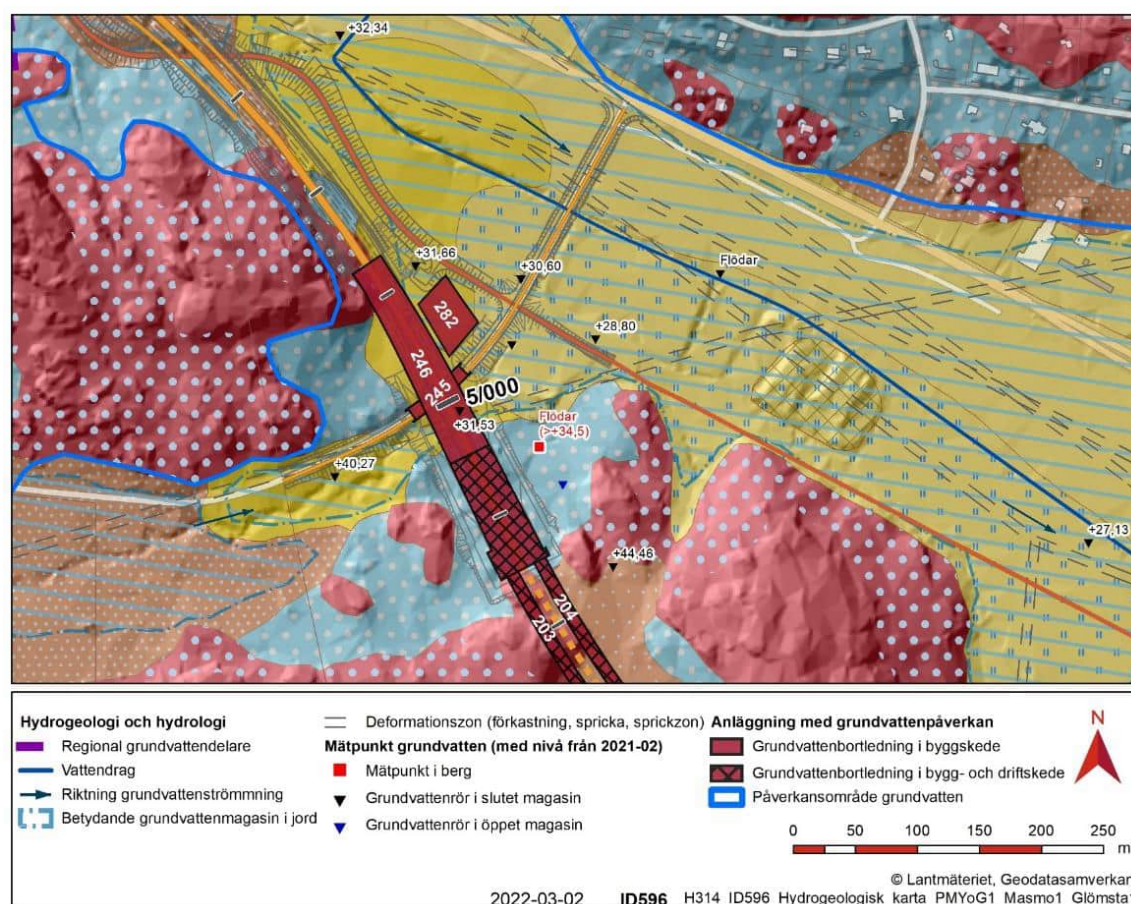


Figur 6-5. Grundvattenförhållanden vid Trafikplats Flottsbro.

Vid Glömstatunnelns västra förskärning ansluter Häggstadalen till Glömstadalen (km 5/000). I Häggstadalen finns ett mindre grundvattenmagasin i jord där slutna förhållanden råder i de låglänta delarna som täcks av lera, medan öppna förhållanden råder högre upp i terrängen där ytjorden utgörs av svallsediment. Gradienten mellan Häggstadalens och Glömstadalens magasin är nordostlig och mycket stor, på en kort sträcka faller grundvattennivån från +40 till +31 (se Figur 6-6). Längs Glömstadalens södra sida, i anslutning till förskärningen, ligger grundvatten-nivån generellt strax under markytan medan nivån i de centrala delarna ofta är strax ovan markytan. Gradienterna är relativt små inom denna del av Glömstadalen till följd av den flacka topografin. Den hydrauliska konduktiviteten i det undre magasinet bedöms vara relativt hög baserat på utförda pulstester, se Tabell 6-1.

Tabell 6-1. Hydraulisk konduktivitet för pulstester (Trafikverket, 2019[d]).

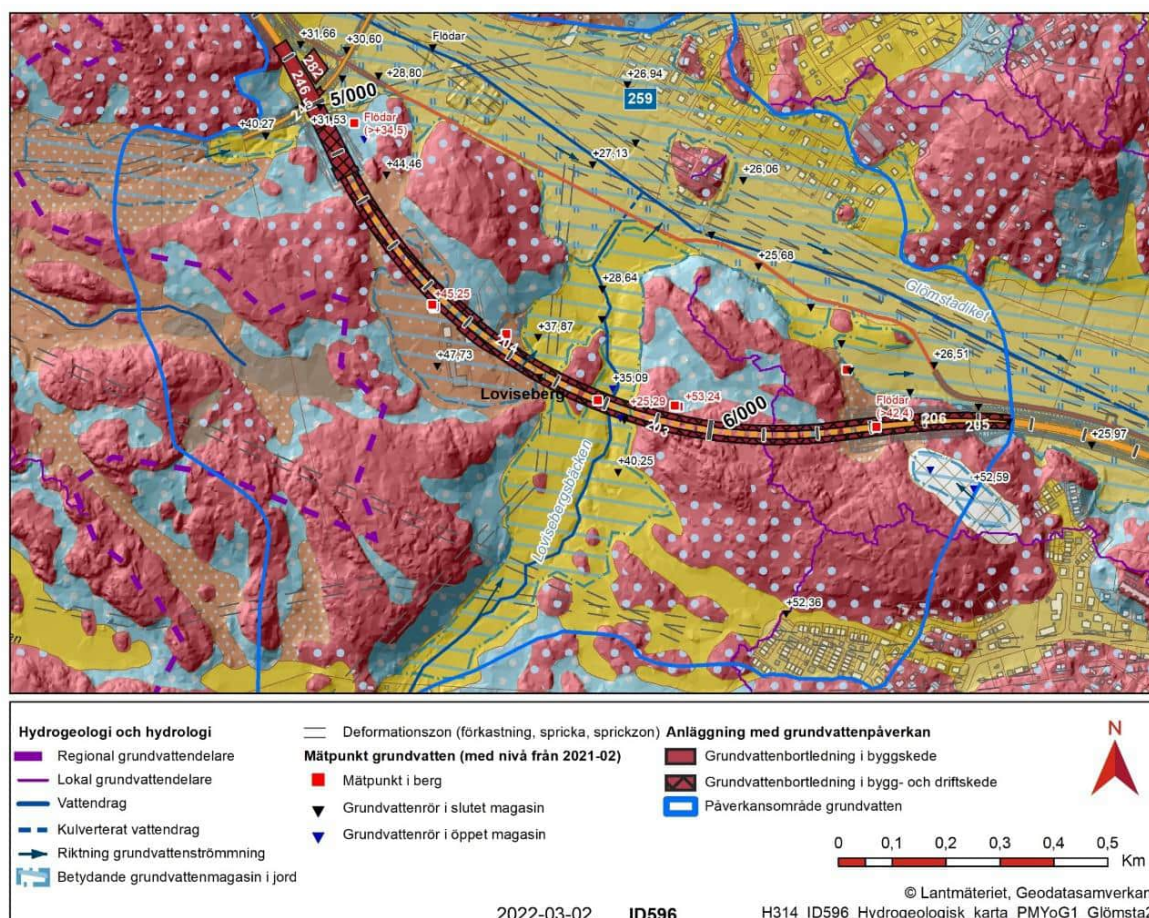
Rör ID	Hydraulisk konduktivitet (m/s)	Rör ID	Hydraulisk konduktivitet (m/s)
16T984GW	$4,0 \times 10^{-5}$	16T925GW	$1,4 \times 10^{-6}$
16T922GW	$4,3 \times 10^{-5}$	17T319GW	$6,9 \times 10^{-5}$



Figur 6-6. Grundvattenförhållanden vid Häggstavägen och Glömstatunnelns västra mynning

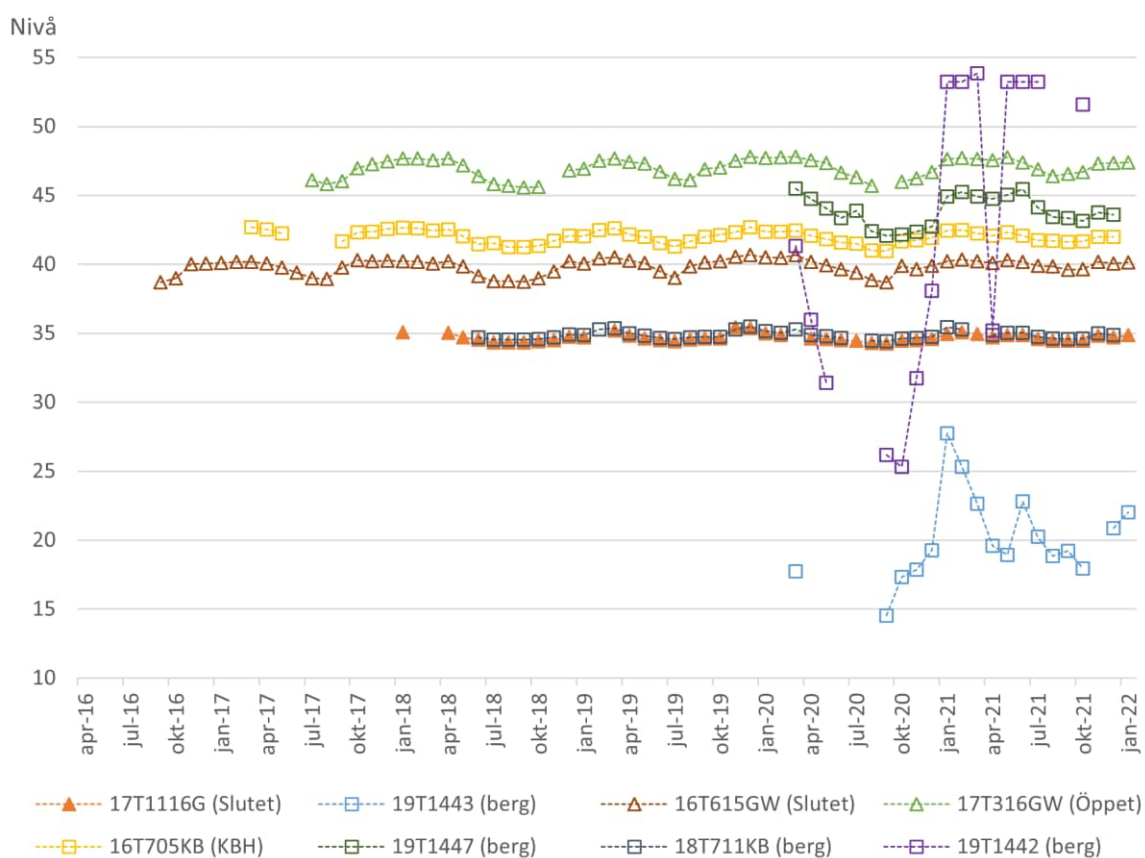
Längs Glömstatunnelns sträckning ligger grundvattennivåerna generellt högre än nere i Glömstadalen och grundvattentillgångarna återfinns framförallt i Lovisebergsbäckens dalgång. Avrinning sker primärt i riktning mot Lovisebergsbäckens dalgång, som fungerar som ett lokalt utströmningsområde. Från Lovisebergsbäckens dalgång sker avrinning vidare mot Glömstadalen, antingen som grundvatten i undre grundvattenmagasin eller som ytvatten i Lovisebergsbäcken. Dalstråken vid tunnelns östra respektive västra ände är på liknande vis lokala utströmningsområden, dit omkringliggande vatten rinner för att sedan ledas vidare till Glömstadalen.

I Lovisebergsbäckens dalgång råder slutna magasinförhållanden i de låglänta delarna som täcks av lera och öppna förhållanden i svallsedimenten högre upp i terrängen. Grundvattennivåer i jord och berg längs med planerad tunnellinje (mellan km 5/500 och km 5/850) har uppmätts mellan cirka +34 och +47 (se Figur 6-7), vilket motsvarar nivåer nära markytan. De lägre nivåerna återfinns i passagen under Lovisebergsbäcken. De årsvisa nivåvariationerna i berg är måttliga och ser vidare ut att samvariera med grundvattnet i jord (se Figur 6-8, 18T711KB). Väster om detta område, vid cirka km 5/440, visar mätningar att grundvattennivån i berg varierar mellan cirka +42 och +46 (motsvarande 5-9 m under markytan). Samvariationen med intilliggande jordmagasin är inte lika tydlig som för nedströms belägna bergborrhål (se Figur 6-8, 19T1447). Uppmätta nivåer visar att det inte förekommer någon lokal variation mellan de tre borrhålen, trots olika borrhålsriktningar. Detta indikerar att det förekommer flera vattenförande sprickor som har god hydraulisk kontakt, vilket också bekräftas av utförda vattenförlustmätningar.



Figur 6-7. Grundvattenförhållanden vid Glömstatunneln.

I bergplinten öster om Lovisebergsbäckens dalgång visar grundvattenmätningar att den årsvisa nivåvariationen är mycket kraftig och att det förekommer en lokal variation mellan borrhålen. I ett borrhål har grundvattennivåer uppmätts mellan cirka +25 och +54 (där den högre nivån är strax under markytan) och i ett annat varierar grundvattennivån mellan cirka +14 och +28 (30-44 m under marknivå). Nivåerna i det senare borrhålet är konstant lägre än grundvattennivån i både Lovisebergsbäckens dalgång (se Figur 6-8) och Glömstadalen. Det är således tydligt att den dagvattentunnel som löper genom berget, här orsakar en permanent dränering av grundvatten. Att grundvattenpåverkan inte är lika framträdande i samtliga mätpunkter indikerar att det förekommer spricksystem utan hydraulisk kontakt. Att grundvattennivån periodvis når upp till markytan tyder också på att berget är förhållandevis tätt och att det är ett fåtal sprickor som är vattenförande, vilket bekräftas av utförda vattenförlustmätningar.



Figur 6-8. Grundvattennivåer i jord och berg i området kring Loviseberg. 19T1442 och 19T1443 är bergborrhål som är belägna i bergplinten öster om Lovisebergsbäckens dalgång.

I Glömstadalen, längs sträckan mellan Glömstatunnelns västra och östra förskärning, faller grundvattennivån i det undre magasinet från cirka +28 till +25. Grundvattentrycket är generellt strax under eller nära markytan i randområdena och strax över markytan i de centrala delarna. Gradienterna i denna del av dalgången är mycket små till följd av den flacka topografin. Grundvattenströmningen är riktad mot sydost och följer i stort Glömstadikets strömfåra mot trafikplats Kästa. De pulstester som utförts i grundvattenmagasinet visar på relativt hög hydraulisk konduktivitet ($1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-5}$ m/s).

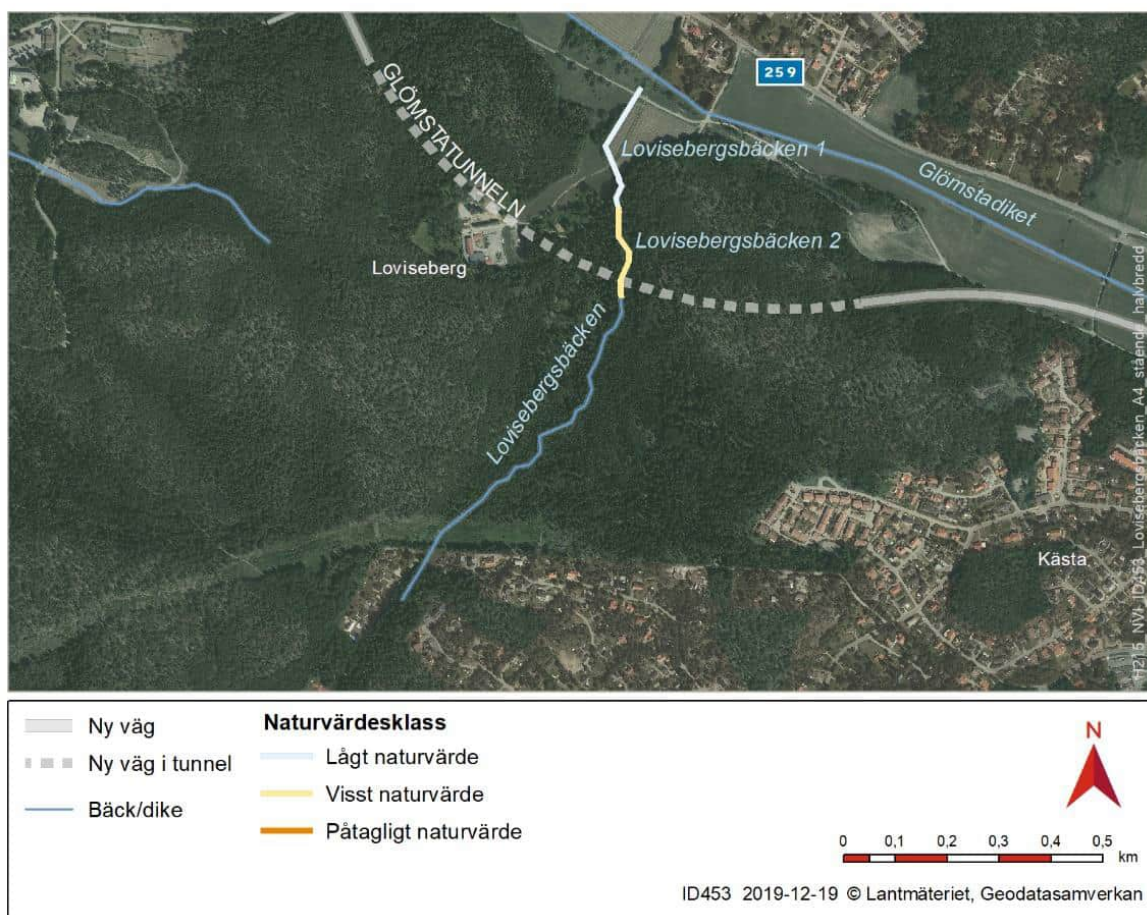
6.1.4 Ytvatten

6.1.4.1 Lovisebergsbäcken

Lovisebergsbäcken är ett litet vattendrag med en maximal bredd av 0,5 m och med ett begränsat avrinningsområde (se Figur 6-9). Avrinningsområde utgörs huvudsakligen av opåverkad skogs- och

hällmark. Bäckens är utträtad och kulverterad längs en drygt 70 m lång sträcka i bäckens nedre delar, strax innan den ansluter till Glömstadiket.

Lovisebergsbäckens nedre del bedöms ha lågt naturvärde. Dels på grund av kulvertering och utträtning, dels då bäcken under torrperioder torrläggs, vilket försvårar för ett rikt akvatiskt djur- och växtliv. Vattendragets övre del har något högre naturvärden (visst) då den, baserat på vegetationen, bedöms ha fuktigare förhållanden sett över året. Den övre delen av vattendraget är också mer meandrande, där bäcken letar sig fram genom lövinblandad granskog, se Figur 6-9.



Figur 6-9. Naturvärdesklassade sträckor av Lovisebergsbäcken.

6.2 Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan

Delområdet omfattar den nya trafikplats Flottsbro och Glömstatunneln i berg. I Tabell 6-2 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som avses förläggas under grundvattennivå och därmed bedöms kunna orsaka grundvattenpåverkan i något skede. Tabellen redovisar även de grundvattennivåer som råder idag vid respektive anläggningsdel, samt bedömda nivåer i bygg- respektive driftskede. Beroende på liten bergtäckning där Glömstatunneln passerar Lovisebergsbäckens dalgång kommer bergguttar och bergförstärkning ske med speciella metoder (se Bilaga C1 Teknisk beskrivning avsnitt 3.1.3). Det finns en viss osäkerhet om bergförstärkningen enbart kan utföras från tunneln eller om viss förstärkning kan behöva ske från markytan. Om så krävs kan Lovisebergsbäcken tillfälligt behöva omledas i byggskedet, se Tabell 6-3. Bäckens dämms med till exempel halmbalar uppströms arbetsplatsen och leds förbi arbetsplatsen i ledning.

Förutom den vattenverksamhet som väganläggningen ger upphov till kommer Trafikverket yrka tillstånd för skyddsinfiltration. Åtgärden kan komma att vara aktuell för byggskedet vid arbeten i anslutning till trafikplats Flottsbro.

Tabell 6-2. Anläggningsdelar som omfattar grundvattenbortledning.

	ID	Anläggningsdel	Markyta	Medel- grundvattennivå	Schaktdimension (längd x bredd x djup)	Dräneringsnivå* - byggskede (B) - driftskede (D)
Tpl Flottsbro	248	Ekodukt	+44 till +49	+41 till +42,5	5 st á 90x10x8 (som djupast)	som lägst +37,5 (B)
	186	Dagvattenanläggning	+44	+40,2	30x15x6	+37,5 (B)
	242	Östra bron i tpl Flottsbro	+41	+38,1	15x10x5	+35,5 (B)
	281	Släckvattenstation	+37	+34,5	55x25x5	+31,5 (B)
	243	Ledningskulvert	+38 till +40	+35,5 till +37,5	80x15x9,5 (som djupast)	+29,2 (B)
Häggstavägen & Glömstatunneln	245	Bro Häggstavägen	+33 till +38	+30,7	2 st á 10x5x8 (som djupast)	+29,5 (B)
	282	Dagvattenanläggning	+33	+31	30x30x5	+27,4 (B)
	246	Västra förskärningen med tråg	+35 till +45	+31 till +37	40x180x25 (som djupast)	+22 till +28 (B) +22 till +23 (D) ¹
	203 204	Glömstatunneln	+35 till +70	+35 (alt. +20) till +45	-	+11 till +25 (B, D)
	205 206	Östra förskärningen	+26 till +50	+25 till +45	40x280x25 (som djupast)	+25 till +27 (B, D)

¹ Dräneringsnivån avser öppet bergschakt närmst tunnelmynning, för tråg sker ingen påverkan i driftskede.

Tabell 6-3 Eventuellt arbete i vattenområde.

Anläggningsdel	Vattenverksamhet	Risk- exponerat objekt	Påverkan byggskede	Påverkan driftskede
Omledning av Lovisebergsbäcken	Omledning av bäcken i tillfällig ledning förbi arbetsplats för bergförstärkning.	Akvatisk miljö	Lokal torrläggning	Ingen påverkan

6.2.1 Trafikplats Flottsbro

6.2.1.1 Ekodukt och dagvattenanläggning

En ekodukt (ID 248) kommer att anläggas över den planerade tvärförbindelsen väster om trafikplats Flottsbro (km 4/000). Anläggande av brostöden medför schaktning i jord samt för vissa brostöd även ned i berg. Lägsta schaktbottennivå ligger cirka 5 m under medel-grundvattennivå för de västra brostöden, som är belägna inom eller nära en lokal höjd.

Sydväst om tvärförbindelsen intill Myrstuguvägen (km 3/900) anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 186). I anslutning till denna anläggs även en större dagvattenledning under tvärförbindelsen (km 3/900). Dagvattenledningen dras parallellt med reningsanläggningen och vidare fram till Masmobäcken. Anläggningsarbetena innebär schaktning i ytliga sand- och siltjordar till ett djup motsvarande cirka 3 m under medelgrundvattennivå.

Anläggningsdelarna är belägna intill Masmotunnelns södra förskärning och arbetena innebär påverkan på samma grundvattenmagasin som berörs av förskärningen. Medan förskärningen bedöms kunna medföra en permanent påverkan väntas erforderlig grundvattenbortledning för anläggningsdelarna resultera i temporärt avsänkta grundvattennivåer. Jorden i området är relativt genomsläpplig och schakterna skulle därför potentiellt kunna medföra ett utbrett påverkansområde. Påverkansområdet begränsas dock av omgivande och närliggande höjdområden med berg i dagen åt norr och söder. I väster bedöms påverkan nå fram till Masmobäckens dalgång. Öster om ekodukten finns en sandfylld dal mellan två höjdområden (se Bilaga D1.1:1) inom vilken påverkansområdet bedöms kunna bli utsträckt. Detta område binder samman Masmobäckens dalgång med Glömstadalen, men hydrologiskt är de avskilda av en så kallad gravitationsvattendelare som är belägen strax öster om faunapassagen. Påverkansområdet från framförallt ekoduktens schakter bedöms sträcka sig förbi vattendelaren (förskjuta vattendelaren mot öster) och in i grundvattenmagasinet som sammanfaller med Flottsbro trafikplats.

Potentiellt grundvattenberoende objekt som identifierats inom påverkansområdet för ekodukt och dagvattenanläggning är två lämningar i form av stenåldersboplatser. Markvattenförhållandena vid lämningarna har inte bedömts påverkas av planerade arbeten (se 6.3.4.1). Utanför påverkansområdet men beroende av tillrinning från aktuellt område ligger Masmobäcken. Länshållningsvatten från schakterna kommer efter rening att släppas till diken som leder till bäcken varför påverkan bedöms bli liten. Sammantaget bedöms att inga skyddsåtgärder behöver vidtas.

Schakterna återfylls efter avslutade anläggningsarbeten. Eftersom materialet utanför schakten är genomsläppligt bedöms de återfyllda massorna inte vara mer dränerande än omgivningen. I ledningsgraven för dagvattenledningen anläggs vid behov strömningsavskärande barriärer. Dagvattenreningsanläggningen utförs som en tät konstruktion. Anläggningsdelarna förväntas därmed inte ge upphov till någon grundvattenpåverkan i driftskedet.

6.2.1.2 Östra bron i trafikplats Flottsbro

Vid Flottsbro trafikplats (km 4/300) anläggs brostöd för nya broar över tvärförbindelsen. För mittstödet till den östra bron (ID 242) innebär arbetet schakt under grundvattennivå.

I området finns mäktiga jordlager (cirka 10 m) som består av silt och sand, där förekomst av grövre fraktioner ökar med djupet. Grundläggning för det mittersta av de tre brostöden blir djupare än de övriga två. Anläggningsarbetena för detta innebär schaktning i ytlig finjord samt i vattenförande sandjordar till ett djup motsvarande drygt två meter under medelgrundvattennivån. Grundvattenbortledningen väntas medföra en temporär grundvattenpåverkan, som dock bedöms bli underordnad den som sker i samband med anläggande av närliggande ledningskulvert vid trafikplats Flottsbro. För bedömning av grundvattenpåverkan, se därför avsnitt 6.2.1.4.

Schakterna återfylls efter avslutade anläggningsarbeten. Konstruktionen förväntas inte ge upphov till någon grundvattenpåverkan i driftskedet.

6.2.1.3 Släckvattenstation, Flottsbro

En ny släckvattenreservoar (ID 281) med tillhörande pumpstation anläggs norr om tvärförbindelsen strax öster om trafikplats Flottsbro (km 4/600). Anläggningsarbetena innebär schaktning i ytliga sand- och finjordar (silt, lera) motsvarande cirka 3 m under medelgrundvattennivå. Under finjordlagret finns ett drygt 8 m mäktigt lager av vattenförande moränjord. Vid anläggningsarbetena kommer i princip hela finjordlagrets mäktighet att schaktas bort.

Erforderlig grundvattenbortledning i byggskedet resulterar i en temporär grundvattenpåverkan med avsänkta nivåer. Om schakten utförs utan skyddsåtgärder bedöms påverkan kunna nå drygt 150 m. För att begränsa inläckaget och storleken på påverkansområdet kommer schaktning utföras inom tätande spont. För att ytterligare begränsa inläckaget kan schaktbotten tätas med en "tätkaka" av cement om schaktbotten har hög genomsläpplighet. Med de åtgärderna bedöms påverkan på grundvattennivåerna vid närliggande sättningskänsliga byggnader och ledningar, brunnar och lämningar begränsas.

Anläggningen avses utföras som en tät konstruktion, vilket innebär att den inte förväntas ge upphov till någon grundvattenpåverkan i driftskedet.

6.2.1.4 Ledningskulvert, Flottsbro

En ny ledningskulvert (ID 243) anläggs under den planerade tvärförbindelsen strax öster om Flottsbro trafikplats (km 4/600). Anläggningsarbetena för ledningskulverten kräver schaktning genom ytliga sand- och finjordar (silt, lera) och ner till underliggande vattenförande moränjord. Erforderlig dräneringsnivå under schaktbotten, +29,2, ligger cirka 8 m under medelgrundvattennivå. Grundvattennivåerna varierar dock med flera meter inom kulvertens närområde.

Erforderlig grundvattenbortledning bedöms resultera i temporärt avsänkta grundvattennivåer. Jorden vid anläggningen är relativt genomsläpplig, vilket innebär att grundvattensänkningen skulle kunna sträcka sig 150 m ut från schakten utan tättningsåtgärder. Påverkansområdet för kulverten sammanfaller till stor del med påverkansområdet för släckvattenstation Flottsbro. För att begränsa inläckaget och grundvattenpåverkan kommer schaktning ske inom tätande spont. För att ytterligare begränsa inläckaget kan schaktbotten tätas med en "tätkaka" av cement före länshållning för att kunna arbeta i torrhet. Med de åtgärderna bedöms påverkan på närliggande sättningskänsliga byggnader och ledningar, brunnar och lämningar begränsas.

Schakten återfylls efter avslutade anläggningsarbeten. Eftersom materialet utanför schakten är genomsläppligt bedöms inte de återfyllda massorna vara mer dränerande än omgivningen vilket innebär att ledningskulverten inte förväntas ge upphov till grundvattenpåverkan i driftskedet.

6.2.2 Området vid Glömstatunnelns västra förskärning

Anslutningen till Glömstatunnelns västra påslag sker genom en 260 m lång skärning i jord och berg (km 4/880 - 5/140). I den yttre delen anläggs ett 175 m långt betongtråg (ID 246). Närmast tunnelmynningen blir det bergskärning eftersom jorrdjupet är betydligt mindre där. Vid anläggandet sker schaktning i jord och berg ner till en nivå om som mest 15 m under grundvattenytan. Grundvattenbortledningen, som krävs för att kunna arbeta i torrhet, bedöms resultera i en temporärt avsänkt grundvattennivå. Förskärningen löper längs en sluttning, där grundvattennivåerna sjunker från tunnelpåslaget i öster. Vid trågets västra ände är grundvattensänkningen endast drygt 2 m. Den naturliga dräneringen nerför sluttningen gör att storleken på grundvattensänkningen neråt dalen begränsas.

För att begränsa inläckaget till schaktet för betongtråget utförs jordschakt inom en tätande spont-konstruktion. Bergschakten mellan tråget och bergtunneln utförs med ridå- och botteninjektering för att minska det permanenta inläckaget av grundvatten. Med de åtgärderna bedöms påverkan på närliggande sättningskänsliga byggnader och ledningar, brunnar och fornlämningar begränsas.

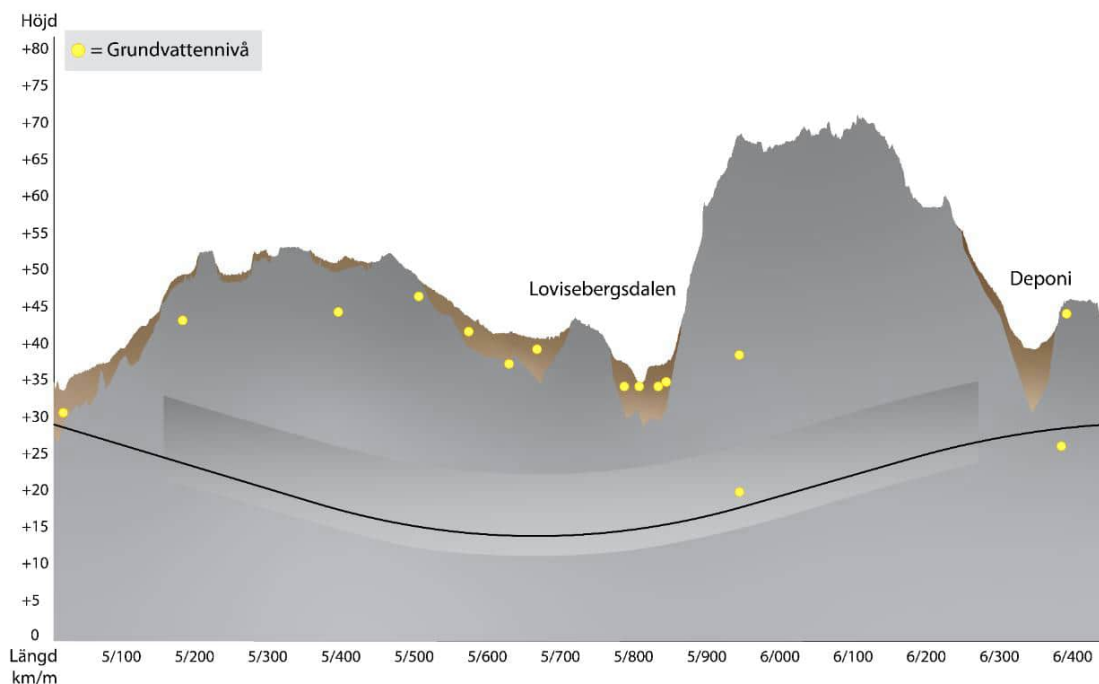
För att förhindra dagvatten och ytligt grundvatten från att leta sig in i anläggningen kommer överdiken med förbiledning anordnas längs bergskärningen och tråget för vidare avledning mot Glömstadiket.

Vid km 5/000 anläggs en ny bro för Häggstavägen (ID 245) som löper över det planerade betongtråget. Anläggningsarbetena för brostöden innebär schaktning i ytlig lerjord samt i vattenförande friktionsjord ner till ett djup av cirka 1 m under medelgrundvattennivå. Precis intill Häggstavägen och betongtråget anläggs också en dagvattenreningsanläggning (ID 282). Anläggningsarbetena innebär schaktning genom ytlig lerjord och ner till underliggande vattenförande moränjord. Planerad schaktbottennivå ligger drygt 3 m under medelgrundvattennivå. Erforderlig grundvattenbortledning för brostöd och dagvattenanläggning medför temporär grundvattenpåverkan med avsänkta nivåer. Grundvattenpåverkan bedöms dock bli underordnad den som sker i samband med anläggande av tråget och förskärningen.

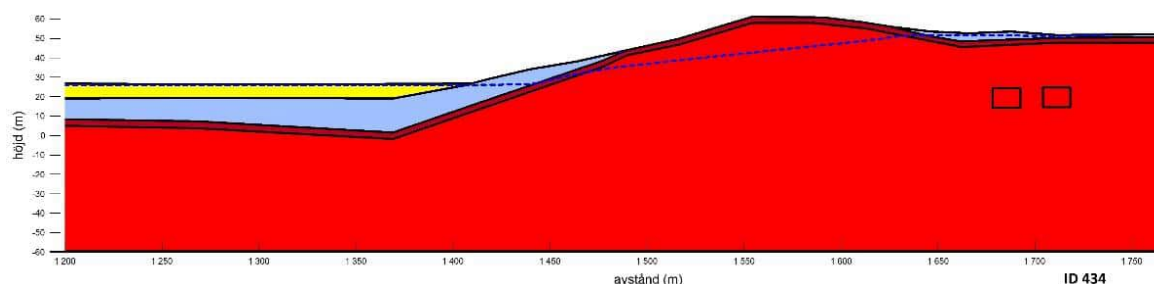
Med undantag för bergskärningen förväntas de färdiga konstruktionerna inte ge upphov till grundvattenpåverkan i driftskedet. Då grundvattnets trycknivåer är marknära kommer schakterna kring konstruktionerna återfyllas mot undre magasin med finjord för att förhindra utströmning av grundvatten i driftskedet.

6.2.3 Glömstatunneln

Mellan km 5/140 och km 6/280 passerar tvärförbindelsen under Loviseberg, söder om Glömstadalen, via den bergförlagda Glömstatunneln (ID 203, 204). Tunnelns dränerande nivå ligger som djupast drygt 25 m under grundvattnets trycknivå i Lovisebergsbäckens dalgång, respektive 15 m under trycknivån i den närliggande Glömstadalen (se Figur 6-10). Tunneln passerar vidare drygt 30 m under grundvattennivån i de öppna magasin som förekommer längs med svackorna på bergshöjderna mellan km 5/200 och km 5/600. Längst i öst övergår tunneln i öppen bergskärning och de nivåer som redovisas i figuren representerar dels ett magasin beläget uppströms skärningen (högt belägen punkt vid km 6/400), dels Glömstadalens slutna magasin som är nedströms skärningen (lågt belägen punkt vid km 6/400). En tvärsektion med tunnelns läge i förhållande till Glömstadalen redovisas i Figur 6-11.



Figur 6-10. Profil för Glömstatunneln med vägyta, mark- och bergyta. Närliggande grundvattenobservationer visas som gula punkter.



Figur 6-11. Tvärsektion hämtad från Glömstatunnelns grundvattenmodell (km 5/400) där tunneläget i förhållande till den angränsande Glömstadalen (till vänster i bild) framgår. Vy mot öst. (Rött = berg, blått = friktionsjord, gult = lera).

Vid anläggande och drift av Glömstatunneln sker inläckage av grundvatten från omgivande berg och jordlager till anläggningen, då hela anläggningen kommer att vara belägen under grundvattennivå. För att bedöma den effekt för omgivningen som tunnelns dränering av berggrundvattnet kan ge upphov till har modellering av ett antal tunneltvärsnitt utförts i modelleringsprogrammet SEEP/W (se beräkningsbilaga D1.3). Profilerna som valts utifrån berggrundens hydrauliska domäner framgår av Figur 6-4. Två olika tunnelutförande har beräknats, dels för en helt otätad tunnel, dels för en tätad tunnel där en 6 m bred zon runt tunneln har ansatts en täthet motsvarande en hydraulisk konduktivitet på 1×10^{-8} m/s. Detta motsvarar en mycket hög nivå av tätning för de tunnelsektioner som går genom bergdomäner med ett vattengenomsläppligt berg, K_{berg} större än 5×10^{-7} m/s, medan det för delar med ett tätare berg till och med kan betyda att liten eller ingen ytterligare tätning i praktiken uppnås.

I Tabell 6-4 redovisas de inläckage som kan förväntas till olika delsträckor av en otätad respektive tätad tunnel. I den därpå följande Tabell 6-5 redovisas det ackumulerade inläckaget till otätad respektive tätad tunnel, samt inläckage angivet i den mer jämförbara enheten l/min per 100 m tunnel.

Tabell 6-4. Beräknat inläckage av grundvatten för tätad respektive otätad Glömstatunnel. För kursiverad rad har senare undersökningar visat att berget är mer genomsläppligt varför modellen underskattar inläckaget.

Från km	Till km	Sträcka (m)	K_{berg} för sträckan (m/s)	Inläckage otätad tunnel per sträcka resp. per 100 m tunnel (l/min/sträcka)	Inläckage tätad tunnel per sträcka resp. per 100 m tunnel (l/min/sträcka)
5/140	5/240	100	1×10^{-7}	9,7 (9,7)	7,1 (7,1)
5/240	5/350	110	5×10^{-8}	11,1 (10,1)	10,0 (9,1)
5/350	5/450	100	5×10^{-8}	13,2 (13,2)	11,6 (11,6)
5/450	5/575	125	5×10^{-8}	12,3 (9,8)	11,5 (9,2)
5/575	5/665	90	1×10^{-6}	46,1 (51,2)	15,8 (17,6)
5/665	5/700	35	1×10^{-6}	19,7 (56,4)	5,9 (17,0)
5/700	5/775	75	5×10^{-7}	28,9 (38,6)	11,8 (15,7)
5/775	5/850	75	5×10^{-7}	37,3 (49,7)	13,4 (17,8)
5/850	5/950	100	1×10^{-7}	13,0 (13,0)	8,3 (8,3)
5/950	6/050	100	1×10^{-7}	9,8 (9,8)	7,1 (7,1)
6/050	6/150	100	1×10^{-7}	8,9 (8,9)	6,4 (6,4)
6/150	6/280	130	1×10^{-7}	9,5 (7,3)	7,4 (5,7)

Tabell 6-5. Beräknat ackumulerat inläckage till otätad respektive tätad Glömstatunnel, samt motsvarande siffror angivna i den mer jämförbara enheten l/min per 100 m tunnel.

	Otätad tunnel	Tätad tunnel
Ackumulerat inläckage (l/min)	219	116
Inläckage per 100 m tunnel (l/min per 100 m tunnel)	19,2	10,2

Av sammanställningen i Tabell 6-4 framgår att inläckaget varierar stort beroende på bergets konduktivitet, det vill säga förekomst av vattenförande spricksystem. Tabellen visar även en viss variation mellan sektioner med samma konduktivitet. Detta beror av tunnelns olika djup under grundvattennivån, som i sin tur beror av tunnelprofilen och markytans variation mellan höjdområden och dalgångar.

De största inläckagen, och den därmed största påverkan på grundvattnet, bedöms ske där tunneln passerar vattenförande svaghetszoner i berget, såsom vid Lovisebergsbäckens dalgång. Men de med tunneln nära parallella svaghetszonerna, som sträcker sig längs såväl de västra som de östra delarna av tunneln (se Figur 6-3) kan också innebära betydande inläckage. Detta med hänsyn till att parallellt gående svaghetszoner kan vara svårtätade då färre injekteringshål kan borrar ut genom zonerna.

Notera att grundvattenmodellerna upprättats i systemhandlingsskedet och att nyare undersökningar av berget längs Glömstatunneln indikerar att modelleringsresultatet delvis behöver omvärderas. Undersökningar utförda direkt väster om Loviseberg har visat att berget är mer genomsläppligt än den tidigare bedömningen, vilket medför att modellen för sträckan km 5/450 – 5/575 bedöms underskatta inläckaget både för otätad och tätad tunnel. Ett troligare scenario är att inläckaget blir i liknande storleksordning som påföljande sträcka (km 5/575 – 5/665). Samtidigt har senare nivåmätningar i bergplinten öster om Lovisebergsbäckens dalgång (km 5/900) visat att Albytunneln redan dränerat vissa sprickor i berget. Modellerade inläckage i detta område är de lägsta längs tunneln, framförallt i förhållande till ansatt K_{berg} , och det är därför svårbedömt om inläckagen kan förväntas bli mycket mindre.

Beräkningarna som gjorts visar att tätningen har störst effekt på inläckaget där berget är som genomsläppligast. För att kunna täta dessa partier ned till den täthet som ansatts i modellerna (konduktiviteten 1×10^{-8} m/s) skulle tätningseffekten behöva vara 99 %. En sådan väldigt hög tätningseffekt uppnås bara med komplicerade och tidskrävande metoder samt eventuellt användande av kemiska injekteringsmedel. Det är inte heller sannolikt att en sådan täthet skulle uppnås vid varje sådant bergsparti som passeras.

Beräkningarna visar vidare att injektering av tunneln har en relativt liten påverkan på utbredningen av tunnelns påverkansområde, även om inläckaget skiljer stort mellan en otätad och en tätad tunnel (se avsnitt 4.3.3 i Bilaga D1.3). Detta bedöms främst bero på att påverkansområdet i många delar begränsas av höjdområden med fastmark. Det beräknade påverkansområdet sträcker sig i norr tvärs över Glömstadalen fram till fastmarksområdena på andra sidan, där topografi och geologi hindrar utbredningen av grundvattensänkningen (se Figur 6-7 alternativt Bilaga D1.1:2). Söder om tunneln styrs påverkansområdet av bergets svaghetszoner. Störst utbredning bedöms grundvattenpåverkan bli längs svaghetszonen som följer Lovisebergsbäcken. Anledningen till det är att berget är mest vattenförande där. I princip hela Lovisebergsbäckens lerfyllda dalgång ligger inom påverkansområdet, inklusive dess sidodalgång som breder ut sig öster om Lovisebergsbäcken. De utförda beräkningarna visar endast på en begränsad påverkan på sidodalgången, men beräkningarna beaktar inte de svaghetszoner som löper i öst-västlig riktning in i sidodalgången. Därför kan en påverkan i sidodalgången inte uteslutas.

För att vidare bedöma tunnelns effekt på omgivningen har en vattenbalansberäkning upprättats utifrån beräknat påverkansområde, se bilaga D1.3. För en otätad tunnel skulle inläckaget uppgå till ungefär hälften av tillgänglig grundvattenbildning (det vill säga att resterande halva avgår som grundvattenflöde). För en tätad tunnel uppgår det beräknade inläckaget istället till ungefär 25 % av tillgänglig grundvattenbildning.

6.2.3.1 Bedömd grundvattenpåverkan

Grundvattenmodellerna bedöms utgöra ett bra bedömningsunderlag gällande utbredningen av Glömstatunnelns påverkansområde. Tätning av tunneln har enligt beräkningarna en relativt liten påverkan på utbredningen, även om inläckaget skiljer stort mellan en otätad och en tätad tunnel (se avsnitt 4.3.3 i Bilaga D1.3). Detta bedöms främst bero på att påverkansområdet i många delar begränsas av höjdområden med fastmark. Även om utbredningen av påverkan inte beräknas minska vid tätning kommer ändå ett reducerat inläckage att minska avsänkningens storlek. Överslagsmässigt innebär en halvering av flödet också en halvering av avsänkningen.

Det beräknade påverkansområdet sträcker sig i norr tvärs över Glömstadalen fram till fastmarksområdena på andra sidan, där topografi och geologi hindrar utbredningen av grundvattensänkningen (se Figur 6-7 alternativt Bilaga D1.1:2). Påverkan i Glömstadalen kommer främst att uppstå genom att grundvattenbildningen till dalgången minskar. Glömstadalens tillrinningsområde är dock förhållandevis stort (cirka 3,2 km² för berört område) i jämförelse med Glömstatunnelns påverkansområde, som bara är 1,4 km². Trots detta bedöms relativt stora avsänkningar kunna uppstå i dalgångens undre magasin, med marksättningar som följd. Avsänkningarna bedöms leda till att större andel av grundvattenbildningen sker till undre magasin genom att utströmningen i randzonen minskar och därigenom tillrinningen till övre magasin. Detta kan även leda till något minskad tillrinning till Glömstadiket, men med hänsyn till dikets totala tillrinningsområde bedöms det handla om försumbara flöden. Eventuellt kan påverkan norrut dock komma att begränsas av den potentiellt vattenförande svaghetszon som löper parallellt med Glömstadalen i nordväst-sydöstlig riktning. Då den hydrauliska kontakten mellan svaghetszonerna inte är verifierad görs ändå den konservativa bedömningen att utbredningen kan sträcka sig till fastmarksområdet norr om Glömstadalen.

Söder om tunneln styrs påverkansområdet av bergets svaghetszoner och förekommande sprickdalgångar. Störst utbredning av grundvattenpåverkan bedöms bli längs svaghetszonen som följer Lovisebergsbäckens dalgång. I övrigt begränsas svaghetszonernas utbredning, och i sin tur påverkansområdet, av de stora höjdområden med ytligt berg som breder ut sig söder om tunneln. Så är fallet för området mellan km 5/450-5/700, där berget bedömts vara som mest genomsläppligt. En trycksänkning i berget kan uppstå en bit söderut in i höjdområdet beroende på sprickornas konnektion men påverkan som uppstår i jordlagren ovan tunneln kommer inte att kunna fortplantas vidare. Längs Lovisebergsbäckens lerfyllda sprickdalgång finns inte samma begränsande ränder och i princip hela dalgången har därför inkluderats i påverkansområdet. Detta inkluderar också dess sidodalgång som breder ut sig öster om Lovisebergsbäcken. Påverkan i jordlagren i Lovisebergsbäckens dalgång bedöms bli störst direkt ovan tunneln (km 5/800). Avsänkningen i det undre magasinet bedöms där kunna bli uppemot 5-6 m, motsvarandes magasinbotten, i det fall berget visar sig vara mycket svårtätat. Avsänkningen vid tunneln bedöms leda till en större nivågradient i magasinet vilket i sin tur innebär att en större andel av grundvattenbildningen i området kommer ske till undre magasin. Detta kan leda till en något minskad tillrinning till Lovisebergsbäcken och att den period som bäcken idag torkar ut blir något längre. Påverkan bedöms norrut leda till minskad utströmning i nedströms magasin inklusive Glömstadalen. Jämförs det modellerade inläckaget för en otätad tunnel (för aktuell sträcka) mot tillrinningen för hela Lovisebergsbäckens dalgång utgör inläckaget dock bara cirka 15% av tillgängligt vatten.

Inläckaget till tunneln kommer att bero på de faktiska bergförhållandena vilka kommer att framgå först i byggskedet när undersökningar kan göras från tunnelfronten. De beräknade inläckagen till tunneln ger dock en indikation på vilken storleksordning det handlar om och vilken inverkan tätning kan ha. Det tätningsalternativ som valts i modelleringen, där den injekterade zonen har konduktiviteten 1×10^{-8} m/s, bedöms potentiellt underskatta det förväntade inläckaget i mitten på tunnelsträckan. Detta då det råder vissa osäkerheter kopplade till tätningsmöjligheterna på grund av att flera vattenförande sprickzoner noterats. I den tekniska beskrivningen redogörs för begreppet tätningseffekt och dess koppling till tätningsinsatsen. För det oinjekterade berg som antagits ha en konduktivitet om 1×10^{-6} m/s blir erforderlig tätningseffekt under rådande förhållanden omkring 95%. För att uppnå en sådan effekt bedöms svår injektering krävas. Längs delar av denna sträcka är bergtäckningen också mycket liten och tunneldrivning kommer att ske med specialmetoder (se Bilaga C1 Teknisk beskrivning avsnitt 3.1.3). Med hänsyn till den låga bergtäckningen bedöms tätningen bli mer komplicerad eftersom det kommer vara svårare att uppnå tillräckliga tryck i injekteringshålen. Risk finns att injekteringen läcker ut i ovanliggande jordlager istället för att tränga ut i sprickor i berget. Även de två passagera av den befintliga bergtunneln där avståndet mellan tunnlar blir 5 meter eller mindre erbjuder svårigheter för injekteringen. För dessa passager är till exempel inte heller vattentät lining ett alternativ då den större tunnelarean som krävs helt enkelt inte får rum.

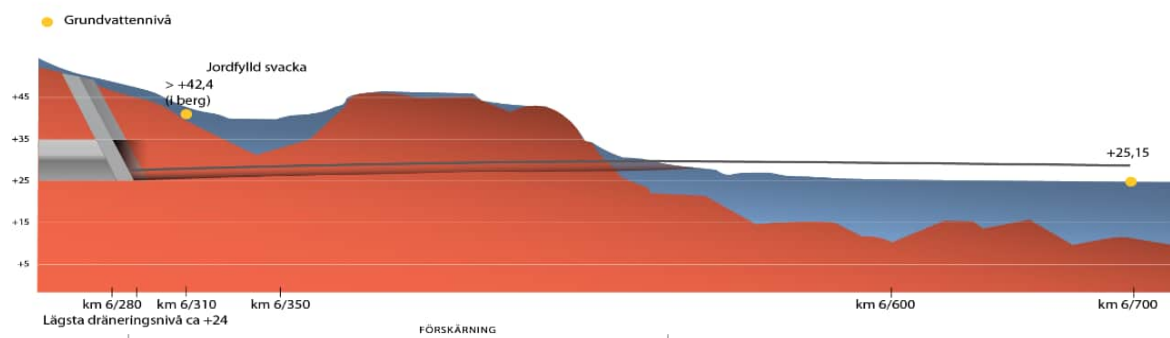
Beaktat osäkerheten i de faktiska bergförhållandena och de potentiella tätnings svårigheterna väljs i bedömningen av omgivningspåverkan ett inläckage mellan 10 – 12 l/min och 100 m tunnel (omfattar båda tunnelrören). Ett sådant inläckage utgör ungefär 25 % av tillgänglig grundvattenbildning vilket bedöms innebära en märkbar påverkan i området närmast tunneln men sett över hela Glömstadalens tillrinningsområde endast en måttlig påverkan på grundvattentillgångarna.

Den största påverkan på grundvattenberoende objekt i området bedöms utgöras av potentiella sättningsskador på ledningar till följd av de marksättningar som förväntas i Glömstadalen. Medan byggnader på sättningsskänslig mark förekommer i utkanterna av påverkansområdet, där grundvattensänkningen är beräknad till maximalt 1 m, förekommer ledningarna i områden där avsänkningen kan bli flera meter. Av identifierade brunnar inom påverkansområdet är det främst de

borrade brunnarna i Loviseberg som påverkas i större omfattning. Övriga brunnar är belägna långt från tunneln där eventuell avsänkning endast bedöms bli 0 – 1 m. För de två NVI-objekt (45 och 48) som förekommer inom Lovisebergsbäckens dalgång bedöms dräneringen till tunneln medföra något torrare markförhållanden.

6.2.4 Glömstatunnelns östra förskärning

Förskärningen öster om Glömstatunneln (ID 205, 206) sträcker sig mellan km 6/280 och km 6/600 (se Figur 6-12).



Figur 6-12. Principskiss med längsektion längs förskärningen utanför Glömstatunnelns östra påslag (grått). Rött indikerar bergets ungefärliga läge medan blått motsvarar jordlagren. Även vägyta (övre linje) och dräneringsnivå (undre linje) framgår. Två observationspunkter för grundvattennivå framgår som gula punkter.

Anläggningsarbetena innebär behov av schaktning i sand- och moränjord samt berg ner till en nivå motsvarande som mest drygt 20 under grundvattennivå. Arbetena bedöms ge upphov till stor lokal grundvattenpåverkan i såväl bygg- som driftskede.

Jordskärningen vid km 6/350 medför att avrinningen i den korsande svallsandsformationen ner mot Glömstadalen helt kommer att skäras av, och vattnet kommer istället leta sig ner i förskärningen. Inläckaget från den jordfyllda svackan bedöms bli stort i samband med de inledande jordschakten, men sedan successivt avta och stabiliseras med hänsyn till dess begränsade tillrinningsområde. Under förutsättning att jordarna inte är erosionsbenägna bedöms jordschakten kunna utföras med slanter. I anläggningens driftskede samlas inläckande vatten från den jordfyllda svackan upp och leds förbi förskärningen ner mot Glömstadiket.

Till de djupare delarna av förskärningen finns risk för större inläckage via spricksystem i berget. För bergskärningen planeras injektering av både bergvägg och botten för att begränsa inläckaget och påverkan på Glömstadalens undre magasin.

6.3 Riskexponerade objekt och bedömd påverkan

Nedan redovisade riskexponerade objekt har identifierats i berört delområde. För lägen, se Bilaga D1.2:2-3. Delområdet är beläget inom Östra Mälarens vattenskyddsområde. Tvärförbindelsen bedöms inte stå i konflikt med vattentäktens skyddsföreskrifter.

6.3.1 Albytunneln

Albytunneln löper parallellt med Glömstadalen (strax söder om densamma) mellan Katrinebergsvägen i sydost (km 7/250) och Dalhyddan invid Albysjöns strand i nordväst. Objektet är inte grundvattenberoende, men beskrivs i detta avsnitt eftersom förändrade

grundvattenförhållanden kan påverka tunneln och eftersom tunneln är en tillståndsgiven vattenverksamhet.

Albytunneln har en tvärsnittsarea av 10–20 m² och en bottennivå kring +10 vid Loviseberg, att jämföra med grundvattennivåerna i Glömstadalen som ligger kring +25. Grundvattennivåmätningar som utförts i Glömstadalens undre magasin indikerar lokala avsänkningar om några decimeter i anslutning till inloppet till Albytunneln. Under senare skede har också grundvattennivåmätningar utförts i berget öster om Loviseberg. Dessa mätningar visar tydligt att tunneln orsakar en lokal avsänkning. Nivåer har i ett borrhål uppmätts mellan cirka +14 och +28 (se Figur 6-8) vilket innebär att nivån under större delen av året är lägre än i nedströms belägna Glömstadalen.

Tillståndet är inte förenat med villkor avseende inläckage av grundvatten, och inga uppgifter om inläckage till tunneln finns att tillgå. Tvärförbindelse Södertörn saknar uppgifter om huruvida injektering av anläggningen har utförts. Däremot har en droppkartering genomförts som visar på ett väldigt litet inläckage av grundvatten in till tunneln (0,15 l/min per 100 m). Utifrån det faktum att tunnel orsakar en avsänkt grundvattennivå i berg bedöms detta vara en kraftig underskattning av inläckaget till tunneln.

Glömstatunneln korsar Albytunneln i två punkter och passerar då cirka 5 m ovan densamma. Glömstatunneln kommer att dränera bort en del grundvatten som annars skulle kunna läcka in i Albytunneln, vilket kan leda till ett minskat inläckage till Albytunneln. En begränsad risk finns också för att anläggandet av Glömstatunneln ökar vattenföringen i vissa sprickor som har kontakt med Albytunneln. Detta skulle då istället kunna leda till ett ökat inläckage till Albytunneln. Både det potentiellt ökade eller potentiellt minskade inläckaget till Albytunneln bedöms dock som obetydligt i förhållande till de vattenmängder som idag rinner i Albytunneln.

6.3.2 Sättningsrisker

Utbredning av potentiellt sättningsbenägen jord och resultat av inventering av känslig grundläggning framgår av Bilaga D1.2.

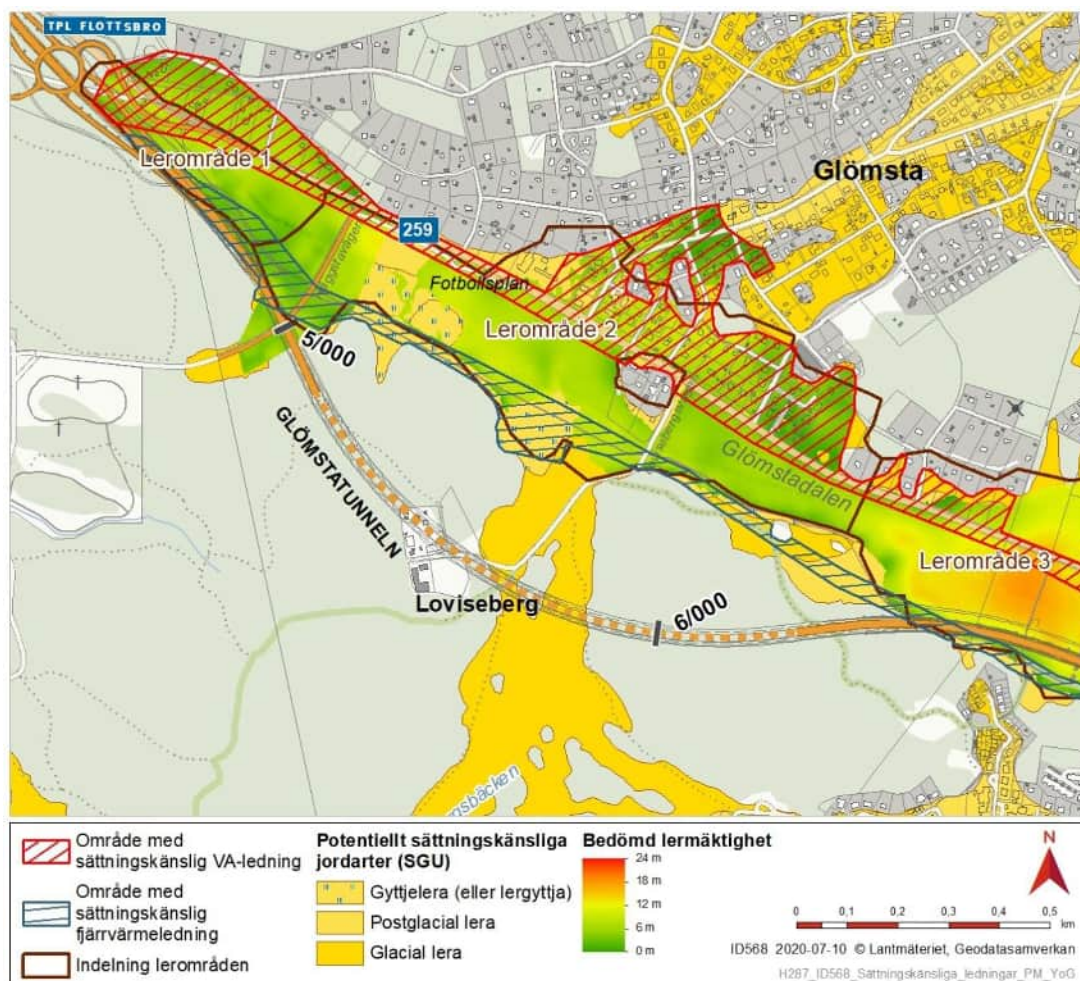
6.3.2.1 Glömstadalen

Längs med i stort sett hela Glömstadalen breder ett mäktigt (0–15 m) lerlager ut sig och grundvattentrycket i undre magasin är generellt högt. Leran är enligt provtagningar relativt okonsoliderad och bedöms som sättningsbenägen.

I Glömstadalens västligaste del finns bebyggelse på sättningsbenägen lera öster om trafikplats Flottsbro vid lerområde 1 enligt Figur 6-13. Bebyggelsen är belägen norr om befintlig väg 259. I området finns också potentiellt sättningskänsliga ledningar. Ledningar förekommer i direkt anslutning till planerad släckvattenstation (ID 281) och ledningskulvert (ID 243). Ledningarna går över områden med både sättningsbenägen och fast mark, vilket ökar risken för att ledningarna sätter sig ojämnt. Lerdjupet i området uppgår till som mest 7 m.

Grundvattensänkningen i området blir endast temporär i samband med byggandet av släckvattenstation och ledningskulvert. Det bedöms finnas behov av grundvattenbortledning under maximalt ett år. Med planerade skyddsåtgärder, exempelvis tätande spont, bedöms avsänkningen vid både byggnader och ledningar bli maximalt 1 m vilket för en lerprofil på 7 m kan medföra en sättning på 1-2 cm, se Bilaga D1.4. Vid närmsta belägna byggnad bedöms avsänkningen, utan vidtagande av skyddsåtgärder, kunna uppgå till som mest 4 m. För en sådan avsänkning och för en lerprofil på 7 m har sättningen efter ett år beräknats till cirka 8 cm. För de delar av ledningarna som

ligger närmast anläggningen kan avsänkningen istället uppgå till 6 m. Sättningen efter ett år för en lerprofil på 7 m beräknas bli över 10 cm vid sådan avsänkning.



Figur 6-13. Lerområde 1 och 2 samt känsliga fjärrvärme- och VA-ledningar i västra och centrala Glömstadalen. Rött skrafferat område visar läge för VA-ledningar och mörkblått skrafferat område visar läge för fjärrvärmeledningar. För fullständig teckenförklaring se Bilaga D1.4.

I Glömstadalens centrala delar i höjd med Loviseberg finns sättningsbenägna lerjordar samt känslig byggnadsgrundläggning och markförlagda ledningar inom lerområde 2, se Figur 6-13. Området ligger inom påverkansområdet för Glömstatunneln och avsänkningen i området bedöms bli permanent.

Samtliga byggnader på sättningsbenägen mark förekommer i utkanterna av påverkansområdet. Grundvattensänkningen vid bebyggelsen närmst befintlig väg 259 bedöms bli mindre än 1 m med planerad tätning av tunneln och omkring 1 m om tunneln inte tätas. Lerdjupet i samma område uppgår till cirka 8 m och avtar sedan mot fastmarksområdena. Totalsättningen för en avsänkning på 1 m och lerprofil på 8 m har beräknats till 2-3 cm, se Bilaga D1.4.

Vid de markförlagda ledningarna i centrala Glömstadalen uppgår lerdjupen som mest till cirka 8 m. Fjärrvärmeledningarna längs dalens södra sida löper över områden med mycket varierande lermäktighet och delvis också över fast mark, vilket ökar risken för att ledningarna sätter sig ojämnt. Fjärrvärmeledningarna bedöms dock klara relativt stora sättningar eftersom de är trycksatta och därför är okänsliga för förändrad lutning, samt på grund av materialets styvhet som gör att ledningarna hålls uppe om marken sätter sig ojämnt.

Beräknad grundvattensänkning vid ledningarna i centrala Glömstadalen är betydligt större än vid ovan nämnd bebyggelse, och det är där som de största sättningsriskerna föreligger. Med planerad tätning av Glömstatunneln bedöms den största grundvattensänkningen vid fjärrvärmeledningarna bli cirka 4 m. För en lerprofil på 8 m kan detta medföra en totalsättning på cirka 30 cm, se Bilaga D1.4. Vid VA-ledningarna en bit norrut bedöms avsänkningen med tätad tunnel bli 1-2 m vilket för samma lerprofil kan innebära en totalsättning på omkring 5 cm.

Utan tätning av tunneln har avsänkningen vid fjärrvärmeledningarna bedömts kunna uppgå till som mest 8 m och vid VA-ledningarna till 2-3 m. För VA-ledningarna innebär det en totalsättning på 10-20 cm. Inga beräkningar av marksättningar är utförda för avsänkningar större än 5 m. För en lerprofil på 8 m och 5 m avsänkning visar beräkningar att totalsättningen kan bli drygt 35 cm och för 8 m avsänkning kan sättningen därmed antas bli betydligt större än så.

Längs Glömstadalen går befintlig väg 259 (Glömstavägen). Vid Glömstavägens sträckning bedöms grundvattensänkningen uppgå till drygt en meter med planerad tätning av tunnel vilket kan medföra en totalsättning på max 5 cm. Utan tätning av tunneln har avsänkningen beräknats till ungefär det dubbla, vilket skulle motsvara en sättning på drygt en decimeter som i sin tur skulle kunna leda till viss sprickutbildning i asfalten.

6.3.2.2 Kästa bostadsområde, Fyrfatsvägen och Tullinge villastad, Nibblevägen

Från Lovisebergsbäckens dalgång löper en lertäckt sidodalgång i östlig riktning, strax söder om Glömstatunneln (se Figur 6-7). I denna dalgång finns ett bostadsområde vid Fyrfatsvägen, sydväst om Glömstatunnelns östra tunnelpåslag, som är beläget på potentiellt sättningsbenägen mark (se Bilaga D1.2:2). I området finns ett bostadskvarter med parhus och radhus byggt på tidigt 90-tal, där grundläggningsuppgift saknas, och öster om denna finns villabebyggelse med varierad grundläggning. Området ligger inom påverkansområdet för Glömstatunneln. Samtliga byggnader på sättningsbenägen mark återfinns dock i utkanterna av påverkansområdet, där grundvattensänkningen är beräknad till maximalt 1 m för en otätad tunnel och än mindre för en tätad tunnel. Sonderingar i området visar att lerans mäktighet är cirka 1 m. Eventuella sättningar i området bedöms därmed bli mycket små (<1 cm).

I Lovisebergsbäckens dalgång längst i söder finns knappt tio villafastigheter vid Nibblevägen inom Glömstatunnelns påverkansområde. Byggnaderna har varierande grundläggning. Jorddjupet antas vara cirka 10 m vid bebyggelsen utifrån data från SGU:s brunnarsarkiv. Lerdjupet är dock okänt men kan förväntas vara några meter baserat på jorddjupet. Byggnaderna är belägna i utkanten av påverkansområdet, där grundvattensänkningen är beräknad till maximalt 1 m för en otätad tunnel och än mindre för en tätad tunnel. Totalsättningen i området bedöms bli mycket liten (<1 cm) med planerad tätning av tunneln och maximalt 1 cm för otätad tunnel.

6.3.3 Vatten- och energibrunnar

Identifierade brunnar är företrädesvis belägna bland bostadsbebyggelsen på den norra sidan av Glömstadalen. Brunnarna läge redovisas på karta i Bilaga D1.2:2. Bedömd påverkan för respektive brunn redovisas nedan.

6.3.3.1 Vid trafikplats Flottsbro

Inom påverkansområdet vid trafikplats Flottsbro finns tre enskilda grävda vattenbrunnar, se Tabell 6-6. Brunnarna används för hushållsbruk och har inventerats. Bostadsområdet där brunnarna ligger är anslutet till det kommunala vattennätet men kommunalt vatten är bara tillgängligt sommartid. Påverkan på brunnarna bedöms som liten (mindre än 1 m avsänkning). Brunnsdjup är inte känt för alla brunnar men åtminstone två av brunnarna har tidigare sinat vid torrperiod och

bedöms därför riskera att sina eller förlora kapacitet på grund av påverkan från tvärförbindelsen. Påverkan blir temporär under byggskedet.

Vid trafikplats Flottsbro finns också en borrarad brunn som används för hushållsbruk och en borrarad energibrunn. Hushållsbrunnen bedöms kunna påverkas av en liten grundvattensänkning men den bedöms bli obetydlig för den aktuella brunnen. Energibrunnen bedöms inte påverkas.

Tabell 6-6. Brunnar inom påverkansområdet vid trafikplats Flottsbro. Brunnar vars ID börjar på VB har inventerats i fält.

BrunnsID	Fastighetsbeteckning	Användning	Brunnstyp	Bedömd påverkan
VB012	Glömsta 1:229	Hushåll	Grävd	0–1 m (temporär)
VB021	Glömsta 1:433	Hushåll	Grävd	0–1 m (temporär)
VB022	Glömsta 1:133	Hushåll	Grävd	0–1 m (temporär)
920628265	Glömsta 1:139	Hushåll	Borrarad	Ingen
917100861	Glömsta 1:132	Energi	Borrarad	Ingen

6.3.3.2 Vid Glömstatunneln

Strax söder om Glömstatunneln, vid Lovisebergs gård, finns en fastighet (Glömsta 1:97) med fem borrhade energibrunnar och en borrarad (vatten)brunn som inte används längre, se Tabell 6-7. Energibrunnarna är djupborrade i berget och cirka 200 m djupa. Brunnarna bedöms påverkas av att grundvattennivån permanent sänks uppemot 15 m vid anläggande av Glömstatunneln.

I Glömsta, i höjd med Lovisebergsvägen men norr om Glömstadalen finns en grävd brunn som används vid bevattning och till pool (Glömsta 1:417). Brunnen hade vid inventeringstillfället endast en meters vattendjup vilket innebär att den riskerar att sina eller förlora kapacitet vid den bedömda permanenta avsänkningen på upp till en meter.

I mitten på Glömstadalen, intill Lovisebergsvägen, finns en grävd brunn som inte används längre (Glömsta 1:42). Brunnen har inte inventerats på plats men ska enligt uppgift ha sinat i samband med anläggandet av Albytunneln. Om brunnen fortfarande är torrlagd har inte framkommit. Om brunnen återfått sin funktion finns risk att den åter sinar utifrån bedömd permanent avsänkning.

Utöver dessa brunnar finns 18 borrhade brunnar för energiändamål och en borrarad brunn för hushållsbruk inom påverkansområdet vid bostadsområdet Glömsta. Ytterligare tre borrhade energibrunnar ligger högt upp i den söderifrån anslutande Lovisebergsdalen. Brunnarna har inte inventerats, vilket gör att läget för dem är ungefärligt. Det är inte heller klarlagt om de är i bruk. Samtliga brunnar ligger i utkanten av påverkansområdet, vilket medför att avsänkningen i dessa brunnar bedöms bli mindre än en meter.

För att minska påverkan och mängden inläckande grundvatten utförs behovsanpassad förinjektering av Glömstatunneln inklusive förskärningar. Generellt bedöms att med tätningsåtgärder halveras grundvattenavsänkningen i centrala Glömstadalen. Tätningen kan medföra att något färre energibrunnar påverkas men konsekvensbedömningen som helhet ändras inte nämnvärt.

Tabell 6-7. Brunnar inom påverkansområdet i centrala Glömstadalen.

BrunnsID	Fastighetsbeteckning	Användning	Brunnstyp	Bedömd påverkan
VB019	Glömsta 1:417	Bevattning, pool	Grävd	0–1 m (permanent)
EB008a-e (fem brunnar)	Glömsta 1:97	Energi	Borrad	0-15 m (permanent)
VB029	Glömsta 1:97	Används ej	Borrad	0-15 m (permanent)
	Glömsta 1:42	Används ej	Grävd	0-5 m (permanent)
921534381	Stensättningen 11	Hushåll	Borrad	0-1 m (permanent)
911651403	Knackstenen 11	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
914578442	Runhällen 5	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
910625426	Stensättningen 6	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
VB034/909507227	Stensättningen 12	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
915509873	Glömsta 1:543	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
911648617	Glömsta 1:544	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
905500083	Glömsta 1:411	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
915054936	Glömsta 1:409	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
910672018	Glömsta 1:417	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
905514211	Runristaren 1	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
917577524	Runristaren 2	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
907548572	Runslingan 6	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
907548561	Runslingan 6	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
909533622	Knackstenen 22	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
908607275	Knackstenen 22	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
916576465	Stenyxan 8	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
908179351	Stenyxan 8	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
913560845	Tömmen 7	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
919584148	Tömmen 5	Energi	Borrad	0-1 m (permanent)
913034026	Harsyran 2	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)
911651437	Knackstenen 10	Energi	Borrad	0–1 m (permanent)

6.3.4 Kultur- och naturmiljö

6.3.4.1 Kulturmiljö

Mellan trafikplats Flottsbro och Glömstatunneln finns en boplat (L2016:468) som bedömts vara potentiellt känslig för förändringar i grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning, se bilaga D1.2:2. Fornlämningen är belägen på jordbruksmark i Glömstadalens västra del där de övre jordlagren utgörs av svallsediment ovanpå lera. Planerade arbeten mellan trafikplats Flottsbro och Glömstatunneln kommer att innebära en temporär påverkan på nivåerna i det undre grundvattenmagasinet. Markvattenförhållandena i de övre jordlagren kan i samband med detta bli torrare under en kort period.

Mellan trafikplats Flottsbro och Glömstatunneln finns också en boplat (L2016:770) och en kolerakyrkogård (L2016:941) som kommer att undersökas och tas bort när vägplanen vunnit laga

kraft. I området finns därtill tre lämningar (L2016:933, L2016:322, L2016:767) som förundersökts och som bedömts vara skadade eller borttagna.

Inom Glömstatunnelns påverkansområde finns totalt 14 lämningar, se läge och utbredning i bilaga D1.2:2. Fem av lämningarna är belägna i den norra delen av Lovisbergsbäckens dalgång (L2016:1734, L2016:1138, L2016:1137, L2013:7809, L2016:681). Lämningarna L2016:1734 och L2016:681 har okänd känslighet då tillräcklig information om objekten saknas. Lämningarna är belägna på moränjord i sluttningar högre upp i terrängen där grundvattenytan bedöms ligga djupt alternativt inte förekomma alls. Jordlagren där lämningarna finns bedöms därmed redan vara dränerade och markvattenförhållandena påverkas inte av Glömstatunneln. Fornlämning L2016:1137 och den möjliga lämningen L2016:1138 utgör boplatser som bedömts vara potentiellt känsliga för förändrade grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning. Lämningarna är belägna på jordbruksmark inom lerområden. Glömstatunnelns permanenta påverkan på det undre magasinet i området kan på sikt innebära att det blir torrare i de ytliga jordlagren. Lämning L2013:7809 är belägen på lera och har okänd känslighet då tillräcklig information om objektet saknas. Precis som för de föregående två objekten bedöms Glömstatunnelns påverkan kunna innebära att det blir torrare i de ytliga jordlagren vid lämningen.

I den södra delen av Lovisebergsbäckens dalgång finns fyra lämningar (L2017:3426, L2017:2789, L2016:132, L2013:9826). Lämning L2017:3426 och L2017:2789 har okänd känslighet då tillräcklig information om objekten saknas. Den förra lämningen är belägen på sandjord i en sluttning högre upp i terrängen där grundvattenytan bedöms ligga djupt alternativt inte förekomma alls. Jordlagren där lämningen finns bedöms därmed redan vara dränerade och markvattenförhållandena påverkas inte av Glömstatunneln. Den senare lämningen är belägen på lera i utkanten av Glömstatunnelns påverkansområde. Avsänkningen bedöms bli 0-1 m i detta område vilket innebär en liten risk för torrare markförhållanden. Lämning L2016:132 utgör ett vägmärke som bedömts vara potentiellt känsligt för sättningsskada. Lämningen är belägen på lera i ett område där avsänkningen bedöms bli upp till 2 m. Uppgift om lerdjup saknas och potentiell marksättning uppskattas därför till några centimeter. Lämning L2013:9826 är en skogsbrukslämning som är belägen på lera och som bedömts vara potentiellt känslig för förändrade grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning. Glömstatunnelns permanenta påverkan på det undre magasinet i området kan på sikt innebära att det blir torrare i de ytliga jordlagren.

Strax norr om Glömstatunnelns östra förskärning finns tre lämningar (L2016:4, L2016:5, L2016:614) som är belägna på jordbruksmark inom ett lerområde. Lämningarna L2016:4 och L2016:5 har okänd känslighet då tillräcklig information om objekten saknas. Grundvattennivån vid objekten är enligt utförda nivåmätningar cirka 2 m under markytan. Markvatten-förhållandena i jordlagren där lämningarna finns bedöms därmed inte påverkas av Glömstatunneln eller den östra förskärningen. Objekt L2016:614 utgör en möjlig fornlämning i form av en hård och har bedömts vara potentiellt känslig för sättningsskada. Lämningen är belägen i ett område där risken för marksättning är mycket stor med hänsyn till förväntad avsänkning och lerdjup.

I bostadsområdet i Kästa, söder om Glömstatunneln, finns en boplat (L2016:1683). Lämningen är enligt underlaget belägen i en sluttning med tunna jorddjup, under villabebyggelse. Sannolikt är lämningen bortgrävd i samband med att byggnaderna uppfördes.

På den norra sidan av Glömstadalen finns en stensättning (L2017:9919) som är belägen på lera och som bedömts vara potentiellt känslig för sättningsskada. Fornlämningen är belägen i utkanten av påverkansområdet där avsänkningen bedöms bli 0-1 m. Potentiell marksättning uppskattas maximalt bli några centimeter.

6.3.4.2 Naturmiljö

I området runt planerade trafikplats Flottsbro finns inga identifierade grundvattenberoende naturvärden som kan påverkas. I anslutning med Glömstatunneln finns tre naturvärdesobjekt (NVI-objekt) som innehåller biotoper som är grundvattenberoende. Objekten beskrivs i Tabell 6-8 och deras läge och utbredning framgår av Bilaga D1.2:2.

Utöver dessa NVI-objekt kan Lovisebergsbäcken påverkas, dels av Glömstatunnelns dränering, dels ifall arbete från markytan krävs för bergförstärkning. Påverkan av grundvattenbortledningen till bergtunneln bedöms, vilket redovisats tidigare i avsnitt 6.2.3, medföra längre perioder då bäcken är torr än dagens förhållande. Eventuellt arbete med bergförstärkning från markytan innebär att bäcken uppströms arbetsplatsen däms upp och att bäckflödet leds om i ledning förbi arbetsplatsen. En del av bäcken kommer då att bli torrlagd men strömningen uppströms och nerströms den berörda delen påverkas inte förutsatt att förbiledningen upprätthålls hela perioden. Efter avslutat arbete behöver bäckfåran återställas.

Glömstadiket bedöms få sin huvudsakliga tillrinning genom ytligt avrinning och dess flöde bedöms inte påverkas av trycksänkning i underliggande grundvattenmagasin i någon betydande utsträckning.

Tabell 6-8. Potentiellt grundvattenberoende naturvärdesobjekt i anslutning till Glömstatunneln

NVI-objekt	Mark- och vattenförhållanden	Bedömd påverkan
38 – Högväxt granskog Naturvärdesklass: 3 Påtagligt naturvärde Har biotopkvaliteter som näringsrik mark, högväxt gran, bäckdråg och hasselsnår, men skogen är tydligt påverkad av skogsbruk.	Granskogen ligger på relativt tät lera på berg och har ett tillrinningsområde av grundvatten från Häggstadalen. Det är främst områdena kring bäckdråget som är känsliga för grundvattenpåverkan.	En temporär påverkan i form av sänkt grundvattentryck i friktionsjord under leran förväntas uppkomma till följd av schakt för bro, dagvattenanläggning och tråg. I permanentskedet minskar tillrinningen till bäckdråget på grund av inläckage av grundvatten till Glömstatunnel och dess västra förskärning.
45 – Grovstammig granskog Naturvärdesklass: 3 Påtagligt naturvärde Granskog av lågörtss-/blåbärsristyp. Har biotopkvaliteter såsom grovvuxen gran och ek, medelgrov asp, bäckdråg och måttlig förekomst av död ved.	Granskogen ligger på lera i nedre delen av Lovisebergsdalen. Genom skogen rinner Lovisebergsbäcken som torkar ut under torrperioder. Ytterligare två mindre skogsbäckar (som mynnar i Lovisebergsbäcken) rinner mot norr genom objektet, vilka bitvis skapar fuktigt lokalklimat.	Påverkan består av sänkt grundvattentryck i berg och friktionsjord under leran, vilket leder till minskad tillrinning till bäckarna. Mätningar visar dock att närliggande Albytunneln åtminstone i vissa områden redan sänker grundvattennivån i bergmagasinet till strax under planerad tunnelnivå. Se även bedömning av påverkan på Lovisebergsbäcken ovan tabellen.
48 – Grovstammig granskog Naturvärdesklass: 3 Påtagligt naturvärde Har biotopkvaliteter så som äldre granar, fuktdråg samt liggande död ved. Förekomst av flera naturvårdsarter (inkl. två rödlistade).	Objektet ligger i ett utströmningsområde för grundvatten, beläget på sydslutningen av bergplinten öster om Loviseberg och i den lerfyllda svackan söder om berget.	Förväntad påverkan består dels av sänkt grundvattentryck i berg och friktionsjord under leran, dels minskad utströmning i slutningen.

6.3.5 Förorenade områden

Objekten som nämns i nedanstående text redovisas med stjärnsymboler i kartbilagan, Yt- och grundvattenberoende objekt (bilaga D1.2:2, D1.2:3).

Norr om väg 259 (Glömstavägen), i höjd med km 5/300, finns ett område där det tidigare legat en plantskola (EBH-ID 188846). Området kan potentiellt vara förorenat. Om förorening finns är det sannolikt i ytligt öppet grundvattenmagasin. Grundvattenpåverkan i detta område bedöms bli mycket liten och inte kunna mobilisera eventuella föroreningar.

I anslutning till Lovisebergsbäckens dalgång (km 5/800) visar resultatet från markundersökningar att det kan finnas föroreningar. Risk finns för mobilisering av föroreningar med grundvattentransport då inläckage sker till anläggningen. Situationen kommer att följas upp genom kontroller av vattenkemin i samband med anläggningsarbeten.

Strax sydost om Glömstatunnelns östra förskärning (km 6/400) finns en nedlagd kommunal deponi (EBH-ID 125097). Deponins utbredning sammanfaller med det utfyllda området som kan ses i Bilaga D1.1. Enligt utförda undersökningar innehåller deponin huvudsakligen schaktmassor och betong. Provtagningar från 2020 och senare har påvisat tyngre PAH:er strax över över riktvärde för känslig markanvändning (KM) i jord samt förekomst av PAH-L (detekterat), tungmetaller (måttlig halt krom och nickel) samt ammonium (mycket hög halt) i grundvattnet. I den mån det förekommer en spridning av förorening från deponin via lokal grundvattenströmning så kommer den att påverkas av Glömstatunnelns förskärning. Istället för att spridas ned mot Glömstadalen kommer grundvatten att läcka in till skärningen och därigenom samlas upp av tvärförbindelsens dagvattensystem. Risken för spridning av betydande föroreningar till anläggningen bedöms trots det som låg med hänsyn till att deponin främst innehåller jordmassor och betong samt utifrån resultatet av utförda undersökningar. Situationen kommer att följas upp genom kontroller av vattenkemin i samband med anläggningsarbeten. För att minska grundvattenpåverkan kommer berget i förskärningen, som korsas av en deformationszon, att injekteras.

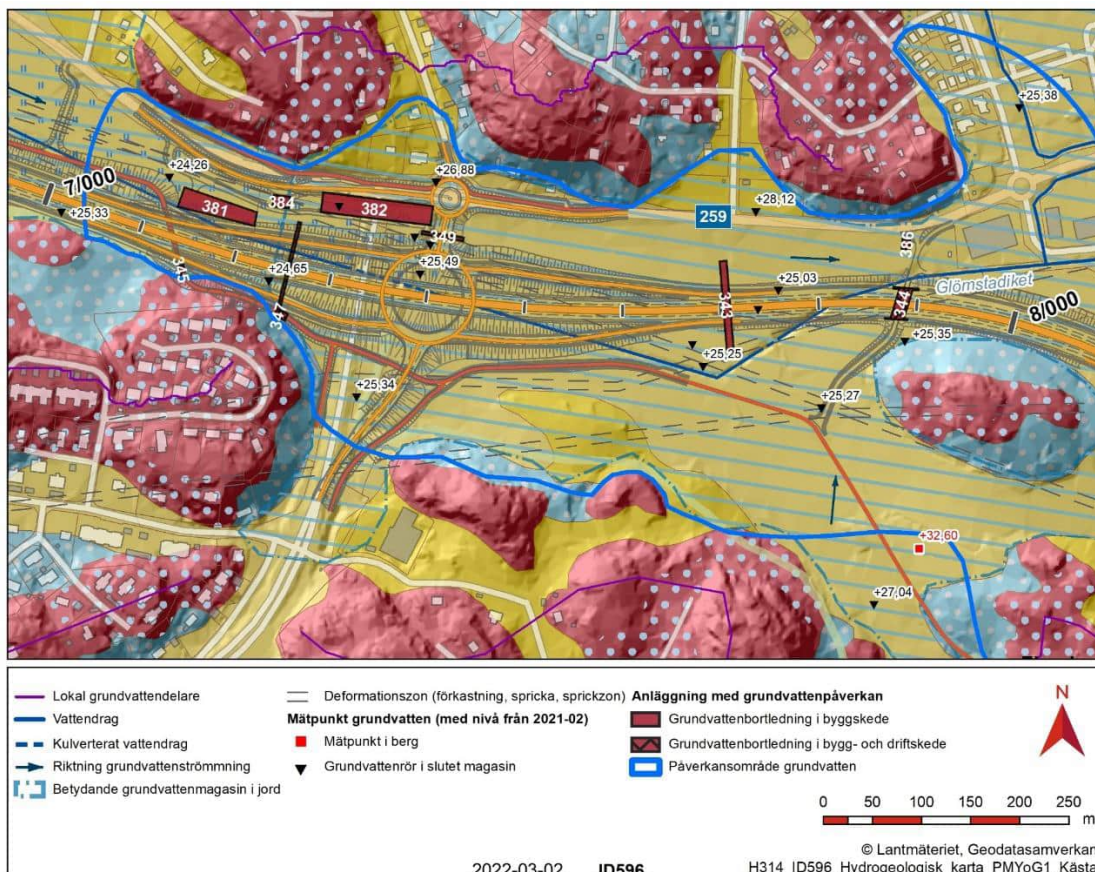
7 Beskrivning Kästa

Trafikplats Kästa anläggs i Glömstadalen mellan bostadsområdena Kästa och Backen. Den planerade trafikplatsen utgörs av en cirkulationsplats på bro ovanför Tvärförbindelse Södertörn som, i ytläge, passerar i Glömstadalens centrala del. Även anslutningen till befintliga Glömstavägen blir en cirkulationsplats. Till trafikplatsen tillkommer även nya GC-vägar och broar för dessa anläggs. Vattenverksamheten i byggskedet omfattar grundvattenbortledning vid anläggande av GC-passage och olika VA-anläggningar. Anläggande av brofundament för broar för själva cirkulationsplatsen medför temporära schakt ned i lerjordlagret men bedöms med något undantag inte medföra vattenverksamhet. Trafikplatsens läge mitt i dalgången gör att Glömstadiket behöver omledas och gå närmare dalgångens norra sida vilket även medför att ett antal nya trummor behöver anläggas där diket kommer korsa den nya vägarna. En del av nuvarande dike blir kvar på södra sidan av tvärförbindelsen för att fånga upp tillrinning söderifrån. Denna del ansluts med en kulvert under tvärförbindelsens vägar.

I avsnitt 7.3 redovisas de objekt som kan riskera att skadas av en grundvattenbortledning. Glömstadalens lera gör att marksättningar kan uppkomma vid en grundvattensavsänkning i undre magasin. I området finns byggnader med bedömd grundvattenberoende grundläggning samt ledningar som skulle kunna påverkas. Ett knappt tiotal brunnar finns i närområdet men förutom en grävd brunn bedöms inte de bergborrade energibrunnarna påverkas av de planerade schaktarbetena i jordlagren. En viss risk för förorenad mark förekommer i området samt i Glömstadikets bottensediment.

7.1 Yt- och grundvattenförhållanden

7.1.1 Geologi och topografi



Figur 7-1 Grundvattenförhållanden vid planerad trafikplats Kästa

Glömstadalen smalnar av i området för den planerade trafikplats Kästa och sidodalgångar ansluter främst från söder. Berget ligger relativt ytligt, och jordmäktigheterna är mindre här (5-10 m) än i övriga delar av Glömstadalen.

7.1.2 Grundvattenförhållanden

Vid planerad trafikplats Kästa uppmäts de lägsta grundvattennivåerna i Glömstadalens undre magasin strax väster om den planerade trafikplatsen. Här uppmäts grundvattennivåer som varierar mellan cirka +23,8 till 24,6 vilket är cirka 0,5 m under kringliggande områden (se Figur 7-1). De lägre nivåerna som bryter av den allmänna strömningsriktningen mot öster bedöms bero av viss dränering av Albytunneln och anslutande ledningskulvert till denna. I figuren i övrigt framgår att generellt ligger nivåerna något högre vid dalgångens sidor jämfört med dess mitt då grundvattenbildning från kringliggande områden strömmar ned mot mitten av dalgången. I tabellen nedan redovisas resultatet av de hydraultester som utförts i området. Dessa visar på låg vattengenomsläpplighet för det undre grundvattenmagasinet. Den låga konduktiviteten kan förklara de förhållandevis stora nivåskillnaderna som uppmäts mellan olika grundvattenrör i området.

Tabell 7-1. Hydraulisk konduktivitet för pulstester (Trafikverket, 2019[d]).

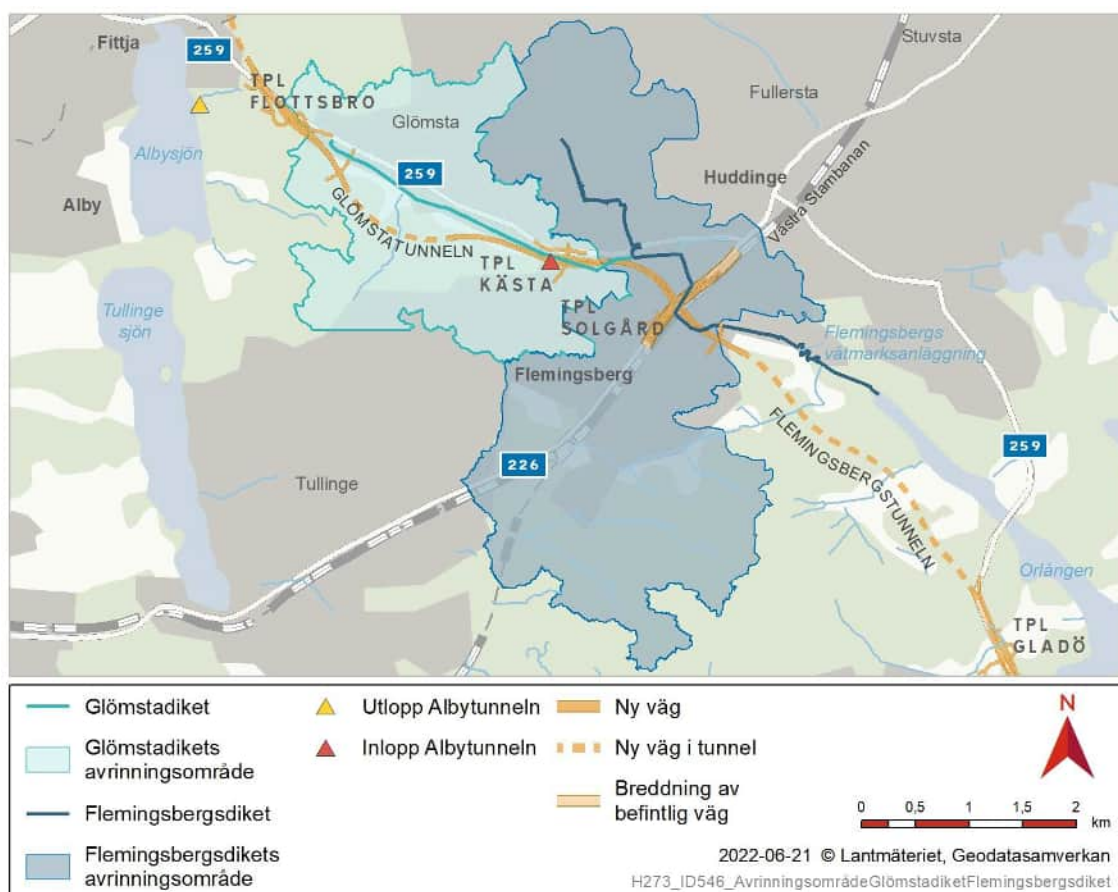
Rör ID	Hydraulisk konduktivitet (m/s)	Plats
17T323GW	$1,1 \times 10^{-5}$	Km 7/700 väster om trafikplats
11W198G	$4,5 \times 10^{-7}$	Km 7/400 vid Tpl Kästa
17T829GW	$7,6 \times 10^{-6}$	Km 7/400, vid Tpl Kästa
16T061GW	$2,2 \times 10^{-6}$	KM 7/900 vid GC-passage

7.1.3 Ytvatten

7.1.3.1 Glömstadiket

Centralt i Glömstadalen rinner Glömstadiket i nordväst-sydostlig riktning. Diket är drygt 3 km långt och rinner samman med Flemingsbergsdiket vid km 8/000. Glömstadikets avrinningsområde uppgår till 5,5 km². Figur 7-2 visar Glömstadiket och Flemingsbergsdikets avrinningsområden. Glömstadiket ingick ursprungligen i sjön Orlångens avrinningsområde, men efter Albytunnelns tillkomst avleds merparten av vattnet istället till Albysjön.

Glömstadiket är påverkat genom fördjupning och uträtning. Vattendraget består idag av ett igenväxande dike i åkermark med sex stycken passager för fordon eller GC-trafik. Vattenflödet är litet men diket bedöms inte torka ut under sommaren, vilket skapar förutsättningar för vissa akvatiska arter. Inga rödlistade eller ovanliga arter påträffades under naturvärdesinventeringen (Trafikverket, 2019[b]). Naturvärdet bedömdes till "visst".



Figur 7-2. Glömstadikets och Flemingsbergsdikets avrinningsområde.

7.2 Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan

I Tabell 7-2 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som kommer förläggas under grundvattennivå och därmed bedöms kunna orsaka grundvattenpåverkan i något skede. Tabellen redovisar även de grundvattennivåer som råder idag vid respektive anläggningsdel, samt bedömda nivåer i bygg- respektive driftskede.

I Tabell 7-3 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som innebär åtgärder i vattenområde. Tabellen redovisar även vilken slags påverkan åtgärden bedöms ge upphov till. Lägen för all planerad vattenverksamhet visas i Figur 7-3.

Förutom den vattenverksamhet som väganläggningen ger upphov till kommer Trafikverket yrka tillstånd för skyddsinfiltration. Åtgärden kan komma att vara aktuell för byggskedet vid arbeten i anslutning till trafikplats Kästa och de djupaste schakten för grundläggning av pumpstationer.

Tabell 7-2. Anläggningsdelar som omfattar grundvattenbortledning.

	ID	Anläggningsdel	Markyta	Medel- grundvattennivå	Schaktdimension (längd x bredd x djup)	Dräneringsnivå* - byggskede (B) - driftskede (D)
Tpl Kästa	384	Pumpstation för vägdagvatten	+25	+24,9	20x15x8,5	+16,1 (B)
	347	Ledningskulvert och inloppskammare	+25 till +28	+24,9	90x10x8,5 (som djupast)	+19 (B)
	381	Dagvattenanläggning	+24 till	+24,9	75x20x2	+21,5 (B)
	382		+26		110x20x4	+21,5 (B)*
	345	Södra brostöd GC-bro	+27	+24,5	10x10x2,5	+24 (B)
	349	Rörbro Glömstadiket/ Katrinebergs-vägen	+25	+24,9	50x10x2,5	+23,4* (B)
	343	Ledningskulvert	+27	+24,9	90x10x7	+19,7 (B)
	386	Pumpstation för GC- väg	+25	+24,8	15x10x6,5	+18,3 (B)
	344	GC-passage	+24 till +26	+24,8	15x35x3,5	+21,7* (B) +24,5 ² (D)
	-	Kulverterade delar Glömstadiket	+24 till +26	+24,8	250x10x3,5	+22 till +23,4 (B, eventuellt D)

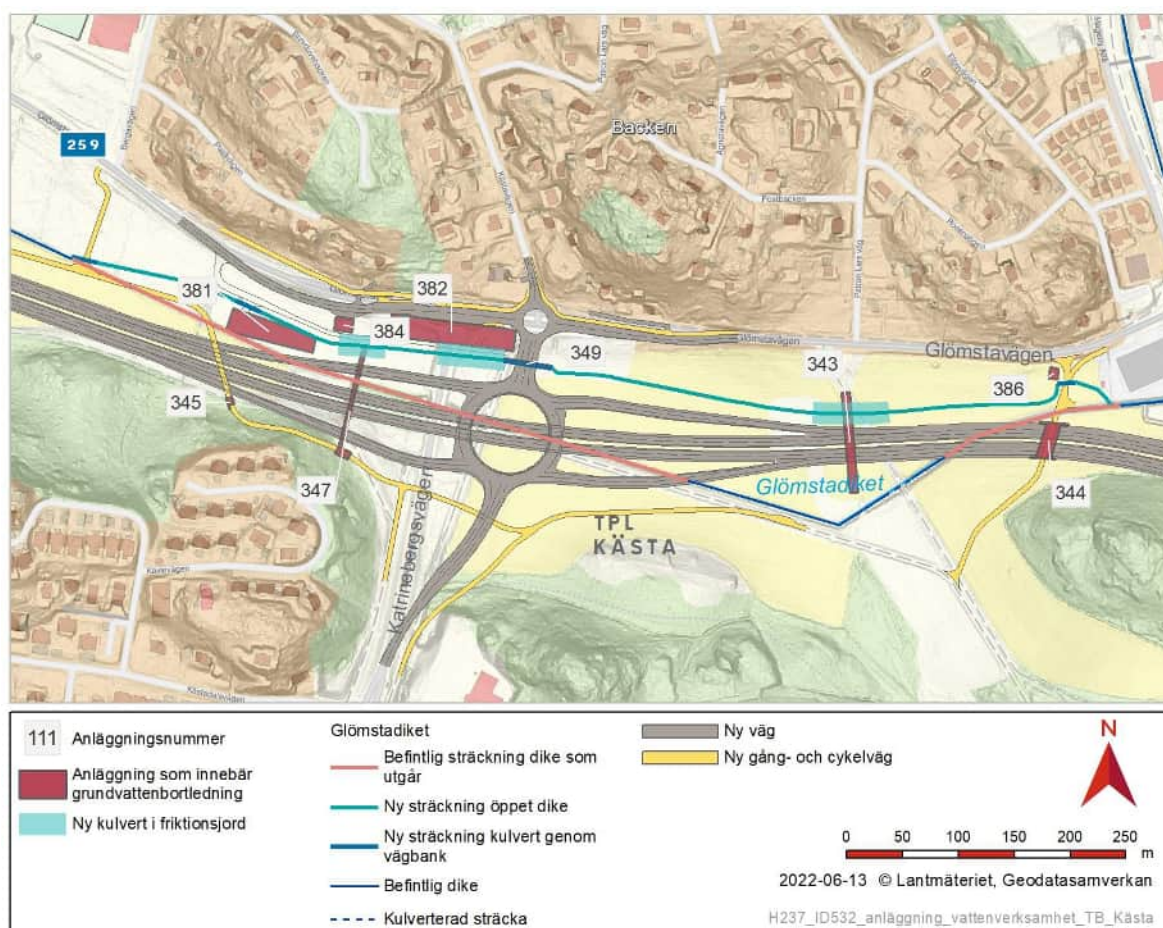
* Dräneringsnivån avser behov att sänka grundvattnets trycknivå i det undre magasinet för att undvika risk för schaktbottenuppträckning.

² Dräneringsnivån avser nytt dike drygt 40 m söder om bron längs GC-vägen intill höjd där lerlager penetreras.

Tabell 7-3. Anläggningsdelar som omfattar arbete i vattenområde tpl Kästa

Anläggningsdel	Vattenverksamhet	Riskexponerat objekt	Påverkan byggskede	Påverkan driftskede
Glömstadiket, km 7/000–7/900	Byggande i vatten; omledning av dike, nya trummor.	Akvatisk miljö	Grumling	Ingen

* Omfattning redovisas i TB medan beskrivning av påverkan och effekt görs i MKB.



Figur 7-3. Planerad vattenverksamhet i anslutning till trafikplats Kästa.

7.2.1 Anläggningsdelar som medför grundvattenpåverkan

7.2.1.1 Cirkulationsplatsen och närliggande anläggningsarbete

Broarna för cirkulationsplatsen och anslutande rampvägar anläggs centralt i Glömstadalens lerjordlagret är mäktigt, mer än 10 m, vilket gör att schakten för brostöd endast går ned i eventuellt markvattenmagasin i torrskorpeleran och översta matjordslager med liten genomsläpplighet. Det är istället schakten för anläggningsdelar främst vid norra sidan av Glömstadalens som kan medföra en grundvattenpåverkan i byggskedet. Här är lerlagret områdesvis tunnare och schakten riskerar eller kommer gå ned under leran till undre grundvattenmagasin i friktionsjordlagret. Undantaget är det södra brostödet för GC-bron (ID 345) som är placerad i gränsen mellan lerjordlagret och moränjordlagret vid dalgångens sida. Dräneringsnivån för schaktet, cirka en meter under grundvattennivån bedöms ge en liten grundvattenpåverkan även med öppna schaktväggar utan spont.

En pumpstation för vägdagvatten, ID 384, innebär det djupaste schaktet med en lägsta dräneringsnivå på cirka +16 eller cirka 8 m under rådande grundvattennivå i undre magasin. Schaktet för pumpstationen beräknas kunna läcka in cirka 40 l/min om inte sponten tätar (eller tätas mot berg) vilket beräknas ge ett relativt stort påverkansområde längs med dalgången under byggtiden. Med tätad spont bedöms inläckage och påverkan bli mindre. Den färdiga anläggningen medför inte någon grundvattendränering.

Två dagvattenreningsanläggningar (ID 381 och ID 382) anläggs som dammar med tät betongbotten där schaktets dräneringsnivå i byggskedet blir cirka +22. Den västra (ID 381) anläggs där lerlagret bedöms tillräckligt mäktigt för att påverkan endast ska ske i övre marklagermagasin. För den andra

anläggningen (ID 382) kommer schaktet nå ned under eller nära lerlagrets underkant och dräneringen i byggskedet kommer då påverka undre grundvattenmagasin. Schaktets storlek gör att påverkansområdet riskerar bli relativt stort.

Anläggningsdel 347 i figuren ovan är en inloppskammare och ledningskulvert för anslutning av Glömstadiket till Albytunneln. Kulverten anläggs i lerjord och får begränsad påverkan för undre grundvattenmagasin men inloppskammaren med ligger vid gränsen där det undre magasinets friktionsjord når upp till markytan. Schaktets dräneringsnivå kommer bli kring +19 vilket är cirka 6 m under rådande grundvattennivå. Inloppskammaren och delar av kulverten grundläggs mot berg medan resterande del av kulverten schaktas ned i lerjordlagret. Påverkan under byggtiden för anläggningen går ut i Glömstadalen men inte mot söder och den högre liggande terrängen.

Trafikplatsens läge innebär att Glömstadiket behöver flyttas till en dragning närmare dalgångens norra sida. Se kommande avsnitt 7.2.3. Två rörbroar och flera trummor kommer anläggas för olika vägpasser men det är endast en rörbro, den under Katrinebergsvägen (ID 349) som bedöms medföra grundvattenpåverkan. Rörbron medför schakt i lerjord ned drygt 2 m under grundvattennivån. Då lerlagret tunnar ut i detta område finns risk för hydraulisk bottenuppträckning. En temporär trycksänkning av undre magasin kan behövas ned cirka 1,5 m under medelgrundvattennivån för att motverka risken.

På tre ställen har jordlagersonderingar indikerat att dikesbotten för den omlagda Glömstadiket kan komma nära eller vid lerjordlagrets underkant. Dessa är redovisade i Figur 7-3 ovan som kulverterade dikessträckor. Dikesbotten får en nivå mellan cirka +23,4 ned till +22 att jämföra med undre magasinets trycknivå kring +24,8. Beroende på de faktiska förhållandena har två alternativa dikeslösningar tagits fram, se vidare avsnitt 7.2.3.

7.2.1.2 Anläggningsdelar öster om trafikplats Kästa medförande grundvattenbortledning

En bit öster om trafikplatsen anläggs en ledningskulvert tvärs under den planerade vägen (ID 343). Anläggningsarbetena för ledningskulverten innebär schaktning i lerjord cirka 5 m under grundvattnets trycknivå i det undre magasinet. Med hänsyn till schaktdjup finns risk för schaktning genom lerlagret och vidare ner i undre grundvattenmagasin i friktionsjord. Detta gäller speciellt för den norra delen av schaktet. Enligt analytiska beräkningar kan påverkansområdet utan skyddsåtgärder sträcka sig 200 m ut från schakten (se Bilaga D1.3). För att begränsa inläckaget och grundvattenpåverkan kommer schakten utföras inom tätande spont.

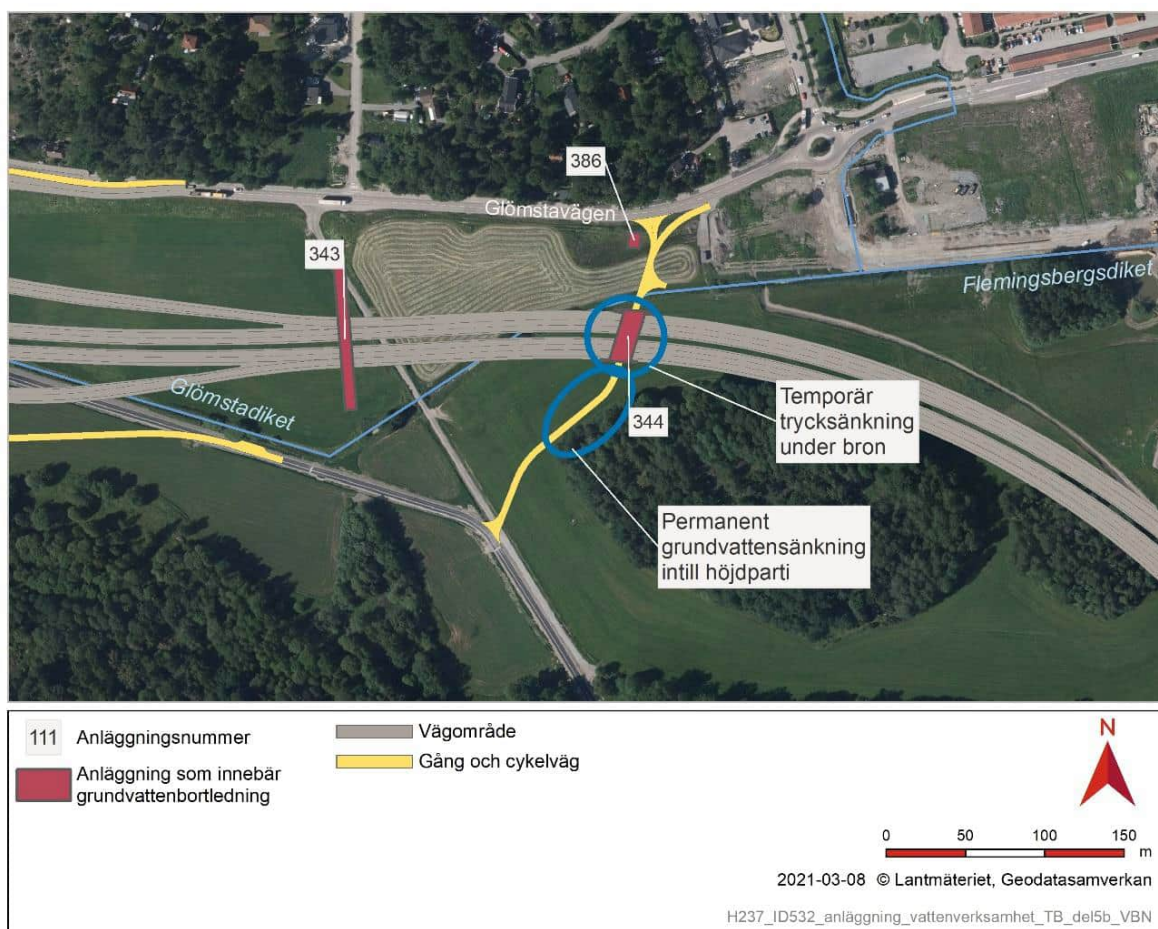
En ny GC-väg kommer anläggas och passera tvärförbindelsen vägar vilket medför en vägbro (ID 344) och en pumpstation (ID 386) för att ta hand om dagvatten från GC-passagen. GC-vägen kommer delvis gå ned i skärning intill ett mindre höjdområde på en nivå som eventuellt kan medföra en mindre dränering av undre grundvattenmagasin som här övergår till ett öppet magasin in mot höjddpartiet, se Figur 7-4.

Grundläggning av vägbron över GC-vägen innebär ett ca 4 m schakt ned i lerjordlagret. För att förhindra schaktbottenuppträckning under byggtiden behöver det undre grundvattenmagasinet sänkas av ned till +21,5 genom att anlägga brunnar inom eller direkt anslutning till schakt. I driftskedet bedöms inte passagen medföra läckage från undre grundvattenmagasin upp till GC-vägens dagvattenledningar. Markvatten eller grundvatten i övre magasin i torrskorpeleran och närmast passagens belägna lerlager kommer avvattnas till passagens dagvattensystem.

Pumpstationen innebär ett cirka 6 m djupt schakt. Lerlagret är tunnare i området och schaktet kommer gå ned i undre friktionsjordlager. Enligt analytiska beräkningar kan påverkansområdet utan skyddsåtgärder komma att sträcka sig drygt 150 m ut från schakt (för detaljer se Bilaga D1.3).

För att begränsa inläckaget och grundvattenpåverkan kommer schakten utföras inom tätande spont. Den färdiga anläggningen utförs som en tät konstruktion, vilket innebär att den inte förväntas ge upphov till grundvattenpåverkan i driftskedet. Det undre grundvattenmagasinets trycknivå är marknära och schakten återfylls efter utfört anläggningsarbete mot undre magasin med finjordar kring konstruktionen för att förhindra utströmning av grundvatten till marklagren i driftskedet.

GC-vägens skärning förbi den mindre höjdområdet kan medföra ett visst utläckage av grundvatten under perioder med höga grundvattennivåer i undre magasin då det tätande lerlagret upp mot höjden schaktas bort. Bedömd dräneringsnivå är +24,5 medan medelgrundvattennivå ligger vid cirka +24,8.



Figur 7-4. GC-passagen öster om trafikplats Kästa, bro 344 och anslutande ramp intill höjd. Figuren visar anläggningsdelar för permanent grundvattensänkning och temporär trycksänkning. Cirkeln och ovalen indikerar de områden där bortledningen kommer att ske. De ska varken tolkas som påverkansområden eller som exakt lokalisering.

7.2.2 Samlad bedömning av grundvattenpåverkan vid Trafikplats Kästa

Sammanfattningsvis kommer grundvattenbortledning att ske vid ett antal ställen i området för Trafikplats Kästa. Förutom en viss möjlig kvarstående påverkan genom ett ökat grundvattenläckage till Glömstadiket samt visst utläckage av grundvatten vid GC-passagen 344 är påverkan temporär under byggskedet. Arbete kommer troligen inte ske samtidigt på samtliga platser men det kan förutsättas att fler schakt länshålles samtidigt. För flertalet schakt bedöms grundvattenpåverkan bli måttlig, baserat på den förhållandevis täta undre friktionsjordsmagasin men effekten av en sammanlagd påverkan ifall flertalet schakt länshålles samtidigt är svårare att bedöma med någon exakthet.

Från grundvattenmätningar i dalgången framgår att området sydväst om den planerade trafikplatsen redan är påverkat av en dränering. Både öster och väster om området för trafikplats Kästa ligger grundvattennivån över +25 medan flera rör i detta område uppmäter nivåer kring +24,5 eller något under. Den planerade vattenverksamheten kommer förstärka denna strömningsgradient in mot området.

Merparten av schakten är lokaliserade i områdets norra del, i närheten eller i anslutning till Glömstavägen. Här är lerjordlagret tunnare och flera schakt kommer nå ned eller riskerar nå ned i undre friktionsjordmagasin. En sättningsrelaterad påverkan kan därmed uppkomma.

7.2.3 Arbete i vattenområde i samband med Glömstadikets omledning

Glömstadiket förbi Trafikplats Kästa behöver justeras i profil alternativt lägesförflyttas. Mellan km 6/730 till 6/980 bibehåller diket befintlig sträckning, men profilen justeras. Mellan km 6/980 till km 8/010 flyttas diket norrut, mellan den nya väganläggningen och befintlig väg 259 Glömstavägen. Från km 8/010 och fram till punkten där Flemingsbergsdiket ansluter (cirka km 9/000) bibehålls samma sträckning som idag, men profilen justeras. Dikets anslutning till Albytunneln går via den tidigare nämnda ledningskulverten (ID 347). Det berörda vattenområdet har en yta av drygt 7 000 m².

Glömstadiket är ett öppet dike med trummor vid vägpassagerna för grusvägar i åkerlandskapet samt under Katrinebergsvägen. Befintligt dike är inom aktuellt område 1130 m, varav drygt 70 m är i trummor. Omledningen innebär att ett nytt dike grävs längs en sträcka av ungefär 1300 m. Tidigare dikessträckning läggs igen på en sträcka av cirka 800 m medan en cirka 330 m lång sträcka blir kvar för åkerdränering och förbinds med den nya dikesdragningen via en trumma under väganläggningen. Den nya dragningen passerar fyra vägar eller GC-vägar i trumma eller i rörbro med en sammanlagd längd av cirka 150 m. Sträckorna som får justerad profil är sammanlagt 140 m. De två sträckor som läggs igen är sammanlagt 800 m.

Punktlistan nedan redovisar de trummor och rörbroar som anläggs i samband med Glömstadikets omledning. Det är bara rörbron under Katrineholmsvägen (ID 349) som bedöms medföra grundvattenbortledning under byggtiden, vilket redovisats i tidigare avsnitt.

- Rörbro 348 för GC-passage (km 7/000)
- Trumma för serviceväg (km 7/130)
- Rörbro 349 för Katrinebergsvägen (km 7/400)
- Trumma för ny gång- och cykelväg (km 7/900)
- Trumma för tvärförbindelsen (km 7/775) (denna trumma kopplar samman återstående delar av diket söder om vägen med det nya Glömstadiket)

Dikets nya sträckning innebär att inom vissa delar bedöms dikesbotten kunna hamna nära eller under lerlagrets underkant. Detta kan medföra att det undre grundvattenmagasinet läcker in grundvatten till diket och dikesbotten. Figur 7-5 visar de sträckor av diket som bedöms behöva kulverteras alternativt kan komma dränera undre grundvattenmagasin under perioder med höga grundvattennivåer.

För omläggningen av Glömstadiket finns två alternativa utföranden:

- Alternativ A öppet dike
- Alternativ B diket delvis förlagt i kulvert

Alternativ A innebär viss permanent grundvattenpåverkan och effekt- och konsekvensbedöms i denna ansökan om tillstånd för vattenverksamhet.

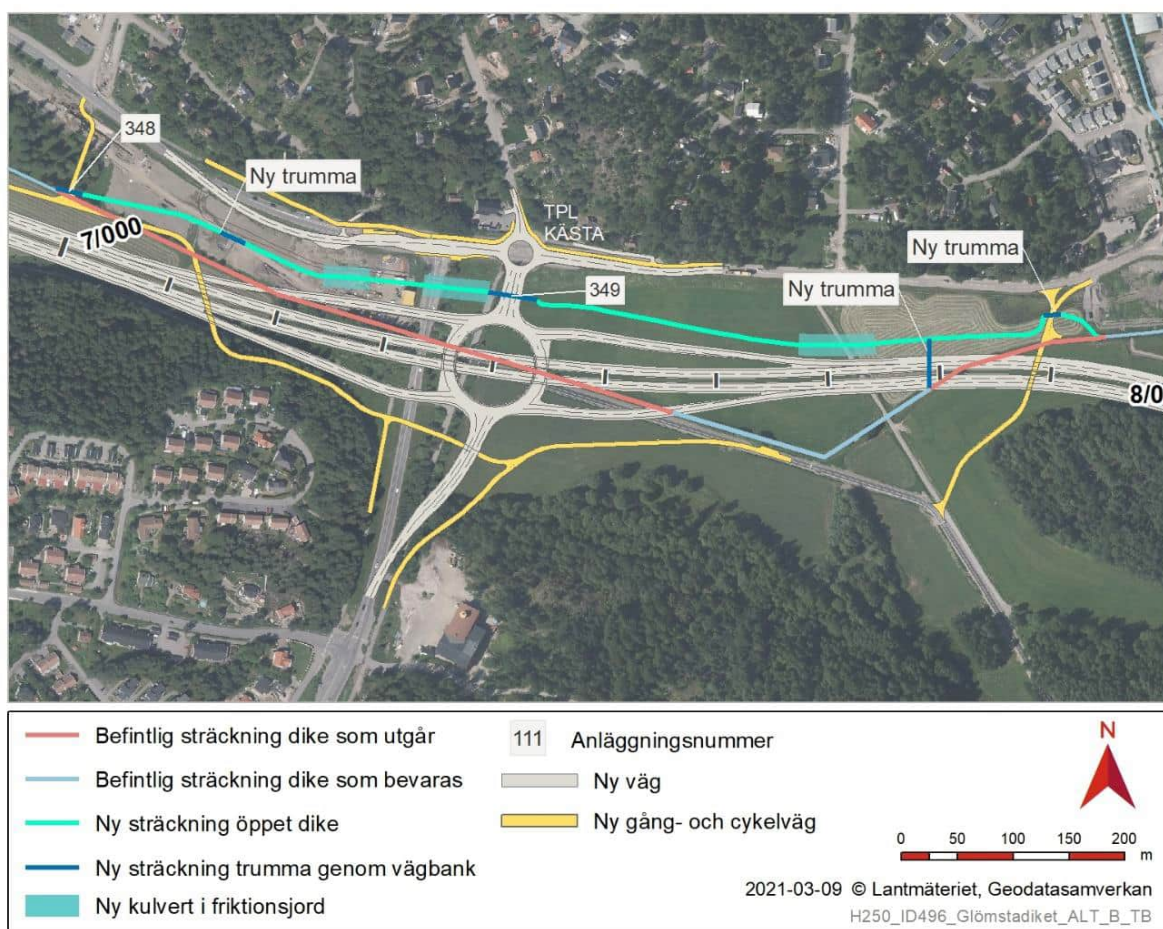
Ett öppet dike där lerjordlagret schaktats bort eller inte är tillräckligt mäktigt för att förhindra läckage av grundvatten från undre magasin kan medföra att den undre grundvattennivån dräneras ned till en trycknivå kring dikets vattengång, vilken kommer vara mellan cirka +23,4 och +22. Nuvarande trycknivå i undre magasin varierar mellan cirka +24 till +25,4. Detta bedöms kunna ge en påverkan som går ut till det redovisade påverkansområdets gräns norr om Glömstavägen, se Figur 7-1 eller Bilaga D1.1:3.

Alternativ B innebär vattenverksamhet då det medför arbete i vattenområde. Glömstadiket omfattas av generellt biotopskydd "*öppet dike i jordbrukslandskap*" och detta alternativ innebär att delar av diket kulverteras.

Detta alternativ redovisas även i MKB för vägplan och har samråtts med länsstyrelsen separat då det uppdagades att lertäcket bedöms sakna tillräcklig mäktighet inom vissa sträckor av Glömstadikets nya läge. Alternativet innebär att det utöver de fem trummor/rörbroar som anläggs även anläggs tre trummor/kulvertar där dikesbotten går ned till (eller nära) friktionsjordlagret. Den sammanlagda sträckan av rörförlagt dike uppgår då till 380 m.

Valet mellan de två alternativen görs av Trafikverket efter att upphandlad entreprenör utfört kompletterande markundersökningar och tagit fram bygghandlingar.

Tillrinningen till Glömstadiket bedöms inte påverkas mer än marginellt till följd av grundvattenbortledning inom området. Däremot kommer den planerade omledningen påverka dikets naturvärden. Om längre delar av den nya sträckningen förläggs i trumma försämras naturvärdena. Om det öppna alternativet för utformning av diket väljs (alternativ A) blir den permanenta påverkan obetydlig. Alternativet medför ett tillskott av grundvatten vilket skulle kunna bidra till bättre vattenkvalitet och vattentillgång vid perioder av torka. Eftersom grävarbeten i huvudsak utförs i torrhet och under en begränsad tid är risken för en negativ påverkan i form av grumling liten.



Figur 7-5. Utformning av ny sträckning av Glömstadiket enligt alternativ B som innebär kulvertering av tre sträckor.

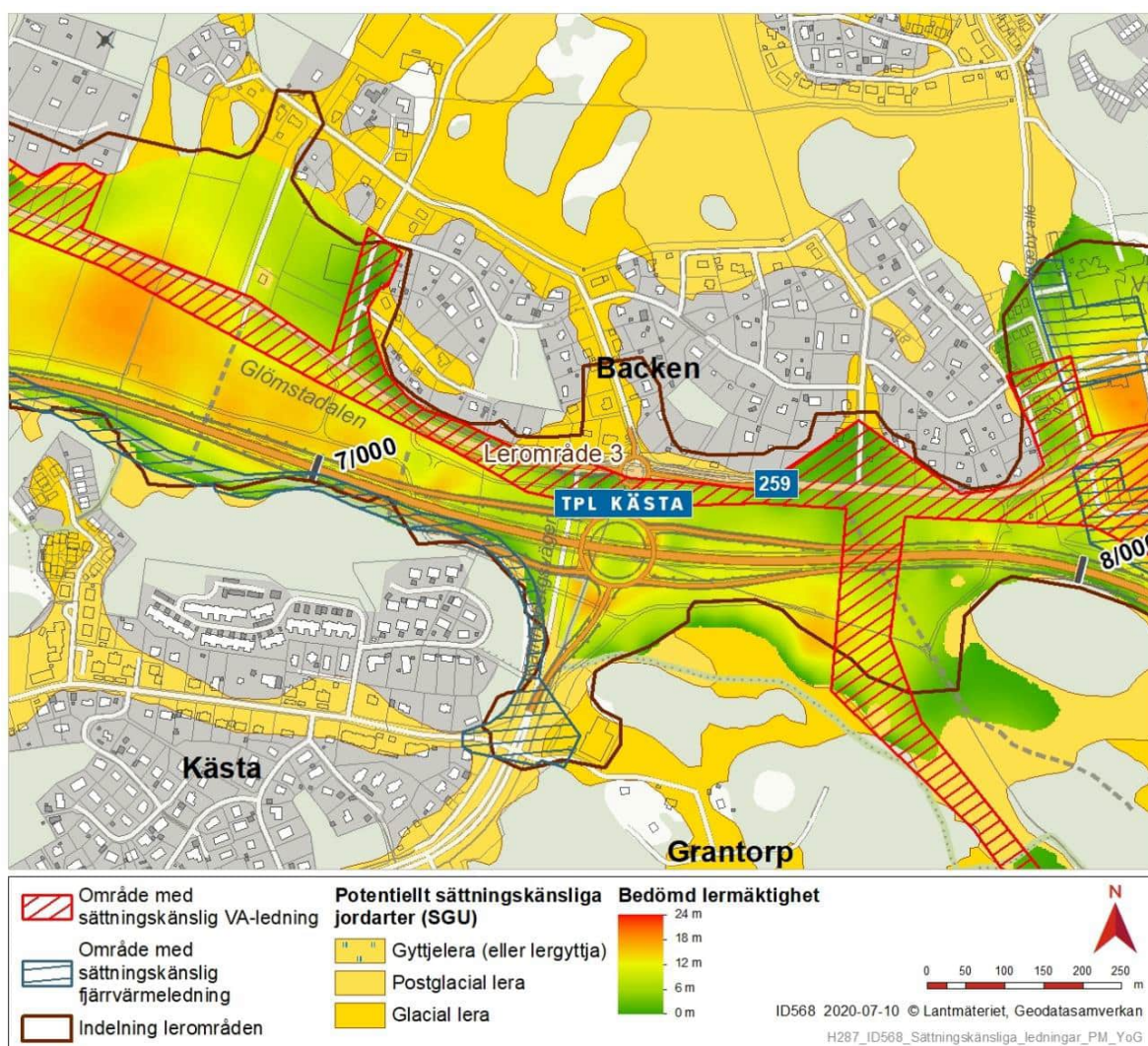
7.3 Riskexponerade objekt och bedömd påverkan

Nedan redovisade riskexponerade objekt har identifierats i berört delområde. För lägen, se Bilaga D1.2:2-3.

7.3.1 Sättningsrisker

Utbredning av potentiellt sättningsbenägen jord och resultat av inventering av känslig grundläggning framgår av Bilaga D1.2. I Glömstadalen i anslutning till den planerade trafikplats Kästa finns sättningsbenägna lerjordar (lerområde 3 enligt Figur 7-6) samt känslig byggnadsgrundläggning och markförlagda ledningar.

Direkt norr om trafikplats Kästa finns ett mindre antal sättningskänsliga byggnader. Lerdjupen i området är relativt små och utförda undersökningar indikerar att lerlagret inte breder ut sig så långt upp i dalgången som sträcker sig norrut från trafikplatsen. Närmast trafikplatsen, norr om befintlig väg 259, är lermäktigheten som mest 5 m. Grundvattensänkning bedöms uppstå under byggskedet i området i samband med anläggningsarbeten vid trafikplatsen. Med planerade skyddsåtgärder bedöms avsänkningen vid byggnaderna bli maximalt 1 m vilket för en lerprofil på 5 m kan medföra en sättning på 1-2 cm, se Bilaga D1.4. Eventuellt uppstår även en permanent avsänkning, om Glömstadikets nya dragning blir enligt alternativ A. Den permanenta avsänkningen bedöms som mest uppgå till 0,5 m vid byggnaderna och därmed inte medföra mer än 1 cm sättning. Utan vidtagande av skyddsåtgärder bedöms avsänkningen i byggskedet kunna uppgå till 2-3 m vilket kan medföra en sättning på 5 cm.



Figur 7-6. Lerområde 3 samt känsliga fjärrvärme- och VA-ledningar i Glömstadalen i anslutning till trafikplats Kästa. Rött skrafferat område visar läge för VA-ledningar och mörkblått skrafferat område visar läge för fjärrvärmeledningar. För fullständig teckenförklaring se Bilaga D1.4.

Öster om Trafikplats Kästa finns ett större bostadsområde med radhus, villor, flerbostadshus och en skola (Vistaskolan) på lera. Den byggnad av skolan som berörs är en tillfällig byggnad vars förlängda bygglov går ut i maj 2023. Lerdjupet i området varierar kraftigt. I de centrala delarna av Glömstadalen norr om tvärförbindelsen vid km 8/100 bedöms lermäktigheten vara 15-18 m. I detta område är samtliga byggnader grundlagda på pålar, uppgift saknas dock för några garagelängor. Lerdjupet avtar mot omkringliggande höjdområden och i dessa områden förekommer byggnader på murar/plintar eller platta på mark samt byggnader med okänd grundläggning.

Grundvattensänkning i området öster om trafikplats Kästa bedöms uppstå under byggskedet i samband med anläggande av ledningskulvert (343), pumpstation (386) och GC-passagen (344). Med planerade skyddsåtgärder bedöms avsänkningen vid närmsta byggnader bli maximalt några meter. Närmsta byggnader är dock pålgrundlagda varför avsänkningen inte bedöms generera någon sättningskada. Övriga byggnader är belägna i utkanten av påverkansområdet, där avsänkningen med planerade skyddsåtgärder som störst bedöms bli 1 m. Antaget ett maximalt lerdjup om 5 m i dessa områden kan avsänkningen medföra en sättning på 1-2 cm, se Bilaga D1.4. GC-passagen och eventuellt också Glömstadikets nya dragning kommer att innebära en permanent avsänkning i området. Vid de sättningskänsliga byggnaderna i utkanten av påverkansområdet bedöms avsänkningen uppgå till som mest 0,5 m och därmed inte medföra mer än 1 cm sättning. Utan vidtagande av skyddsåtgärder bedöms avsänkningen i byggskedet uppgå till drygt 4 m vid närmsta sättningskänsliga byggnad. Detta skulle kunna medföra en sättning på upp till 10 cm.

Inom påverkansområdet finns även områden med sättningskänsliga ledningar. Dessa områden ligger delvis i direkt anslutning till planerade vattenverksamheter. Ledningarna går över områden av varierande lermäktighet, vilket ökar risken för att ledningarna sätter sig ojämnt. Vid de ledningar som ligger intill Glömstadiket bedöms den permanenta avsänkningen kunna bli upp till 3 m om alternativ A genomförs. Lerdjupet i dessa områden uppgår som mest till cirka 5 m. Totalsättningen under dessa förhållanden har beräknats till 5-10 cm, se Bilaga D1.4. Inom områdena med sättningskänsliga ledningar finns även större lerdjup på upp till 15 m. Dessa områden ligger dock på större avstånd från Glömstadiket och bedömd grundvattenavsänkning i dessa områden bedöms uppgå till som mest 0,5 m. För en sådan avsänkning och för en lerprofil på 15 m har totalsättningen beräknats till cirka 5 cm.

Övriga vattenverksamheter i området, som endast innebär temporär grundvattenpåverkan i byggskedet, bedöms med planerade skyddsåtgärder enbart medföra avsänkningar på upp till 1 m vid de sättningskänsliga ledningarna. Sättningen efter ett år för en lerprofil på 5 m bedöms då kunna bli 1-2 cm och för en lerprofil på 15 m drygt 3 cm. Utan vidtagande av skyddsåtgärder kan avsänkningen i den västra delen av påverkansområdet uppgå till 8 m vid ledningarna. För en sådan avsänkning bedöms sättningen efter ett år, för en lerprofil på 5 m, bli större än 15 cm.

7.3.2 Vatten- och energibrunnar

Identifierade brunnar är företrädesvis belägna bland bostadsbebyggelsen på den norra sidan av Glömstadalen. Sammanlagt 21 brunnar har identifierats varav en grävd och övriga bergborrade (15 brunnar tillhör en energibrunnsanläggning), se Tabell 7-4. Brunnarnas läge redovisas bland annat i kartbilaga D1.2:2.

Norr om den planerade cirkulationsplatsen finns en grävd brunn som används för bevattning (Glömsta 4:49). Brunnen hade vid inventeringstillfället cirka två meters vattendjup vilket innebär att den är känslig ifall grundvattenmagasinet i jord sänks av. Bedömd avsänkning, ca en meter, beräknas kunna uppkomma under byggtiden för pumpstation (ID 384) om inte tätningen lyckas fullt ut. Samtidigt förekommer fler schakt i närområdet för bland annat dagvattenreningsanläggningar och vid omledning av Glömstadiket med dess passager under korsande vägar. Även med en långtgående tätning av detta schakt bedöms en avsänkning på cirka en meter kunna uppkomma. Vid alternativ A för Glömstadikets omledning (där visst grundvatteninflöde genom dikesbotten bedöms kunna uppkomma) kan en mindre grundvattensänkning kvarstå permanent men brunnen bedöms inte sina. Norr om cirkulationsplatsen finns också borrade brunnar för hushållsbruk och brunnar för energiändamål (Glömsta 4:48, Poststämpeln 4). Ingen av de bergborrade brunnarna bedöms påverkas av planerad grundvattensänkning i jordlagren.

I östra delen av området (km 7/700-8/200) finns två borrade brunnar bland bostadsbebyggelsen på den norra sidan av Glömstadalen (Brevvågen 3, Rörposten 3). En fastighet i området (Supernovan 1) har en större anläggning för energilagring med 15 bergbrunnar. Anläggningen ligger relativt nära tvärförbindelsen men på behörigt avstånd från närmaste vattenverksamhet som uppkommer vid anläggande av GC-passagen under tvärförbindelsen (ID 344). Ingen av de bergborrade brunnarna bedöms påverkas av planerad grundvattensänkning i jordlagren.

Tabell 7-4. Vattenbrunnar inom påverkansområdet för trafikplats Kästa.

BrunnsID	Fastighetsbeteckning	Användning	Brunnstyp	Bedömd påverkan
VB030	Glömsta 4:49	Bevattning	Grävd	0-1 m
902001437	Glömsta 4:48	Energi	Borrad	Ingen
913041837	Rörposten 3	Ingen uppgift	Borrad	Ingen
913610528	Brevvägen 3	Energi	Borrad	Ingen
108100556	Poststämpeln 4	Hushåll	Borrad	Ingen
907224612	Poststämpeln 4	Energi	Borrad	Ingen
92152**** (15 brunnar)	Supernovan 1	Energi	Borrad	Ingen

7.3.3 Kultur- och naturmiljö

7.3.3.1 Kulturmiljö

Mellan trafikplats Kästa och trafikplats Solgård finns ett gravfält (L2016:277), som bedömts vara potentiellt känsligt för förändringar i grundvattennivå med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning, se bilaga D1.2:3. Fornlämningen är belägen på morän i en sluttning till en åkerholme där berget också går i dagen. Området utgör inströmningsområde till Glömstadalens undre magasin. Planerade arbeten mellan trafikplats Kästa och Solgård bedöms innebära en temporär påverkan på nivåerna i det undre grundvattenmagasinet i Glömstadalen vilket också påverkar grundvattennivåerna vid fornlämningen. Markvattenförhållandena i jordlagren vid fornlämningen bedöms därmed bli torrare under en period.

7.3.3.2 Naturmiljö

Inga NVI-klassade naturvärden finns i området för trafikplats Kästa. Däremot finns en gammal ek, Hagstaeken, intill befintlig väg 259 i höjd med km 7/200 som utgör ett naturminne. Länsstyrelsen i Stockholms län har år 2020 beslutat att upphäva skyddet som naturminne då trädet bedöms utgöra en säkerhetsrisk för trafikanter. Beslutet har överklagats och ärendet ligger för avgörande hos miljödepartementet. Utifrån ekens placering i Glömstadalen, där de närmsta sonderingarna indikerar en lermäktighet om upp till 9 m, bedöms den framförallt vara beroende av nederbörd för sin vattenförsörjning. Därmed bedöms Hagstaeken inte påverkas av den temporära grundvatten-sänkningen vid trafikplats Kästa.

Glömstadiket omfattas av ett generellt biotopskydd i kategorin, dike i jordbruksmark. Den planerade omledningen kommer påverka dikets naturvärden. Om längre delar av den nya sträckningen förläggs i trumma försämras naturvärdena. Om det öppna alternativet för utformning av diket väljs (alternativ A) blir den permanenta påverkan obetydlig. Alternativet medför ett tillskott av grundvatten vilket skulle kunna bidra till bättre vattenkvalitet och vattentillgång vid perioder av torka. Eftersom grävarbeten i huvudsak utförs i torrhet och under en begränsad tid är risken för en negativ påverkan i form av grumling liten.

7.3.4 Förorenade områden och sediment

Nordväst om trafikplats Kästa (km 7/200) finns ett område som länsstyrelsen har klassat som potentiellt förorenat, där det tidigare funnits ett skrotupplag (EBH-ID 125221). Då fastigheten ligger på berg bedöms den inte påverkas av grundvattensänkningar i undre magasin. Dock kan en spridning av eventuell förorening till undre magasin i Glömstadalen inte uteslutas helt. Detta kommer att följas upp i samband med anläggningsarbetena.

Öster om trafikplats Kästa låg tidigare en plantskola och handelsträdgård (EBH-ID 188567). Området är idag bebyggt och risken för spridning bedöms som låg eftersom lerdjupet är betydande och området därmed inte påverkas av grundvattensänkningar i undre magasin.

Halter över Naturvårdsverkets riktvärden för känslig markanvändning för tyngre alifater samt metallerna kobolt, nickel och zink (Naturvårdsverket, 2009) har påträffats vid genomförda analyser av bottensediment från Glömstadiket. Vid grävarbeten i diket beaktas detta och förorenade sediment kommer att omhändertas.

8 Beskrivning Solgård

Delområdet omfattar den planerade vägsträckningen mellan km 8/000 och km 9/000. 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 att betongtunneln ligger högt kommer Huddingevägen att behöva höjas upp drygt 3 m över dagens 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.

Flemingsbergsdiket som idag leds i kulvert under Huddingevägen och del av cykelbanan kommer att ledas om i en ny sträckning norr om den planerade trafikplatsen. En dikesdel söder om planerad väg kommer lämnas kvar för att fånga upp söderifrån kommande dagvatten och ledas i nya ledningar under tvärförbindelsens vägar.

Söder om Solgårdstunneln ligger Flemingsbergs industriområde, som planeras att utvecklas till ett affärs- och bostadsområde. Norr om Solgårdstunneln ligger bostadsområdena Vårdkasen och Solgård. I området finns mäktiga lerlager som är känsliga för en grundvattensänkning. En marksättning kan riskera dels västra stambanan och styva ledningar i mark, dels en del villabebyggelse med grundvattenberoende grundläggning. Ett större antal brunnar för bevattning eller energiutvinning finns också i området. Markföroreningar förekommer också inom området för trafikplatsen.

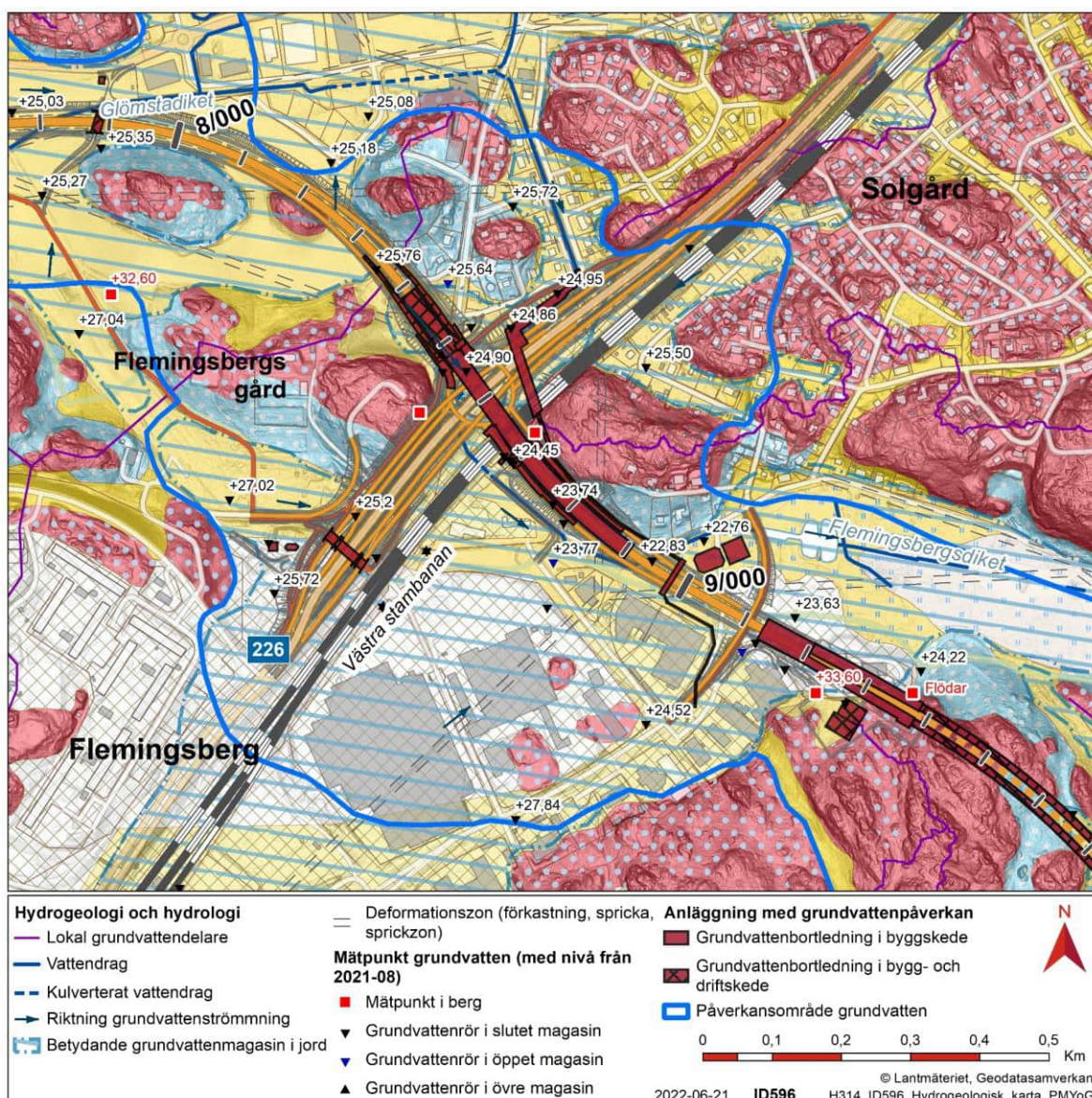
8.1 Yt- och grundvattenförhållanden

8.1.1 Geologi och topografi

Inom delområdet är Glömstadalen inte lika tydligt framträdande i terrängen som i övriga delar av dalgången, eftersom landskapet bryts upp av ett antal bitvis brant uppstickande berg- och moränhöjder (se Figur 8-1). Glömstadalens breda dalgång delas därigenom upp i tre smalare lertäckta dalgångar. Den nordligaste dalgången avviker från den dominanta sydostliga riktningen för att i stället snirkla sig genom området längs med Flemingsbergsdiket.

Tvärförbindelse Södertörn anlöper delområdet som ytväg i den nordliga dalgången, men viker efter km 8/000 av mot sydost och passerar vid km 8/350 ett höjdområde som utgör en lokal grundvattendelare. Därifrån följer vägen den mittersta dalgången i skärning ner mot Solgårdstunneln i korsningen med Huddingevägen och Västra stambanan.

Sydväst om trafikplats Solgård finns den tredje, södra dalgången mellan Glömstadalen och Solgård, som i jämförelse med de två andra är förhållandevis bred. Här ska nya broar anläggas för GC-passagen under Huddingevägen.



Figur 8-1. Hydrogeologisk karta för delområdet kring Solgårdstunneln. För fullständig teckenförklaring, se Bilaga D1.1.

Jordarna i dalgångarna inom delområdet är generellt kring 15 m men kan vara upp till 30 m djupa som mest. Jordlagerföljden utgörs av stora lermäktigheter på ca 10 till 15 m ovan 5 till 10 m mäktig friktionsjord på berg. I många delar av området finns ett 0,5 till 2 m tjockt lager torrskorpelera ovan underliggande glacial och postglacial lera. Leran är varvig med inslag av silt och sandskikt. Mot djupet återkommer allt tätare siltskikt, och till slut övergår jorden helt till silt eller sandig silt ovan den mer genomsläppliga moränen som överlagrar berget. Lerjordens mäktighet avtar mot omgivande bergshöjder, där underliggande friktionsjord och berg går i dagen. I enstaka punkter har upp mot 20 m friktionsjord noterats. Längs stambanan, Huddingevägen och vid Flemingsbergs industriområde har marken fyllts upp av sten, grus och sand men även inslag av siltig lera. Fyllningsjorden är i allmänhet 0,5 till 1 m mäktigt. Området i söder med Flemingsbergs industriområde har ytligare berg och tunnare jordlager och inom vissa delar bedöms fyllningsjorden vila direkt mot bergytan. Huddinge kommuns byggnadsgeologiska karta från 1975 klassar området som fastmarksområde utan förekomst av lös sättningsbenägen lerjord.

Glömstadalen övergår till Flemingsbergsvikens dalgång öster om Huddingevägen och västra stambanan. I dalgången finns fortsatt stora jorddjup och leran överlagras av organiska jordar i området för Flemingsbergs våtmarksområde.

8.1.2 Berggrundsförhållanden

Berggrunden består huvudsakligen av grå-ljusgrå gnejs av sedimentärt ursprung. Vittringsgraden är yttlig till måttlig och berget är ofta storblockigt. Deformationszoner förekommer i nordostliga-sydvästliga samt nordvästliga-sydöstliga riktningar. Den tydligaste följer Flemingsbergsdalen och korsar den planerade anläggningens nordvästra del (se Figur 8-1). Det mellanliggande berget bedöms ha en genomsnittlig vattengenomsläpplighet på $3,2 \times 10^{-8}$ m/s utifrån vattenförlustmätningar i kärnborrhål medan deformationszonernas (svaghetszonerna) genomsläpplighet bedöms vara $6,7 \times 10^{-7}$ m/s.

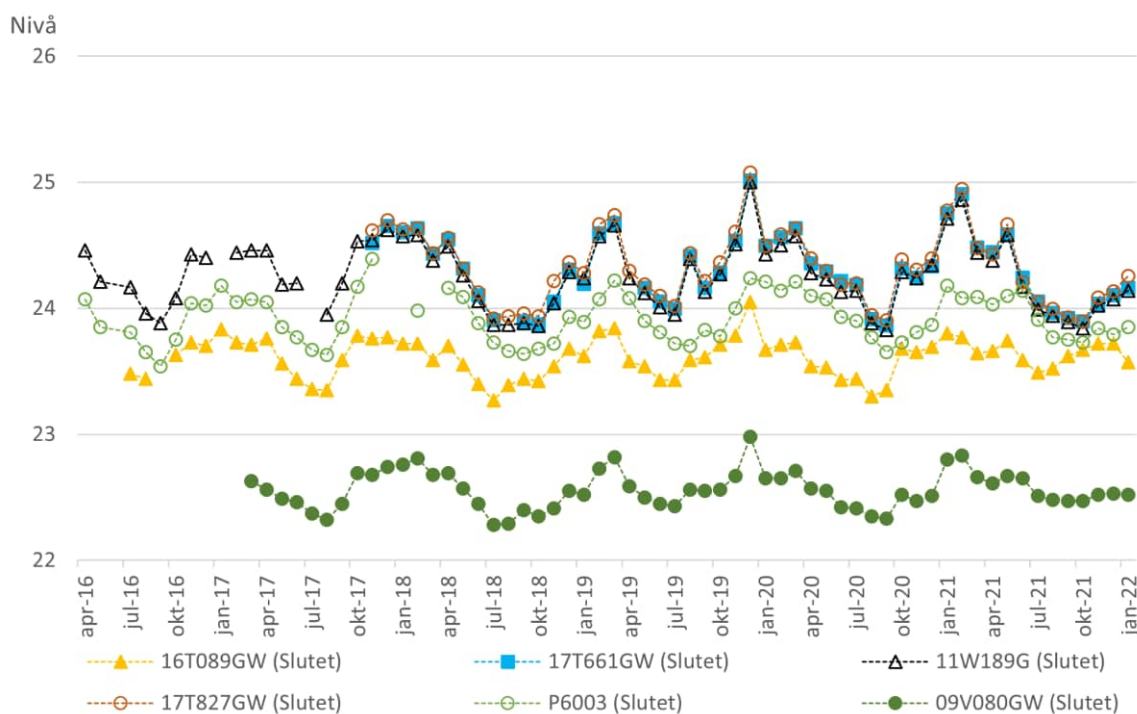
I den bergshöjd vid Flemingsbergs gård som återfinns direkt väster om den planerade trafikplatsen finns en utsprängd siloanläggning. Mätningar i ett kärnborrhål visar att grundvattennivån i berget är nära grundvattennivån i omgivande jordlager, vilket bedöms bero på att siloanläggningen dränerar grundvattnet.

8.1.3 Grundvattenförhållanden

Grundvattnets huvudsakliga flödesriktning följer Glömstadalen i nordvästlig-sydöstlig riktning mot den planerade Trafikplats Solgård och vidare till Flemingsbergsviken. Som tidigare beskrivits bryts dock den östra delen av Glömstadalen upp i tre mindre dalgångar, vilket gör att det finns tre potentiella passager för grundvattnet. Till synes borde grundvattnet strömma via den södra breda dalgången, men uppmätta grundvattennivåer pekar mot att det i denna dalgång finns en grundvattendelare i dalgången väster om Huddingevägen (se Figur 8-1). Det är oklart om denna är en så kallad gravitationsvattendelare (tillrinning eller grundvattenbildning skapar en högsta nivå varifrån grundvattnet strömmar gravitativt) eller betingad av höga bergnivåer. I den mellersta dalgången finns som tidigare nämnts en fast grundvattendelare som hindrar grundvattenströmning från Glömstadalen till Huddingevägen. Grundvattendelaren har bekräftats genom undersökningar av grundvatten- och bergnivåer. Istället följer den huvudsakliga grundvattenströmningen Flemingsbergsdikets fåra, vilket bekräftas av uppmätta grundvattennivåer och den provpumpning som utförts vid läget för Solgårdstunneln (Trafikverket, 2019[b]).

Detta innebär att grundvatten i Glömstadalen, som har ett förhållandevis stort tillrinningsområde, måste passera via smala dalgångar med förhållandevis liten tvärsnittsarea för att nå området öster om den planerade trafikplatsen. Grundvattenflödet i undre grundvattenmagasin från Glömstadalen till Flemingsbergsviken bedöms därför inte vara stort, merparten av områdesavrinningen bedöms ske via diken och övre jordlagermagasin till Glömstadiket och Flemingsbergsdiket.

Längs Huddingevägen på nordöstra sidan av den planerade trafikplatsen ligger grundvattennivån i undre magasin plant, se grundvattenrör 17T827GW, 11W189G, 17T661GW i Figur 8-2. Sydost om Huddingevägen och Västra stambanan och söder om planerad väganläggning är grundvattennivån lägre och har en något mindre årstidsvariation. Vidare österut mot Flemingsbergsviken finns en markant nivåskillnad i området där tvärförbindelsen övergår från tråg till ytväg, se grundvattenrör 16To89GW och 09Vo80GW Figur 8-2. Rörens läge redovisas i bilaga D1.1:4.

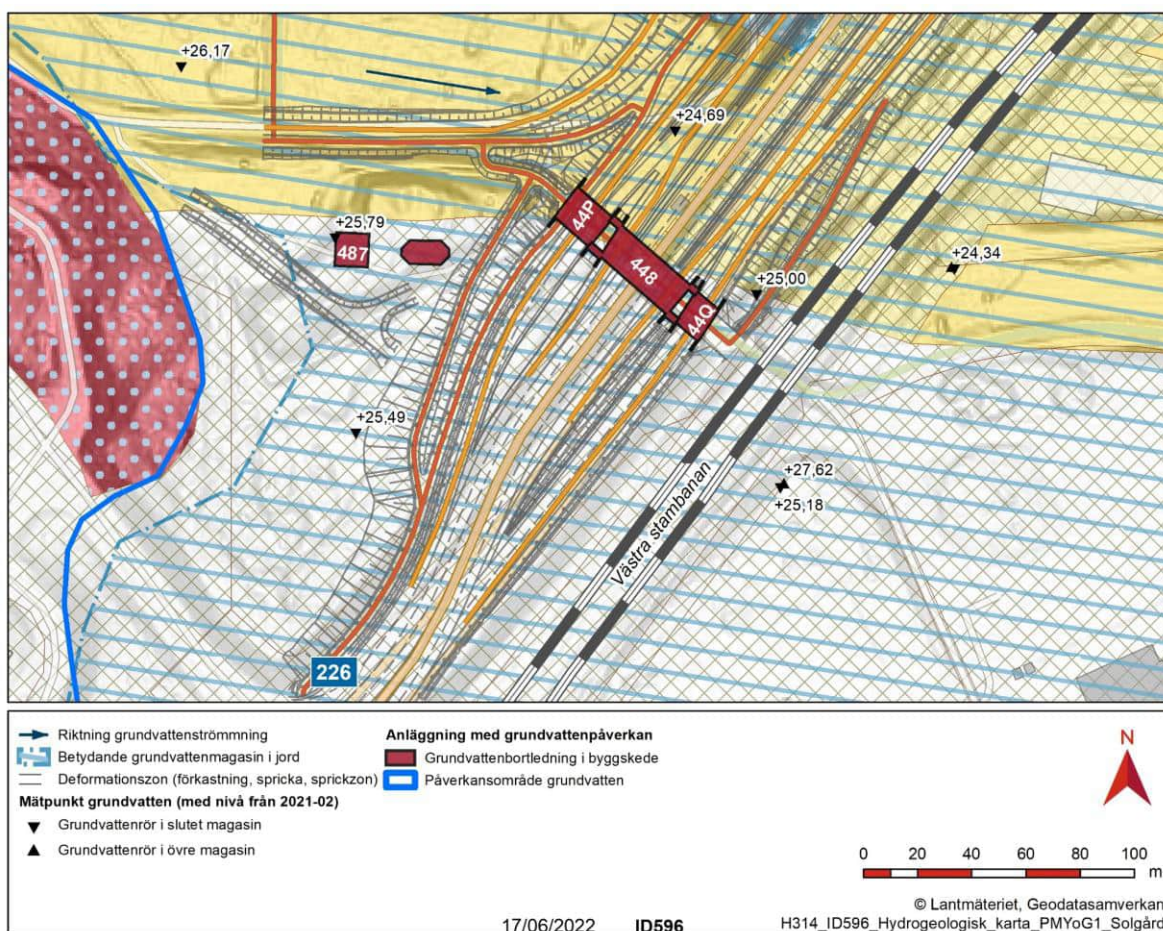


Figur 8-2. Uppmätta grundvattennivåer i Glömstadalen med förlängning mot Flemingsbergsviken.

Inom Flemingsbergs industriområde är jordmättigheten mindre och fyllningen bedöms delvis ligga direkt mot berg. Det medför att grundvattenmagasinet i moränjorden delvis övergår till ett magasin i fyllningsjord. Alltså förekommer grundvatten dels i slutna förhållanden där lerjord förekommer under fyllningen, dels i öppna förhållanden där lera saknas och slutligen som mindre övre magasin i fyllningsjord ovan lerjordlagret. Inom vissa delar bedöms byggnaderna gå ned till berg och utgör då barriärer för grundvattenströmningen i jord.

Från äldre flygbilder, se till exempel från år 1960 (Lantmäteriet) framgår att områdets naturliga dikesdränering löper ungefär längs med Regulatorvägen i områdets sydöstra del. Här visar jordartskartan på ett visst lerjordlager (Figur 8-1) och jorddjupen bedöms kunna vara som störst längst med detta stråk. Grundvattennivån faller här från cirka +30 norr om Flemingsbergs station ned till först cirka +27 i områdets mitt ned mot +24 i området för den planerade vägen. Noterbart är att samtliga grundvattenrör inom Flemingsbergs industriområde uppvisar en mindre årstidsvariation än i områdena norrut. Vissa har till och med i princip ingen variation alls. Det tyder på att områdets grundvatten är starkt påverkat av förekommande dagvattensystem, diken och byggnaders dränering eller barriäreffekt.

Den befintliga GC-passagen söder om planerad trafikplats Solgård har en konstruktion med dräneringsledning på nivån +25,1. I Figur 8-3 redovisas de grundvattenrör som finns intill GC-passagen. Två rör representerar det övre magasinet, rör 21S406G med nivån +27,62 och rör 21S403G med nivå +24,32. Det är oklart om dräneringsledningen påverkar det undre magasinet men om så är fallet sker dränering endast under del av året då grundvattennivåerna ligger högt. Den stora skillnaden mellan de två övre rören illustrerar väl hur inhomogent detta är och att det i själva verket utgörs av många mindre magasin mellan huskroppar.



Figur 8-3. Grundvattenrör och uppmätta nivåer i februari 2021 vid GC-passage under väg 226, Huddingevägen. Vid de dubbla grundvattenrören öster om stambanan motsvarar nivån +27,62 övre magasinet och +25,18 det undre magasinet.

Jordlagrens genomsläpplighet har undersökts med pulstester i utvalda grundvattenrör och med en propumpning som utfördes med ett konstant flöde på cirka 70 l/min under cirka 14 dygn (Trafikverket, 2019[b]). Pumpbrunnen avsänktes maximalt cirka 9,4 m vilket motsvarar en nivå +16. Avsänkningen i brunnen motsvarar därmed ungefär behovet av avsänkning i schakt under byggtiden. Utvärderingen av pulstesten gav hydrauliska konduktiviteter enligt Tabell 8-1.

Tabell 8-1. Hydraulisk konduktivitet från pulstester (Trafikverket, 2019[d]).

Rör ID	Hydraulisk konduktivitet (m/s)	Rör ID	Hydraulisk konduktivitet (m/s)
16T072GW	$6,6 \times 10^{-6}$	17T818GW	$6,0 \times 10^{-6}$
16T089GW	$3,5 \times 10^{-8}$	17T821GW	$9,3 \times 10^{-5}$
17T661GW	$2,8 \times 10^{-5}$	17T827GW	$3,2 \times 10^{-4}$
17T816GW	$4,5 \times 10^{-6}$	17T828GW	$2,2 \times 10^{-6}$

Utvärdering av propumpningen gav en hydraulisk konduktivitet för brunnen på $7,2 \times 10^{-5}$ m/s medan det geometriska medelvärdet av den hydrauliska konduktiviteten för de tre närmast liggande grundvattenrören blev $1,4 \times 10^{-4}$ m/s. Utvärdering av pulstesterna för dessa tre rör resulterade i ett något lägre geometriskt medelvärde för den hydrauliska konduktiviteten ($9,5 \times 10^{-5}$ m/s).

8.1.4 Ytvatten

Berört delområde ligger inom den utpekade vattenförekomsten Orlångens (SE656833-162888) tillrinningsområde. Orlången sträcker sig drygt 5 km från sjöns nordvästliga delar i Flemingsbergsviken till Vidja i sydost. Tillrinning till Orlången sker främst från Flemingsbergsområdet och via Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket från Kvarnsjön med kringliggande områden vid Gladö kvarn. Sjöns naturliga tillrinningsområde har som beskrivits tidigare minskats i nordväst genom Albytunnelns tillkomst.

8.1.4.1 *Flemingsbergsdiket*

Flemingsbergsdiket består av det som ursprungligen var de nedströms belägna delarna av Glömstadiket, som då löpte hela vägen genom Glömstadalen och vidare mot Orlången. Till diket i Glömstadalen ansluter även en dikesgren från Glömsta bostadsområde samt en dikessträcka längs med Glömstavägen norr om Vårdkasens villaområde. Idag leds övre delen av Glömstadiket till Albytunneln och vattendelaren går ungefär vid km 8/000. Diket passerar under väg 226 i en kulvert och under västra stambanan genom en trumma. Dagvatten från bland annat bostadsområdena Glömsta och Solgård, Flemingsbergs industriområde, väg 226 och västra stambanan avleds till Orlången via Flemingsbergsdiket. Den nedre delen av Flemingsbergsdiket (cirka 1,7 km) går genom Flemingsbergs våtmarksanläggning innan det når sjön Orlången (se Bilaga D1.1).

En naturvärdesinventering genomfördes 2018 i Flemingsbergsdiket på sträckan mellan väg 226 och 100 m nedströms läget för korsningen med den planerade tvärförbindelsen. Vid inventeringen var vattendjupet cirka 0,3 m vilket kan ge en livsmöjlighet för viss akvatisk flora och fauna.

Vattendraget är vattenförande året om. Inventeringen resulterade i att såväl artvärdet som biotopvärdet och naturvärdet klassades till ett visst värde. Det påträffades inga rödlistade eller särskilt hänsynskrävande arter, dessutom är den antropogena (av människan) påverkan kraftig.

8.2 Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan

Planerad vattenverksamhet i berört delområde omfattar grundvattenbortledning i samband med anläggande av den nya trafikplats Solgård samt ombyggnad av befintlig gång- och cykelpassage under väg 226, se Figur 8-4. Annan planerad vattenverksamhet är infiltration under byggskedet samt omledning av Flemingsbergsdiket.

I Tabell 8-2 presenteras de anläggningsdelar som avses förläggas under grundvattennivå och därmed bedöms kunna orsaka grundvattenpåverkan i något skede. Tabellen redovisar även de grundvattennivåer som råder idag vid respektive anläggningsdel, samt förväntade nivåer i bygg- respektive driftskede. I Tabell 8-3 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som innebär åtgärder i vattenområde och vilken slags påverkan åtgärden bedöms ge upphov till.

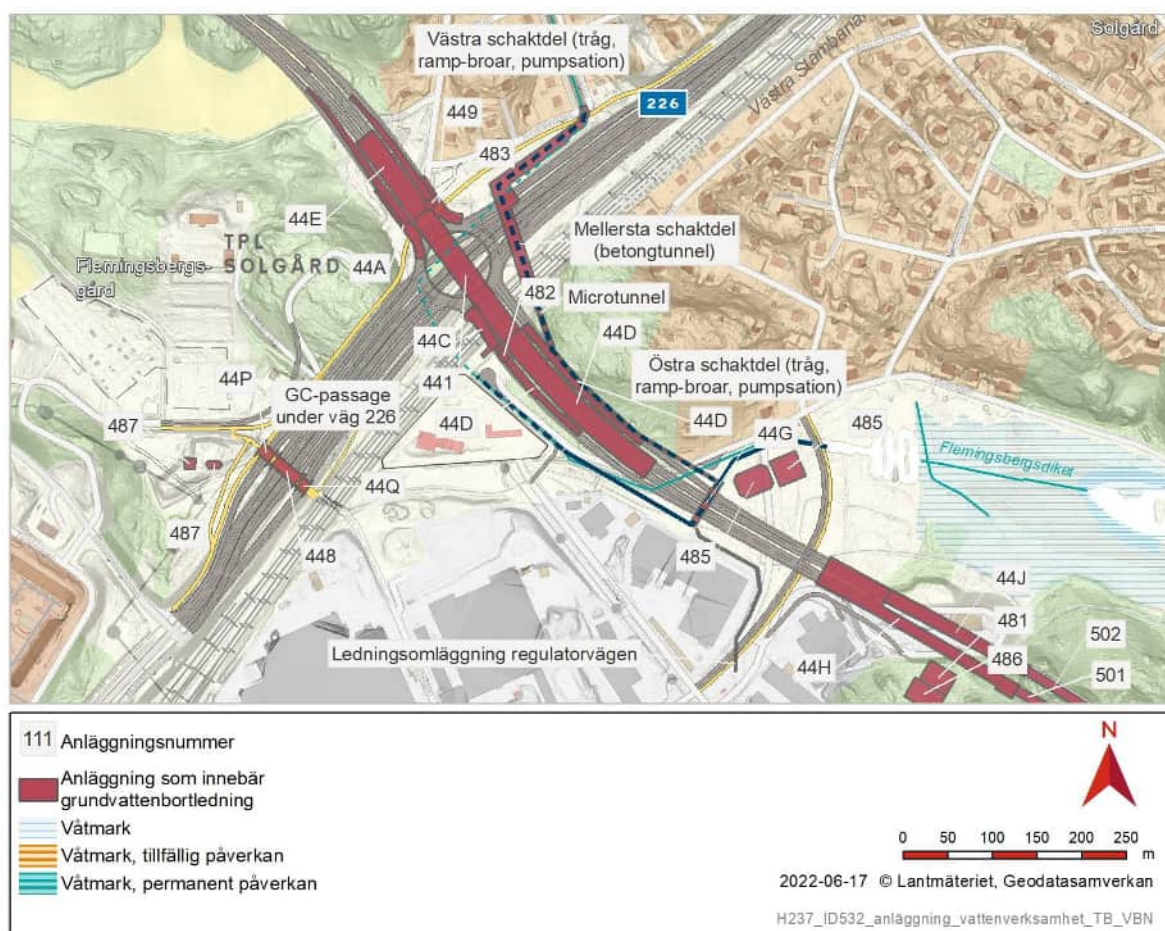
Tabell 8-2. Anläggningsdelar som omfattar grundvattenbortledning vid Trafikplats Solgård. Konstruktionernas anläggningsnummer (ID) är enligt gällande systemhandlingsprojektering.

ID	Anläggningsdel	Markyta	Medel- grundvattennivå	Schaktdimension (längd x bredd x djup)	Dräneringsnivå - byggskede (B) - driftskede (D)
448 44P 44Q	GC-passage under väg 226 och tillhörande ramper	+26 till +30	+25,3	70x30x6	+23,2 (B) +25,1 (D) ¹
44E 449 44A 483	Västra schaktdel (tråg, rampbroar, pumpstation)	+25 till +30	+24,3 till +25,4	170x50x10 (som djupast)	som lägst +12 (B)
441	Mellersta schaktdel (betongtunnel)	+25 till +27	+24	170x30x13	+13 (B)
44D 44C 482	Östra schaktdel (tråg, bro över järnväg, pumpstation)	+25 till +40	+22,6 till +24	220x60x21 (som djupast)	som lägst +14 (B)
487 485	Dagvattenanläggning Dagvattenanläggning	+28 +23	+26 +22,6	Yta: 390 + 440 m ² Yta: 1230 + 1150 m ²	+25,5 (B) +19,5 (B)
	Ledningsomläggning Regulatorvägen	+24 till +26	+22,5 till +24,5	Bredd ca 6-10 m Djup ca 4,5 m (som djupast)	+20,7 till +22,7 (B)
-	Schakt för omledning Flemingsbergsdiket	+23 till +27	+24,3 till +22,6		som lägst +21,1 (B)
-	Ny utformning södra Flemingsbergsdiket	+24	+23,5 till +24	Bredd ca 10 m Djup ca 2,5 - 3 m	som lägst +21,3 (B)

¹ Fortsatt dränering av grundvatten i övre magasin (fyllning) till samma nivå som befintlig GC-passage.

Tabell 8-3. Anläggningsdelar som omfattar arbete i vattenområde sträckan km 6/600 – 8/200.

Anläggningsdel	Vattenverksamhet	Risk- exponerat objekt	Påverkan byggskede	Påverkan driftskede
Omledning av Flemingsbergsdiket	Omledning av Flemingsbergsdiket i ny sträckning i ledning, kulvert och microtunnel. Utrivning av befintlig ledning under Huddingevägen. Kulvertering av dike samt omledning av öppet dike fram till anslutning mot Flemingsbergs våtmark.	Akvatisk miljö	Grumling	Förlängning av kulvert.



Figur 8-4. Lägen för planerad vattenverksamhet vid trafikplats Solgård.

8.2.1 Anläggningar som medför grundvattenpåverkan

8.2.1.1 GC-passage under väg 226

Cirka 250 m sydväst om trafikplats Solgård kommer en befintlig GC-passage under väg 226 att förlängas (ID 448, 44P och 44Q) som en följd av breddningen av väg 226 samt att GC-passagen även ska passera under de intilliggande nya ramperna.

Arbetet för de tre nya vägbroarna över GC-passagen medför schaktning ned cirka 1,5 - 2 meter under medelgrundvattennivån för undre grundvattenmagasin i området. Delar av schaktet bedöms behöva utföras inom spont av stabilitets- och utrymmesskal. Påverkansområdet beräknat med översiktlig analytisk metod uppgår till mellan ca 25 och 125 meter ut från schakt. Behov av skyddsåtgärder för att minska grundvattenpåverkan i byggskedet bedöms inte föreligga.

GC-vägen kommer likt dagens GC-passage att dränera grundvatten under perioder med höga nivåer. Dräneringsnivån blir samma som dagens nivå men de bredare vägarna gör att dräneringsledningens längd ökar vilket kan medföra en något större permanent påverkan än för dagens förhållanden.

8.2.1.2 Solgårdstunneln med anslutande tråg och broar

Den nya trafikplats Solgård (km 8/400 till 8/900), får trafik i tre plan. Nederst kommer tvärförbindelsen passera i ett tråg och betongtunnel under väg 226 samt under västra stambanan. Huddingevägen kommer höjas cirka 3 meter vid passagen över betongtunneln. Överst byggs själva trafikplatsen i form av en cirkulationsplats på bro och anslutande rampvägar som även de delvis anläggs på bro (ID 449, 44A och 44C).

Schaktet för betongtunnel och de båda anslutande trägen blir totalt cirka 550 m långt. Då trafiken på både väg 226, Huddingevägen och västra stambanan ska kunna fortgå med endast kortare avstängningar kommer schaktet och anläggningsarbetet behöva delas in i etapper. Det är dock inte säkert att grundvattennivån etappvis kan återgå till naturliga nivåer och därför har påverkan bedömts utifrån att hela schaktet länshålles samtidigt.

I princip hela schaktet kommer utföras inom spont utom där en av rampvägarna ansluter mot ett bergparti. Även anläggande av Flemingsbergsdikets flyttade ledningar under Huddingevägen utförs inom spont. Observera att olika typer av spont kan vara aktuella längs schaktet exempelvis en slagen spont eller rörspont.

Anläggningens lägsta bottennivå medför schakt ned till cirka +13 med två pumpstationer ned till cirka +12,8, motsvarande cirka 10 – 12 m under nuvarande grundvattennivå. Inom delar av schaktet är jorddjupen större och anläggningsdelarna pålas. Inom andra delar kommer bergschakt utföras. Inläckage av grundvatten sker främst vid spontfot i övergången mellan spont och berg och det är primärt undre grundvattenmagasin i moränjorden som kommer påverkas.

För att bedöma påverkan har två grundvattenmodeller upprättats med programverktyget FeFlow. Båda modellerna är platsspecifika med avseende på marktopografi och förekommande jordlager vid markytan. Jordlagermäktigheter och dess vattenförande egenskaper baseras på punktdata och interpolation. Det medför naturligtvis att modellerna inte kan återge de faktiska förhållande i detalj.

Den första modellen gjordes i systemhandlingsskedet och finns redovisad i beräkningsbilagan, Bilaga D1.3. Modellen har antagit en grundvattenbildning utifrån en generell nettonederbörd på 220 mm/år med reducering beroende av markanvändningen. Efter reduceringen är den genomsnittliga grundvattenbildningen till undre magasin i området mellan cirka 40 och 80 mm/år. Modelleringen har omfattat schakt med och utan spont samt med spont och tätad respektive otätad schaktbotten. Beräknat inläckage till schakt redovisas i Tabell 8-4 nedan.

Tabell 8-4. Beräknat inläckage till Solgårdstunneln i byggskede (l/min).

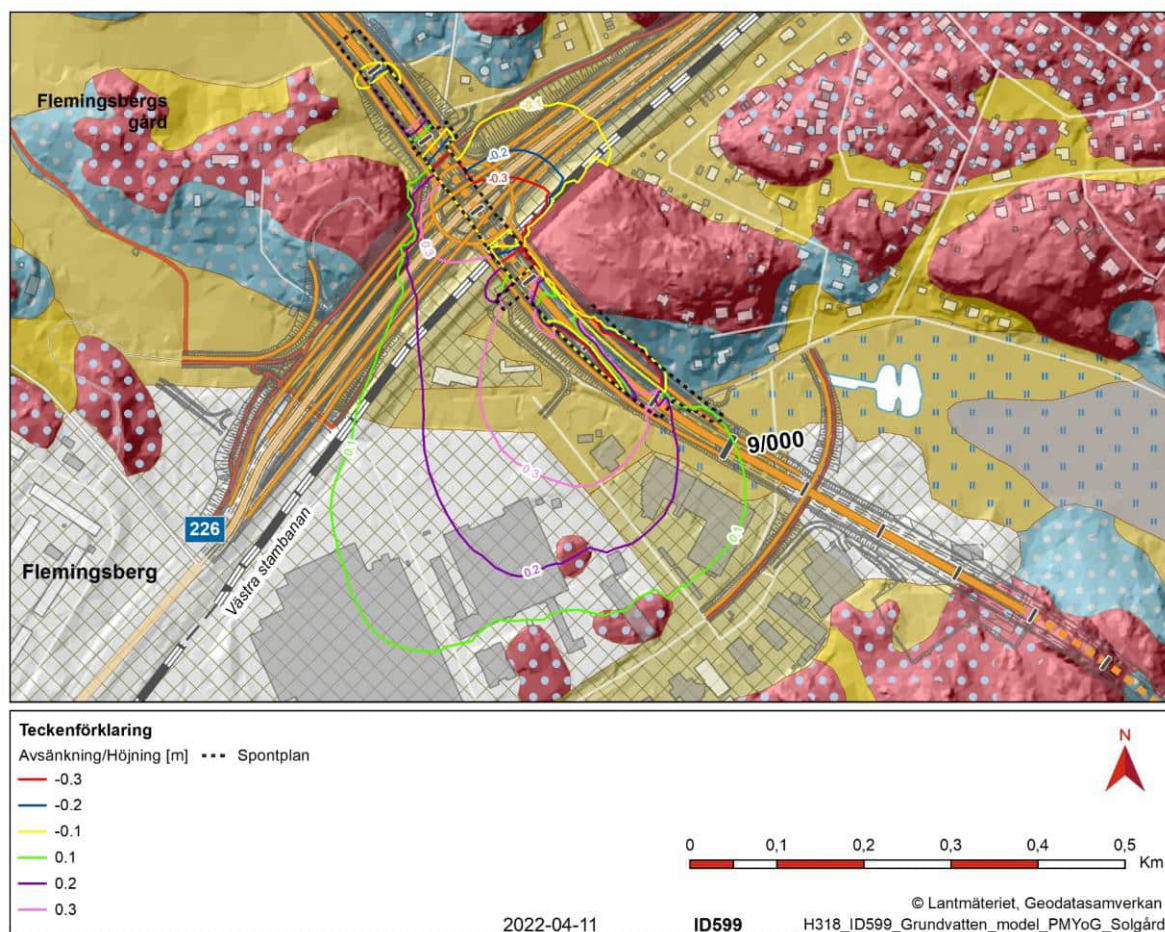
	Utan spont	Med spont	Med spont och tät botten
Inläckage från schaktväggar (l/min)	23	8	14
Inläckage från botten (l/min)	72	26	0
Totalt inläckage (l/min)	95	34	14

Modellen utan spont gav det största inläckaget genom schaktbotten och mindre genom schaktets sidor. Det beror av att lerjordlagret som schaktas igenom är tätare än den underliggande moränjorden. Med spont reduceras inläckaget från sidorna ytterligare men störst effekt ger spontan ner genom moränlagren ned mot berg som reducerar inläckaget via botten.

Den andra grundvattenmodellen utfördes i skede att projektera fram underlag för upphandling av entreprenör. Den modellen baserades på ytterligare undersökningar och hade ett något mer genomsläppligt moränjordlager ($K_j 10^{-4}$ m/s). En annan skillnad är hur grundvattenbildningen karaktäriserades, här ansattes en generell grundvattenbildning på 225 mm/år men där marknära grundvattennivåer dränerades bort för att motsvara diken, dagvattensystem och ytlig avrinning. Modellen kalibrerades mot uppmätta grundvattennivåer men överskattade generellt grundvattennivåerna med i genomsnitt knappt 5 m. Denna modell gav ett betydligt större inläckage för schakt utan spont och först med spont tätad mot berg genom jetinjektering kom inläckagen ned till motsvarande den första modellens resultat. Skillnaden beror till del på den genomsläppligare

moränjorden men även på grund av "vattenöverskottet" i modellen då grundvattennivåerna generellt överskattades. Den första modellens förhållandevis låga grundvattenbildning kan också medfört att inläckaget underskattats för ett otätat schakt.

Kravet med samtidig trafik på väg 226 och västra stambanan gör att sponten inte tas bort helt efter att anläggningen är byggd då de nya vägarna byggs ovanför sponten. En jetinjekterad spont försvårar ytterligare möjligheterna till att dra spontplankorna. Effekten av kvarlämnad spont bedömdes i den andra grundvattenmodellen och visade på ett möjligt scenario med en viss dämning norr om sponten och en viss kvarstående avsänkning söder om sponten då det norrifrån kommande grundvattenflödet hindras, se Figur 8-5.

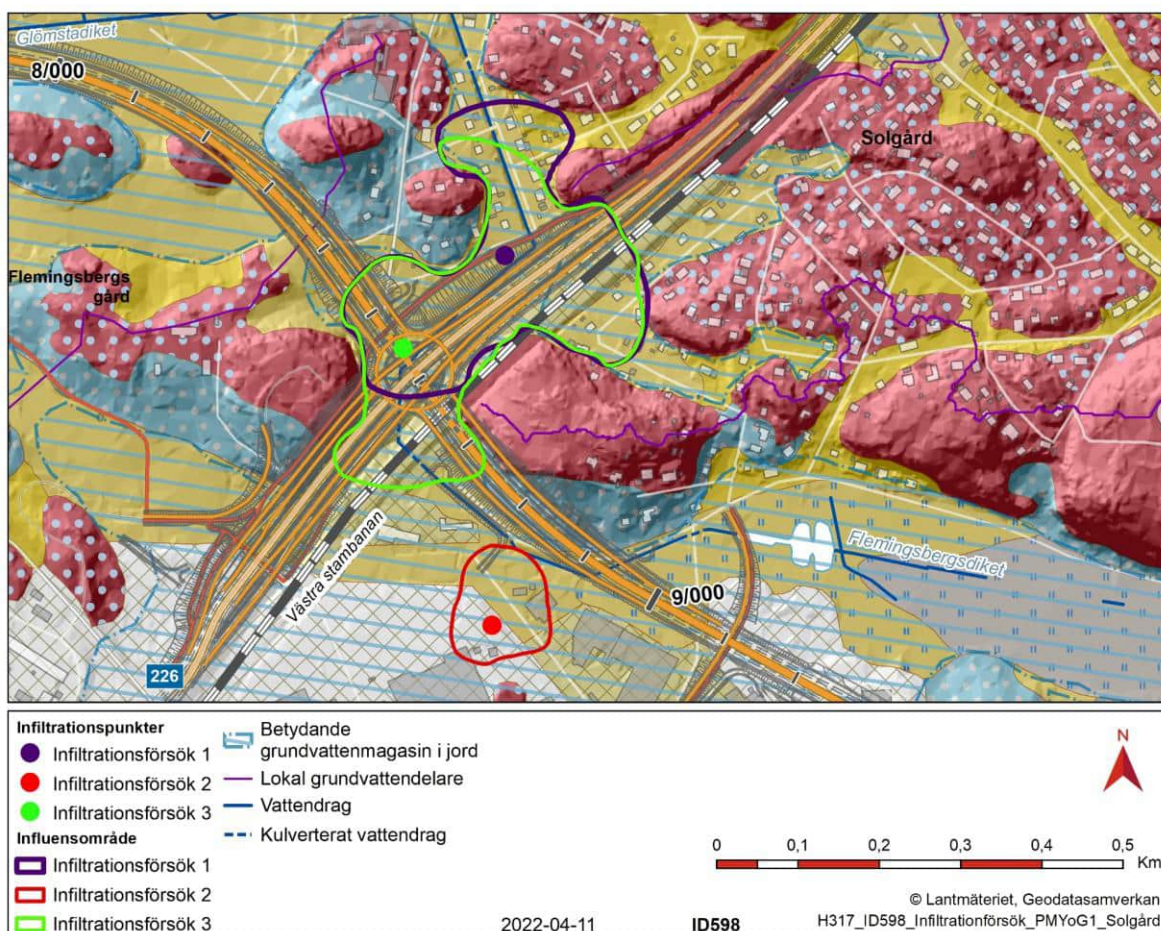


Figur 8-5 Bedömd påverkan från kvarlämnad spont i form av dämning samt avsänkning

8.2.1.3 Infiltration

Förutsättningarna för infiltration har undersökts genom korttidstester, dels i den brunn som även propumpats i, dels i två 2"-grundvattenrör. I brunnen infiltrerades ett flöde av 14 l/min (vilket gav en konstant vattennivå i brunnen). De båda grundvattenrören tillsattes vatten med övertryck (ledningstryck från brandpost) och i det norra röret erhöles ett flöde på 22 l/min och i det södra 75 l/min. Samtliga test pågick under sju timmar vid olika tillfällen.

Försöken gav en nivåpåverkan enligt Figur 8-6 nedan. Både infiltration i brunnen och i det norra röret gav effekt inom hela området med bedömd känslig lerjord som riskerar att påverkas vid kommande arbeten. Brunnen täckte även in en del av området söder om det planerade schaktet. Infiltrationsförsöket i det södra grundvattenröret gav inte en lika utbredd respons, trots det högre flödet. Här bedöms ett läckage ha skett upp till jordlager med kontakt med Flemingsbergsdiket. Ett infiltrationsläge närmare Västra stambanan bedöms vara ett bättre läge.



Figur 8-6. Resultat av infiltrationsförsök. Punkterna markerar de tre olika infiltrationspunkterna och de påverkansområden som uppmättes är markerade med motsvarande punktfärg.

8.2.1.4 Dagvattenreningsanläggningar

Två anläggningar för rening av vägdagvatten ska anläggas vid trafikplatsen. En mindre reningsanläggning i form av försedimenteringsbassäng och en bassäng med filtermaterial anläggs strax väster om GC-passagen (ID 487). Båda bassängerna kommer få tät botten och medför ingen grundvattenpåverkan i driftskedet. Bassängstorleken enligt den tidiga projekteringen blir cirka 390 m² plus 440 m² och medför schakt till nivå +25,5 vilket motsvarar 0,5 till 1 meter under grundvattennivån i undre magasin. Det är inte helt säkert att det undre magasinet kommer påverkas av schaktet som delvis utförs i fyllningsjord.

Den andra reningsanläggningen (ID 485) anläggs väster om Flemingsbergs våtmarksanläggning i läget för nuvarande Regulatorvägen (och väster om Regulatorvägens nya placering). Även denna utförs med två täta bassänger för sedimentering och filtrering, dessa blir cirka 1230 m² och 1150 m² stora. Lerlagret bedöms utifrån framtagna lerdjupsmodell vara tillräckligt mäktigt för att schaktbotten inte ska nå ned i undre magasin eller att risk för schaktbottenuppträckning ska finnas.

Området på ömse sidor om Regulatorvägen är i vissa underlag redovisat som våtmark men området är idag ingen våtmark.

8.2.1.5 Ledningsomläggning vid Regulatorvägen

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. Ledningsomläggningen innebär att ett VA-schakt kommer utföras längs den östra och norra gränsen av fastigheten Anoden 2, och vidare norrut tvärs Tvärförbindelsen till den planerade

dagvattenreningsanläggningen (ID 485), se Figur 8-4. Nivå för schaktbotten kommer att vara +23 vid den södra änden och +21 vid den norra änden, det är således ett fall på i genomsnitt 2 m längs den cirka 270 m långa sträckan. Grundvattennivåerna faller med motsvarande lutning, från cirka +24,5 vid den södra anslutningspunkten till cirka +22,5 vid den norra anslutningspunkten. Under de två månader som schaktet bedöms stå öppet kommer grundvattnet att behöva avsänkas cirka 0,5 m under schaktbotten. Schaktdjupet på omkring 3 m medför att förekommande täta lerlager delvis kommer att schaktas bort och underliggande moränjord friläggs, vilket innebär en avsänkning på knappt 2 m som kommer påverka det undre grundvattenmagasinet.

Schaktet blir mellan 6-10 m brett och schaktgränsen kommer att ligga som närmast 5 m från byggnaden på fastigheten Anoden 2. Av stabilitetskäl kommer schaktet att utföras inom spont för de delar som ligger längs byggnaden. Sponten får även en tätande funktion. Därigenom beräknas påverkansavståndet begränsas till 20 m från schaktgräns. Den temporära grundvattenavsänkningen vid byggnaden bedöms uppgå till 0,5-1 m. Efter det att schaktet läggs igen förväntas grundvattennivåerna återgå till tidigare varande.

8.2.2 Samlad bedömning av grundvattenpåverkan Solgård

Påverkansområdets utbredning som redovisas i den hydrogeologiska kartbilagan (Bilaga D1.1:4) och i figurer i PM:an redovisar en bedömd maximal utbredning vid ett förhållandevis stort läckage mellan spontfot och berg. Området omfattar även påverkan vid byggnation av GC-passagen söder om schaktet samt arbetet under grundvattennivå för omledning av Flemingsbergsdiket, ledningsomläggning och dagvattenreningsanläggningar.

De olika modellresultaten visar på svårigheterna att bedöma vilket inläckage som sker till ett större schakt i jord och därmed vilken påverkan som kan förväntas. För att minska inläckaget kan spontfoten tätas genom jetinjektering och det ytliga berget med ridåinjektering (se avsnitt 2 i den tekniska beskrivningen). Med tätning bedöms påverkansområdet reduceras avsevärt, främst mot norr men även på schaktets södra sida. Med omfattande tätning av övergången mellan spont och berg kan läckaget reduceras men om moränen är blockrik (innehåller större stenblock) vilket delar av utförd geoteknik indikerar kan tätningsarbetet försvåras. En långtgående tätning försvårar också möjligheterna att ta bort delar av sponten för att åtgärda eventuell dämningseffekt.

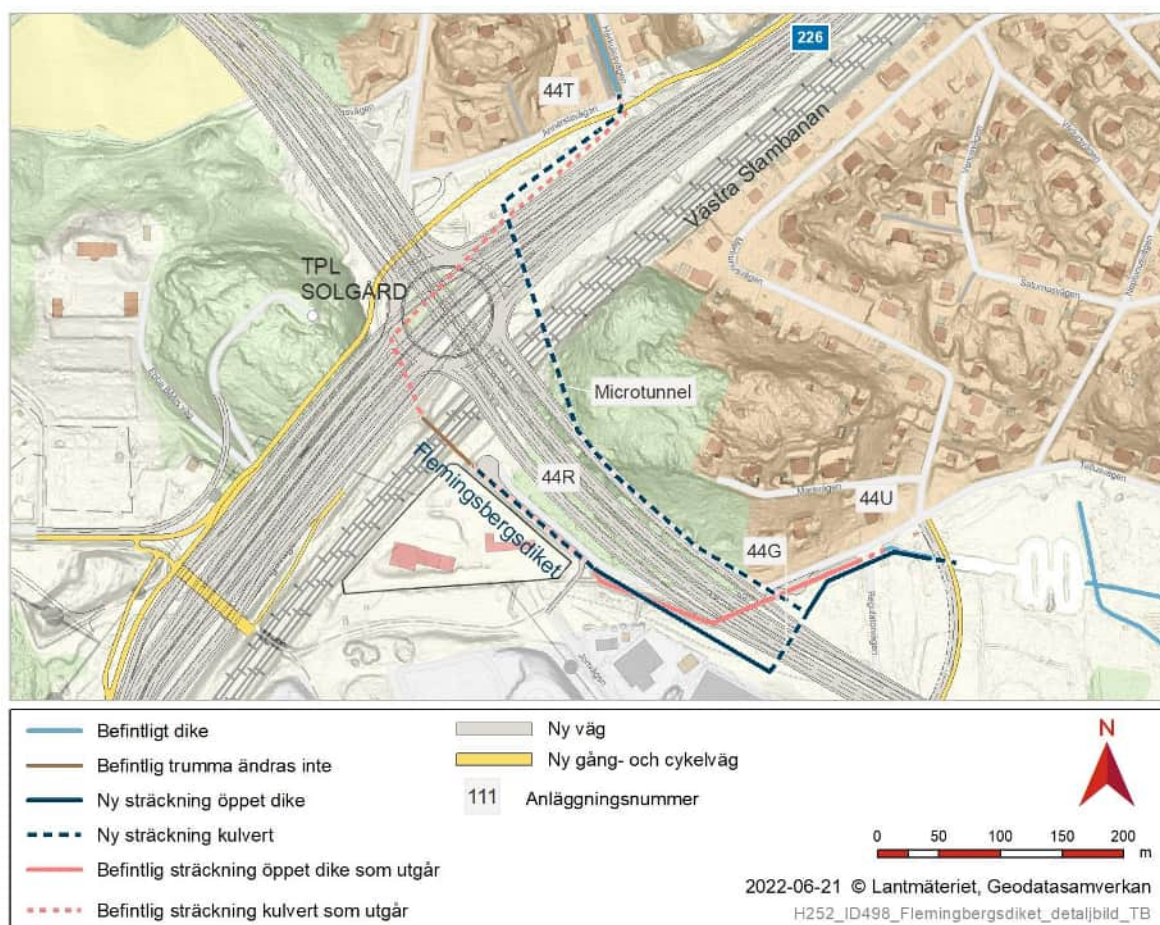
Den samlade bedömningen är att enbart tätning inte garanterar att påverkan utanför spont inte genererar en negativ påverkan. I direkt anslutning till schaktet finns sättningskänsliga lerjordar och känsliga objekt finns i form av västra stambanan, ledningar och byggnader med grundvattenberoende eller okänd grundläggningstyp. Även beaktat risken för dämning bedöms infiltration som komplement till tätning vara aktuellt för att undvika skada. Infiltrationsförsöken som utförts visar att förutsättningar finns att hålla upp grundvattennivåerna genom att antingen infiltrera i ett par strategisk lokaliserade brunnar i anslutning till schakten eller i grundvattenrör.

Med en kombination av tätning och infiltration bedöms schaktarbetet som medför grundvattenpåverkan kunna regleras så att skadlig påverkan inte ska uppkomma.

8.2.3 Omledning av Flemingsbergsdiket

Flemingsbergsdiket är idag kulverterat längs med och tvärs under väg 226 på en sträcka av cirka 400 meter. Denna kulvert mynnar i ett öppet dike mellan väg 226 och västra stambanan. Vid passagen under järnvägen finns ytterligare en drygt 20 m lång kulvert. Slutligen finns även en kulverterad passage för diket längre österut under nuvarande Regulatorvägen. Flemingsbergsdiket rinner ut i Flemingsbergs våtmarksanläggning.

Flemingsbergsdiket leds om och ges en ny utformning med en omledning norr om tvärförbindelsens betongtunnel och med en delvis ny dragning av en kvarvarande dikesdel, söder om tvärförbindelsen, för att omhänderta tillrinnande markvatten och anslutande dagvatten från söder (se Figur 8-7).



Figur 8-7. Planerade omledning av Flemingsbergsdiket vid trafikplats Solgård.

Omledningen av Flemingsbergsdiket förläggs parallellt med Huddingevägens västra sida innan den korsar under vägen. Passagen under västra stambanan och fram till rampvägen görs med en så kallad mikrotunnel genom bergshöjden. Därefter fortsätter Flemingsbergsdiket i ledning under den norra rampbron fram till området där diket förläggs i öppet dike direkt norr om dagvattenreningsanläggningarna. Slutligen kommer diket förläggas i kulvert under vägbanken för den nya dragningen av Regulatorvägen innan det ansluter till Flemingsbergs våtmark. Diket förläggs i dubbla ledningar med vardera diametern 2 000 mm.

Punktlistan nedan redovisar vilka trummor, kulvertar och ledningar som anläggs i samband med Flemingsbergsdikets omledning norr om trafikplats Solgård. Anläggandet av de olika delarna bedöms, förutom för trummorna under Regulatorvägen, medföra grundvattenbortledning under byggtiden vilket beaktats i den samlade bedömningen som redovisats tidigare.

- Boxkulvert (44T) under GC-väg och Annerstavägen
- Två ledningar parallella med väg 226 och sedan under väg 226 norr om betongtunneln
- Microtunnel i berg under Västra stambanan
- Två ledningar parallella med tvärförbindelsen under den norra rampvägen till cirkulationsplatsen
- Kulvert under Regulatorvägens nya läge (44U)

Den södra dikesdelen påverkas genom att en befintlig sträcka som idag är ett öppet dike kommer kulverteras på en sträcka av cirka 130 meter (anläggning 44R) då en serviceväg ska anläggas fram till en pumpstation. Då kulverten anläggs krävs temporär förbiledning av flödet eftersom den planerade kulvertens sträckning sammanfaller med det befintliga öppna diket.

Därefter förlängs det öppna diket cirka 60 meter längre mot öster än dagens dike innan det korsar under tvärförbindelsen i tre parallella ledningar (anläggning 44G) för att sedan ansluta till den övriga delen av diket ned mot våtmarken. Den förlängda delen av diket kan komma schaktas ned genom lerjordlagret i dess östra del och därmed medföra viss grundvattenbortledning i byggskedet. Till driftskedet tätas dikesbotten.

Den permanenta påverkan för Flemingsbergsdiket blir att den kulverterade sträckan ökar från sammanlagt knappt 400 meter till cirka 550 meter. Den norra omledningen får samma eller högre kapacitet för höga flöden och bedöms därmed inte dämna uppströms delar av diket. Den södra dikesdelen får i princip en större flödeskapacitet då den inte belastas av uppströms kommande vatten från Glömsta och området vid Vårdkasen. Vid grävarbeten i byggskedet finns viss risk för grumling nedströms.

8.3 Riskexponerade objekt och bedömd påverkan

Nedan redovisade riskexponerade objekt har identifierats i berört delområde. För lägen, se Bilaga D1.2:4.

8.3.1 Sättningsrisker

Lerjorden i området för trafikplats Solgård är områdesvis mäktigt. Främst i dalgången ned mot Flemingsbergsviken men även längs med Huddingevägen och västra stambanan finns områdesvis mäktiga lerlager. Inom Flemingsbergs industriområde är förhållanden mer varierande med ställvis ytlige berg men inom delar finns stråk av mäktigare jordlager och bedömd lös lera.

Känsliga för en marksättning är delar av villabebyggelsen inom Vårdkasen och Solgård samt enstaka byggnader inom Flemingsbergs industriområde. Andra objekt, känsliga för en marksättning, är ledningar, asfalterade ytor samt inte minst västra stambanan. Den är enligt uppgift inte fast grundlagd utan endast ställvis förstärkt med bankpålning och tryckbankar (Trafikverket, 2019[c]).

Påverkansområdet som redovisas är bedömt utan tätning men behovet att sänka av ned under grundläggningsnivå för betongtunneln skulle medföra för stor påverkan i schaktets närhet för de sättningskänsliga objekten där västra stambanan bedöms vara det enskilt mest kritiska objektet. Schaktet kommer således att tätas och ifall detta inte ger tillräckligt effekt utanför spont kommer infiltration vidtas under byggskedet. För att bedöma sättningsrisken redovisas nedan en bedömd grundvattenpåverkan med tätning men utan infiltration invid objektet som riskerar påverkan.

I bostadsområdet Vårdkasen bedöms grundvattenavsänkningen uppgå till mindre än 1 m och lermäktigheten bedöms till ca 5 m. Vid byggnader längre österut ökar jorddjupen och är vid östra delen av området cirka 8 m. Här blir grundvattensänkningen cirka 0,5 m. I Solgård bedöms avsänkningen vid byggnader närmast anläggningen uppgå till cirka 0,5 m. Lerdjupen vid byggnaderna närmast anläggningen är 6–10 m.

Vid Flemingsbergs industriområde bedöms grundvattensänkningen uppgå till 1-2 m närmast planerad anläggning och cirka 0,5 meter vid den stora byggnaden (Regulatorn 2) i södra delen av påverkansområdet. Här pekar geotekniskt underlag från bygglovshandlingar att jorddjupen är

relativt måttliga cirka 2- 7 meter och därmed endast tunnare lager med lös lera om det förekommer alls. Då jordlagren varierar inom området har i nedanstående tabell sättningsberäkningen baserats på en lermäktighet upp till 10 m mäktighet inom södra delen av påverkansområdet.

Tabell 8-5. Beräknad sättningsberäkning vid schakt för Solgårdens betongtunnel och tråg

Område/objekt	Bedömd avsänkning	Bedömd sättnings	Risk för skada
Vårdkasen	ca 1 m	drygt 1 cm	liten
Solgård	ca 0,5 m	ca 2 cm	liten
Flemingsbergs industriomr. närmast schakt	ca 1 -2 m	< 1 cm	liten
Flemingsbergs industriomr. södra del	0,5 m	ca 2 cm	liten
Koloniområde	ca 0,3 m	< 1 cm	liten
Ledningar	2 m	10 cm	hög
Västra stambanan*	0,3 - 2 m	4,5 cm	hög

*För västra stambanan har separat sättningsberäkning utförts och redovisar sättnings efter 2,5 år

Som nämnt tidigare kommer infiltration att finnas som åtgärd ifall tätning av schakten inte räcker som skadeförebyggande åtgärd. Detta inte minst för att säkra att inte västra stambanan påverkas så att trafikavstängning riskeras. Därmed bedöms inte att någon skadlig marksättning ska uppkomma.

För jämförelse, om inte tätning och infiltration vidtas bedöms grundvattenpåverkan vid Vårdkasen kunna uppgå till ca 5 meter, vid Solgårdens villabebyggelse till som mest cirka 3 meter. Inom Flemingsbergs industriområde beräknas då avsänkningen kunna uppgå till cirka 6 meter som mest.

8.3.2 Vatten- och energibrunnar

Förekommande vatten och energibrunnar redovisas här inom det stora påverkansområdet som antas kunna uppkomma utan tätning av schakt eller infiltration. Då brunnarnas exakta läge inom en fastighet i vissa fall är osäkert har även brunnar som markerats utanför påverkansområdet tagits med i utsökningen förutsatt att någon del av fastigheten ingår i påverkansområdet. Brunnarna förekommer företrädesvis bland bostadsbebyggelsen i anslutning till trafikplats Solgård. Inom påverkansområdet vid Solgård har 13 grävda brunnar inventerats i fält (se avsnitt 3.3.3) De flesta används dock inte i dagsläget.

Grävda brunnar har ofta inte mer än någon/några enstaka meters vattenpelare i brunnen då det är svårt att schakta för en brunn under grundvattenytan i jord. Speciellt sommartid brukar vattennivån i de grävda brunnarna sjunka och de är i sin konstruktion därför mer känsliga än borrarade brunnar för en påverkan. De belopp som tabellen nedan anger för bedömd avsänkning (speciellt vid otätat schakt) skulle medföra att den grävda brunnen sinade helt.

De bergbollarade brunnarna, mestadels energibrunnar, redovisas en bedömd påverkan i tabellen nedan. Främst skulle en påverkan kunna uppkomma i anslutning till de bergschakt som ska utföras, speciellt vid anläggande av östra tråget och rampvägar. Men till viss del beroende av att det bedöms att en större avsänkning i jordlagren (ifall schaktet utförs utan tätning och infiltration) skulle kunna fortplantas till berggrundvattnet i de sprickor som har kontakt med jordlagren.

I tabellen nedan redovisas bedömd påverkan med och utan tätad spont för jämförelse men effekten av infiltration är inte medtagen i tabellen. Den slutliga påverkan under byggskedet beräknas därmed bli mindre än vad tabellen utvisar.

Notera att vissa av de grävda brunnarna skulle kunna vara lämpliga för infiltration i byggskedet efter överenskommelse med fastighetsägare. Då skulle brunnens användning för bevattning samt behovet av att upprätthålla grundvattennivåer i jordlagren för att motverka sättning tillgodoses. Detta som alternativ till infiltration i rörspetsar etcetera i direkt anslutning till schakten.

På än större avstånd från påverkansområdet, sydväst om trafikplats Solgård, finns en reservvattentäkt för Huddinge sjukhus. Täkten utgörs av två djupborrade brunnar i berg. vattentäkten kommer inte påverkas av anläggandet av tvärförbindelsen.

Tabell 8-6. Brunnar inom påverkansområdet. Brunnar vars ID börjar på VB eller EB har inventerats i fält.

BrunnsID	Fastighets-beteckning	Användning	Brunnstyp	Bedömd påverkan / grundvattensänkning	
				Utan tätande spont	Med tätande spont
995051307	Andromeda 1	Energi	Borrad	3–4 m	0–1 m
VB011	Andromeda 2	Används ej	Grävd	2–3 m	0–1 m
VB036	Andromeda 6	Används ej	Grävd	2–3 m	0–1 m
VB023	Andromeda 7	Okänd	Grävd	2–3 m	0–1 m
VB002	Andromeda 8	Används inte	Grävd	3–4 m	0–1 m
905252797	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
905252821	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
905252839	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
905252813	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
905252854	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
905252862	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
905252805	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
905252847	Anoden 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
108190005	Grantorp 5:2 alt 5:1	Okänd	Borrad	1–2 m	0–1 m
108190034	Grantorp 5:2 alt 5:1	Okänd	Borrad	1–2 m	0–1 m
906501208	Herkules 1	Energi	Borrad	0–1 m	Ingen avsänkning
911706781	Herkules 10	Energi	Borrad	1–2 m	0–1 m
911706776	Herkules 10	Energi	Borrad	1–2 m	0–1 m
VB038	Herkules 15	Används ej	Grävd	1–2 m	0–1 m
VB031	Herkules 4	Bevattning	Grävd	1–2 m	0–1 m
VB003	Lyrans 1	Okänd	Grävd	2–3 m	0–1 m
908560618	Lyrans 1	Energi	Borrad	2–3 m	0–1 m
	Lyrans 3	Används ej	Grävd	2–3 m	0–1 m
VB025	Mars 1	Okänd	Grävd	0–1 m	Ingen avsänkning
910544823	Mars 1	Energi	Borrad	1–2 m	0–1 m
VB024	Mars 4*	Bevattning	Grävd	3–4 m	0–1 m
EB004	Mars 4*	Används ej	Borrad	3–4 m	0–1 m
915500491	Merkurius 1	Energi	Borrad	3–4 m	0–1 m
917527137	Merkurius 11*	Energi	Borrad	1–2 m	0–1 m
914526614	Merkurius 12*	Energi	Borrad	2–3 m	0–1 m
VB033	Merkurius 18	Bevattning	Grävd	2–3 m	0–1 m

BrunnsID	Fastighetsbeteckning	Användning	Brunnstyp	Bedömd påverkan / grundvattensänkning	
				Utan tätande spont	Med tätande spont
VB037	Merkurius 20	Bevattning	Grävd	1–2 m	Ingen avsänkning
VB001	Merkurius 4	Okänd	Grävd	2–3 m	0–1 m
911595118	Merkurius 6	Energi	Borrad	0–1 m	Ingen avsänkning
907502152	Polaris 3	Energi	Borrad	4–5 m	0–1 m
VB026	Solgård 1:1	Okänd	Grävd	2–3 m	0–1 m
902188663	Solgård 1:162	Energi	Borrad	3–4 m	0–1 m
108100433	Venus 13	Energi	Borrad	5–6 m	0–1 m
911630341	Venus 18	Energi	Borrad	1–2 m	0–1m
915044578	Venus 19	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
912779737	Venus 2	Energi	Borrad	1–2 m	Ingen avsänkning
915617245	Venus 20	Energi	Borrad	1–2 m	0–1 m
905505285	Venus 7	Energi	Borrad	1–2 m	0–1 m

**Fastighet som kommer lösas in innan byggstart.*

8.3.3 Kulturmiljö

Vid trafikplats Solgård finns ett gravfält (L2016:813), som bedömts vara potentiellt känsligt för förändringar i grundvattennivå med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning, se bilaga D1.2:4. Fornlämningen är belägen i en sluttning med lera eller tunna jordskikt på berg. Områden med tunna jordskikt bedöms redan vara dränerade medan det under lerområdena bedöms finnas grundvatten som står i kontakt med Glömstadalens undre magasin. Större delen av fornlämningen är belägen norr om en lokal vattendelare vilket innebär att påverkan från planerade arbeten vid trafikplats Solgård begränsas. Den temporära avsänkning som sker bedöms dock medföra att markvattenförhållandena vid fornlämningen blir torrare under en period.

I Flemingsbergs industriområde finns två lämningar (L2016:394, L2017:9729) enligt Riksantikvarieämbetets underlag. Lämningarna bedöms dock vara bortgrävda då de är belägna under befintliga byggnader.

8.3.4 Förorenade områden och sediment

Det finns flera identifierade områden som potentiellt kan vara förorenade inom påverkansområdet (se Bilaga D1.2:4). Risken för mobilisering av föroreningar bedöms som påtaglig med hänsyn till områdets markanvändning och historia, även om mycket av föroreningarna är begränsade till ytliga fyllningsjordar som inte har full kontakt med det undre magasinet. Före schaktarbeten och länshållning av schakt påbörjas kommer entreprenören att provta jordlagren avseende föroreningar och ett kontrollprogram avseende grundvattenkvalitet ska tas fram för att säkerställa att länshållningsvattnet hanteras på rätt sätt under byggskedet. Kontrollprogrammet syftar till att följa upp risken för mobilisering av föroreningar i grundvattnet.

Inom kvarteret Vårdkasen (km 8/100 – km 8/300) finns gamla industriverksamheter som kan vara potentiellt förorenade. Det finns även en bilskrot som är en aktiv verksamhet (EBH-ID 125082, EBH-ID: 125140 och EBH-ID: 125225). I kvarteret har nyexploatering pågått de senaste åren, men fastigheterna kvarstår som potentiellt förorenade enligt inventerade databaser. Här bedöms en potentiell grundvattenpåverkan bli mycket liten och inte kunna mobilisera eventuella föroreningar.

I direkt anslutning till trafikplats Solgård finns ett kommunalt sopsandsupplag (km 8/500, EBH-ID: 125201) samt järnvägsbank (Västra stambanan, km 8/650), som kan vara förorenade. Provtagning som utförts i Västra stambanans överbyggnad visar att föroreningsnivån är låg till måttlig i förhållande till gällande riktvärden. Föroreningen finns i marklagren över grundvattenytan. I samband med en provpumpning av undre magasin i januari – februari 2018 vid trafikplats Solgård undersöktes grundvattenkvaliteten i det undre magasinet. Grundvattnet innehöll då låga halter av tungmetaller och organiska föroreningar i förhållande till Huddinge kommuns riktvärden för länshållningsvatten.

I koloniområdet söder om Flemingsbergs gård fanns tidigare en plantskola och handelsträdgård (EBH-ID: 188584). Ingen provtagning är utförd i koloniområdet. Eventuell förorening bedöms vara yttlig och i området förekommer lera. Om förorening finns i grundvattnet kan planerad vattenverksamhet påverka spridningen i samband med byggandet av GC-passagen under Huddingevägen. I god tid innan grundvattenbortledning påbörjas ska provtagning av grundvatten i området genomföras för att klarlägga risken.

Längs med tvärförbindelsens anslutning mot väg 226 söderut har det i korsningen Huddingevägen - Flemingsbergsvägen påträffats oljeföroreningar i de övre jordlagren i samband med geotekniska sonderingar som genomförts inom Tvärförbindelse Södertörn. Högre upp i terrängen längs med Flemingsbergsvägen ligger en drivmedelsanläggning.

Norr om planerad trafikplats i bostadsområdet Solgård har det tidigare funnits en handelsträdgård (EHD-ID: 188572). Den har MIFO-klass 3 måttlig risk.

Inom Flemingsbergs industriområde finns ett sanerat MIFO-objekt (EBH-ID: 125183) i höjd med km 8/900 (fastigheten Regulatorn 3). Marken sanerades under hösten 2010 (WSP 2011). Vid senare utförda marktekniska miljöundersökningar för fastigheten har det detekterats klorerade lösningsmedel i grundvattnet i närheten av östra tråget till Solgårdstunneln (Tyréns 2020). Vidare har det i samband med grundvattennivåmätningar, som utförts inom Tvärförbindelse Södertörn, noterats petroleumluk i flera grundvattenrör i området.

I Flemingsbergsdiket har halter över Naturvårdsverkets riktvärden för känslig markanvändning för tyngre alifater samt metallerna kobolt, nickel och zink (Naturvårdsverket, 2009) påträffats vid genomförda sedimentundersökningar. Vissa PAH:er och zink överskred även riktvärden för mindre känslig markanvändning i enstaka punkter i Flemingsbergsdiket nerströms passagen under Västra stambanan och väg 226.

9 Beskrivning Flemingsbergsskogen

Delområdet sträcker sig från Flemingsberg i nordväst till Gladö i sydost (km 9/100–12/960). Vägsträckningen löper i princip parallellt med Flemingsbergs våtmarksanläggning och längs södra sidan av sjön Orlången. Mellan km 9/380 och km 12/460 passerar tvärförbindelsen Flemingsbergsskogen i bergförlagd tunnel.

En regional vattendelare delar in Flemingsbergsskogen i två huvudsakliga avrinningsområden, som fortsättningsvis benämns västra respektive östra Flemingsbergsskogen. Den västra delen avrinner främst via Visättradalens ned mot Flemingsbergsdalens våtmarksområde. Den östra delen avrinner via Stensättradalens och Stensättradiket till Orlången eller direkt ned mot Orlången. Se Figur 9-1. Området består mestadels av naturmark. Bebyggelsen vid Visättra bedöms ligga utanför påverkansområdet utom ett fåtal byggnader vid idrottsplatsen. I östra Flemingsbergsskogen finns viss bebyggelse vid Stensättra och Björklund, intill Orlångenbron. I detta område finns också ett mindre antal vatten- eller energibrunnar, sammanlagt 12 stycken. Att området mestadels är naturmark gör också att föroreningar endast påträffats eller bedöms förekomma vid västra tråget vid Flemingsberg. Flemingsbergsskogen är ett kommunalt naturreservat. Stora delar av skogen är naturskog. I området finns både hållmarkstallskog, mossar på de höglänta delarna och näringsrikare gran- och lövskogar i de lägre områdena. Syftet med naturreservatet är att bevara ett stort och sammanhängande naturskogsområde och dess skyddsvärda växt- och djurliv. Delområdet omfattar även delar av Orlångens naturreservat.

Inom västra Flemingsbergsskogen bedöms sex biotoper, identifierade i naturvärdesinventeringen, vara potentiellt grundvattenberoende. Se bilaga D1.2:5 för utbredning och läge. Biotoperna utgörs av skogsområden benämnda som aspskog, lövträddrik barrblandskog, hållmarksskog. En biotop utgörs av öppen gräsmark där Visättradiket har anlagda dammar. Den trädbeklädda hagmarken ligger i nedre delen av Visättradalens norr om den planerade väglinjen i tunnel. Öster om Visättradalens där terrängen börjar stiga finns två sumpskogar med i inventeringen med den näst lägsta naturvärdesklassen 3.

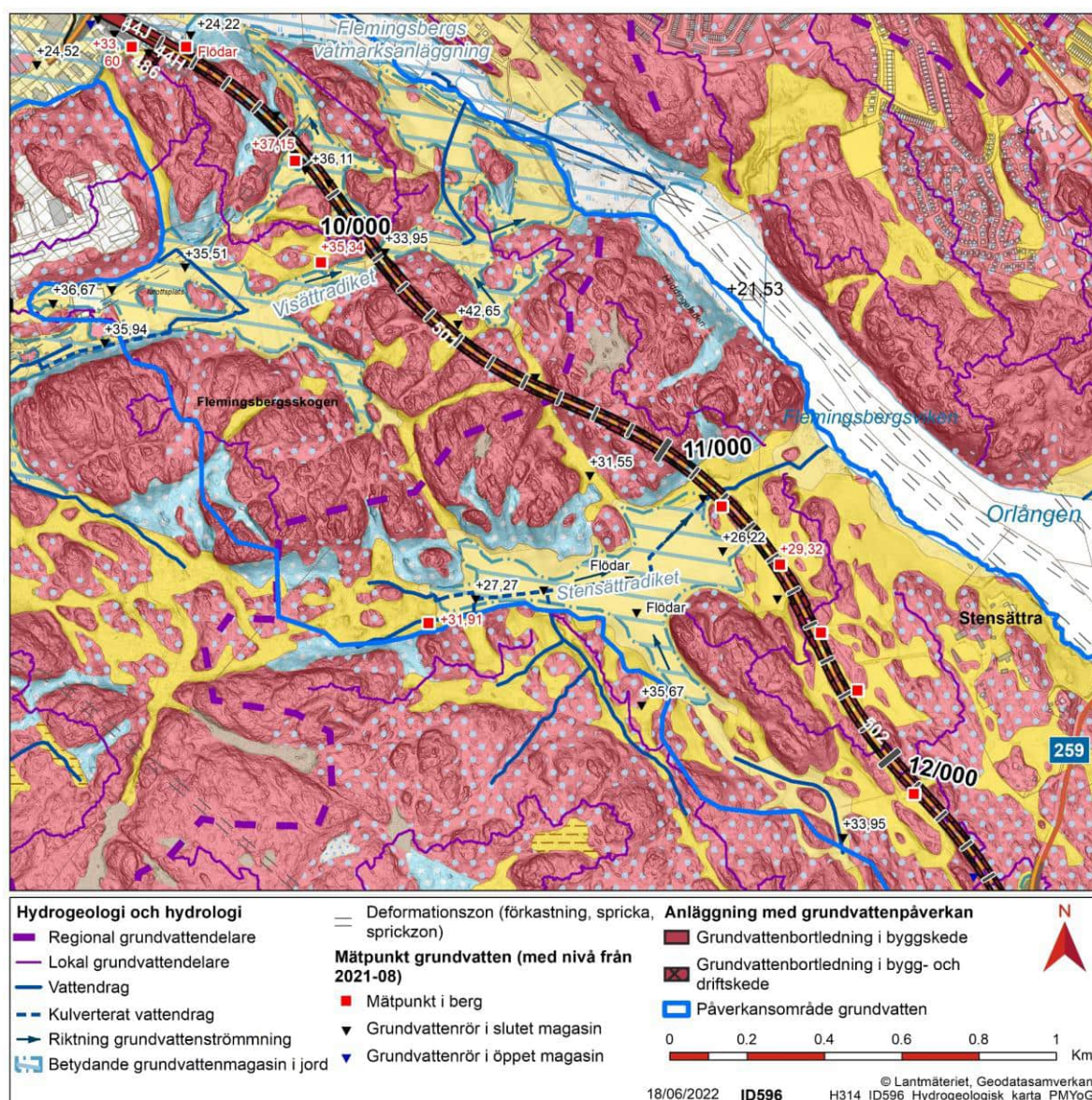
Inom östra Flemingsbergsskogen bedöms sammanlagt tre biotoper vara eller potentiellt vara grundvattenberoende varav en med den högsta naturvärdesklassen, NVI-klass 1. Denna är en blandskog med gammal ek (ekjättar), hållmark och god tillgång på död ved. Bergtunnelns östra del passerar under detta område (område nr 125 i bilaga D1.2:5).

Slutligen har fem fornlämningar identifierats inom området. Två av dessa är belägna i sluttningar ned mot Visättradalens. Ytterligare två är belägna inom Stensättradalens och en i en anslutande dalgång till denna från söder.

9.1 Yt- och grundvattenförhållanden

9.1.1 Geologi och topografi

Flemingsbergstunneln anläggs parallellt med en stor sprickdalgång som inrymmer sjön Orlången och Flemingsbergs våtmarksanläggning. Tunnelns dragning löper sydväst om våtmarken och sjön i ett område som ligger högt i terrängen (se Figur 9-1). Dalgången med sjön ligger på en nivå runt +20, medan tunnelsträckningen går genom områden med en markyta mellan +35 och +70 längs sträckan mellan Flemingsberg och Visättradal och mellan +40 och +50 mellan Visättradal och Stensättradal. Området domineras av kuperad och höglänt skogs-/hällmarksterräng med berg i dagen eller enbart tunna moräntäckan varvat med mellanliggande, lertäckta dalgångar som sluttar ner mot sjön Orlången i nordöst. Tunnellinjen korsas av tre mer markanta, lertäckta sidodalgångar; dalgång nordväst om Visättradal (km 9/800), Visättradal (km 10/000) och Stensättradal (km 11/000).



Figur 9-1. Hydrogeologisk karta för området kring Flemingsbergstunneln. För fullständig teckenförklaring se Bilaga D1.1.

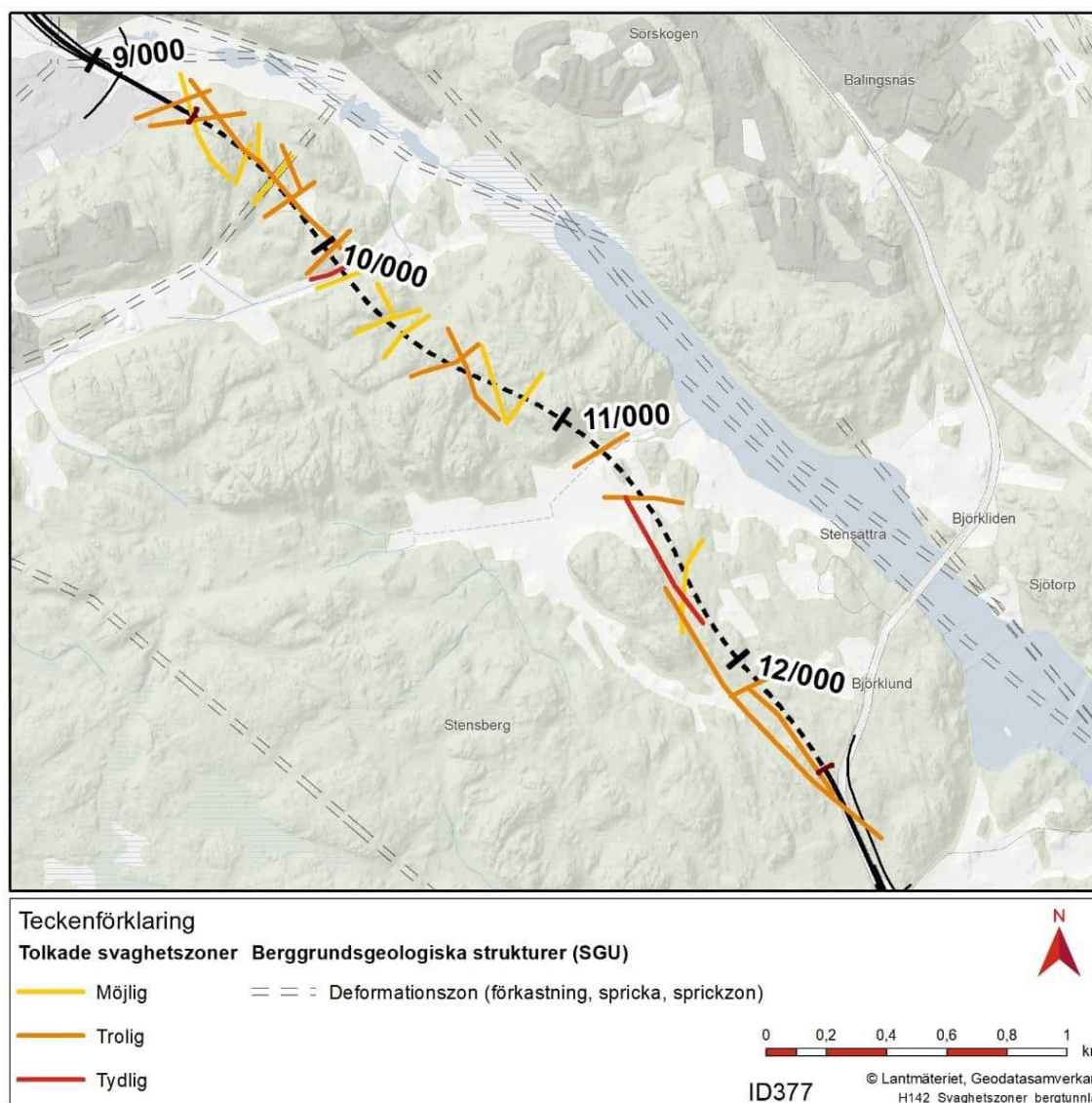
Området utanför Flemingsbergstunnelns västra påslag är jordartsförhållandena varierande. Området under den kommunala återvinningscentralen, som ligger vid det planerade läget för tråget,

är utfyllt. I vissa delar förekommer lerjordlager av varierande mäktighet under fyllningen, medan fyllningen i andra delar ligger direkt på vattenförande morän.

Vid förskärningen öster om Flemingsbergstunneln, ungefär från påslagsläget fram till korsningen med Sundby gårdsväg (km 12/500 – 13/000) (se Bilaga D1.1:6), förekommer mindre dalgångar med lerjord. Området vid Grindtorp är relativt högt belägen och dräneras delvis via Grindtorpdiket som börjar i området och passerar befintlig väg 259 i trumma.

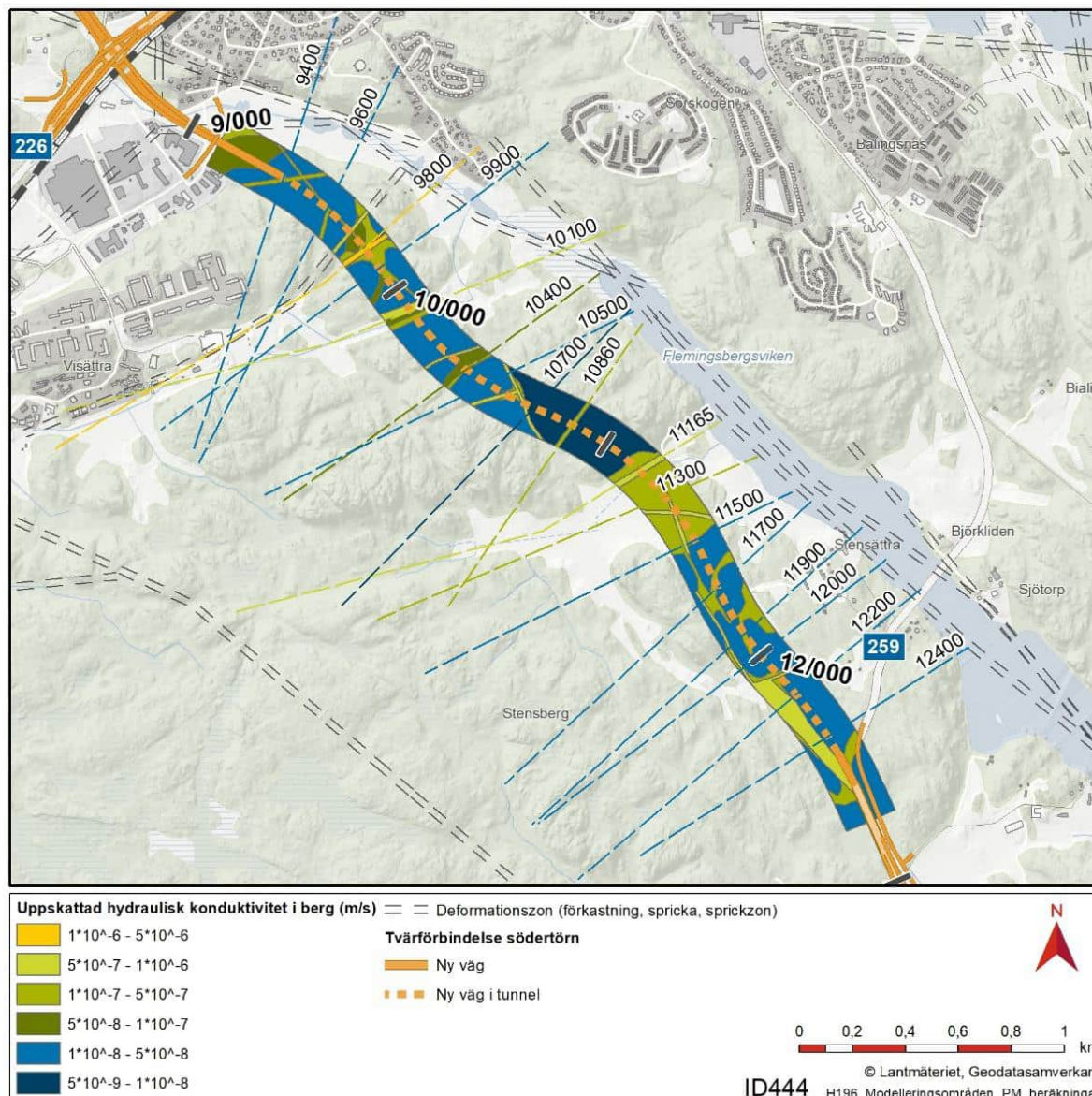
9.1.2 Berggrundsförhållanden

Berggrunden domineras av gnejs. Förmodade svaghetszoner i berg följer dalstråken (primärt dalgången nordväst om Visättradalen, Visättradalen och Stensättradalen) som korsar tunnellen. Dessa kan potentiellt ha hög förmåga att leda grundvatten. I området och främst mellan Stensättradalen och vid Grindtorp finns zoner som är orienterade parallellt eller nära parallellt med tunnellen och den östra förskärningen. Tolkade svaghetszoner i berg redovisas i Figur 9-2.



Figur 9-2. Identifierade svaghetszoner i berg längs med Flemingsbergstunneln och strukturer från SGU:s berggrundskarta.

En indelning och karakterisering av hydrauliska domäner i berg har gjorts längs med tunnellen i systemhandlingsskedet baserat på bergart, undersökningsborrningar, vattenförlustmätningar, SGU:s berggrundskarta, topografi med mera (se Figur 9-3). Mest vattenförande bedöms berget vara vid passagen av dalgången nordväst om Visättradalén. Mellan de dominerande sprickzonerna bedöms berget dock vara relativt tätt och homogent. För mer detaljer, se Bilaga D1.3.



Figur 9-3. Hydraulikdomäner för berg, deformationszoner (från SGU) och modellerade tvärsektioner längs med Flemingsbergstunneln. Hydraulikdomänerna beskriver hur den hydrauliska konduktiviteten hos berget varierar längs med tunneln. Modellerade tvärsektioner redovisas i samma färgskala som hydraulikdomänerna utifrån ansatt hydraulisk konduktivitet i respektive modell. De blå områdena är de minst genomsläppliga, de gula är de mest genomsläppliga och de gröna ligger däremellan. Tiopotential redovisas i teckenförklaringen i formatet *10ⁿ.

Projekteringen av bergtunneln har gått vidare och ytterligare sex stycken kärnborrhål har borrats under år 2021. Dessa är belägna från Stensättradalén och fram till östra förskärningen. Resultatet av vattenförlustmätningar i dessa borrhål ger en något mer genomsläpplig berggrund i det östra området än vad tidigare vattenförlustmätningar visat. Enbart de nya borrhålen har en effektiv konduktivitet (K_{3D}) på $1,6 \times 10^{-7}$ m/s medan den effektiva konduktiviteten för samtliga vattenförlustmätningar beräknas till $4,6 \times 10^{-8}$ m/s. Detta pekar mot att den östra delen av bergtunneln kommer gå i ett något mer genomsläppligt berg.

9.1.3 Grundvattenförhållanden

De grundvattenmätningar som har utförts inom delområdet är i stort koncentrerade till tunnelpåslagen samt till de lerfyllda dalgångarna (se Figur 9-1 eller bilaga D1.1:5). Det är i dessa områden det finns betydande grundvattenmagasin och större deformationszoner, och således där grundvattenpåverkan kan bli störst. Det är även i de områdena som de flesta grundvattenberoende objekten finns.

Tunnelns sträckning tillhör i övrigt typmiljön ”kuperat höjdområde” med små lokala grundvattenmagasin i jord, som ligger på relativt tätt berg. I dessa små magasin, som brukar ligga i lokala sänkor, styrs grundvattennivåerna av bergets topografi, där de fylls på upp till en nivå där vattnet rinner över den lägsta bergsklacken. De små grundvattenmagasinen med tunna jordlager kan också torka ut helt på sommaren, då avdunstningen överstiger nederbörden.

Grundvattennivåerna i berg i de kuperade höjdområdena styrs av hur genomsläppligt berget är. Är berget tätt ligger nivåerna nära markytan, men om berget är mer genomsläppligt kan grundvattnet ligga flera tiotals meter under markytan. I kärnborrhålen nära tunnelpåslagen och vid Stensättra ligger grundvattennivån i berg över eller nära marknivå. Samtliga kärnborrhål är lokaliserade i svackor i terrängen där avståndet ner till grundvattenytan generellt är mindre än i den omgivande terrängen.

9.1.3.1 *Flemingsbergs industriområde*

Flemingsbergstunnelns västra påslag (km 9/100) går ut i östra delen av Flemingsbergs industriområde som även påverkas av vattenverksamheten inom trafikplats Solgård, se avsnitt 8. Området avrinner mot norr och Flemingsbergsvikens våtmarksområde och industriområdet har varierande jorddjup med vissa områden med fyllning direkt mot moränjord eller berg. I östra delen, längs med Regulatorvägen och mot den stigande marknivån inom Flemingsbergsskogen bedöms jorddjupen något mäktigare och ett lerjordlager förekommer. Lerlagret innebär att områdesvis förekommer dubbla grundvattenmagasin, ett undre i moränjord och ett övre i fyllningsjord. Den östra delen av Flemingsbergsskogen avrinner ned mot området för den västra förskärningen och grundvattennivån i berg ligger cirka 8 till 10 meter högre än i angränsande jordlager inom industriområdet. Grundvattennivåerna är som redovisats tidigare i avsnitt 8.1.3 påverkade av dagvattensystem, diken och dämmande byggnadskonstruktioner under mark. Detta syns genom att grundvattennivåerna ligger nära oförändrade över året. I läget för västra påslagets tråg och bergskärning visar dock flertalet grundvattenrör en mer naturlig årstidsvariation mellan cirka +22,5 till +24,5. I läget för västra påslaget bedöms nuvarande utfyllnad för återvinningscentralen påverka grundvattenförhållandena lokalt genom att fyllningsmassorna kan verka dränerande.

9.1.3.2 *Dalgång nordväst om Visättradal*

I Flemingsbergsskogens nordvästligaste delar (km 9/800) strax nordväst om Visättradal, löper en mindre, lerfylld dalgång i nordvästlig riktning mot Flemingsbergsviken. Jorddjupen uppgår lokalt till så mycket som 20 m, och drygt hälften av mäktigheten består av lerjord. Ett slutet undre grundvattenmagasin med nivåer som när de är som högst ligger nära markytan finns i moränjordar mellan lera och berg. Uppmätta grundvattennivåer i berg sammanfaller med de som uppmätts i jord, och de säsongsvisa nivåvariationerna är förhållandevis stora, upp till 5 m (se Figur 9-4).

De stora nivåvariationerna beror på att magasinet är litet och avgränsat från grundvattenmagasinet i den närliggande Visättradal. Grundvattenmagasinet fungerar som ett lokalt utströmningsområde för det grundvatten som ansamlas i de omkringliggande höjdområdena. Tillrinningsområdet är dock litet. Sommartid, när tillrinningen till grundvattenmagasinet minskar, sjunker nivåerna därför snabbt i magasinet, vilket beror på att utströmningen sker relativt snabbt

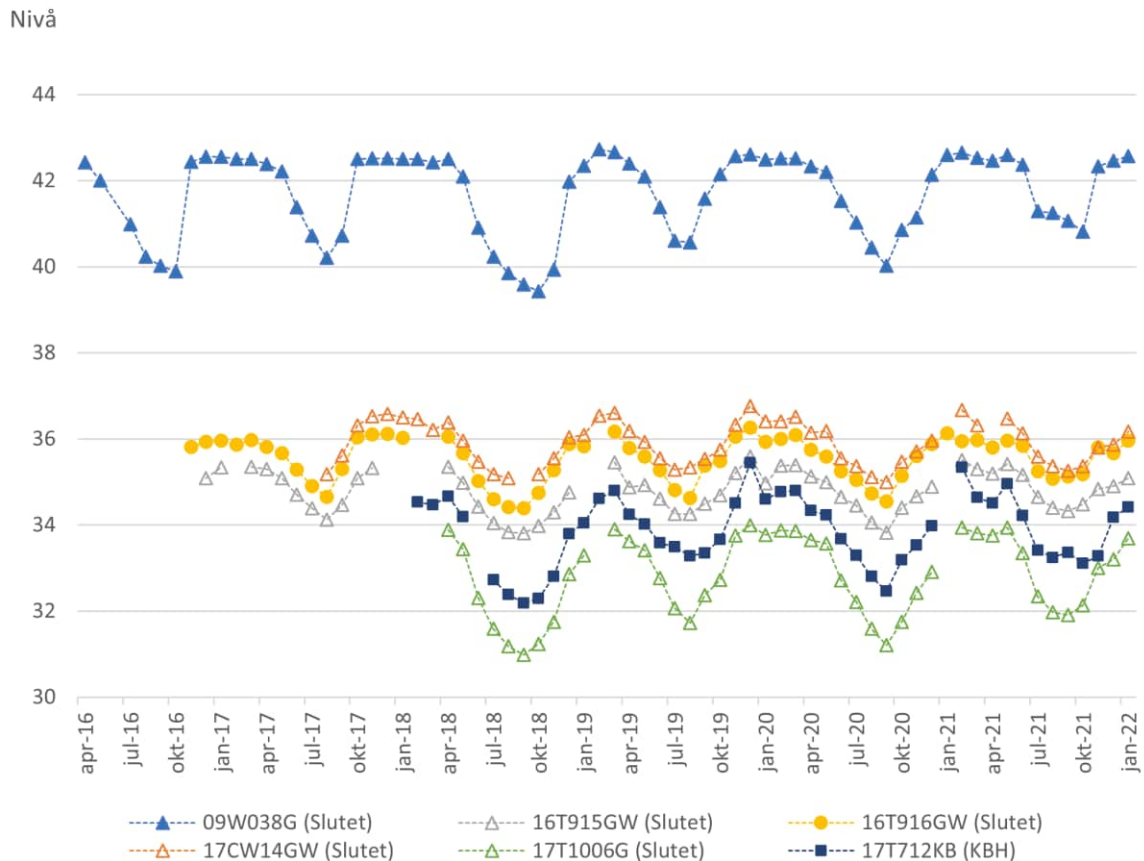
genom både jord och berg. Grundvattenströmning sker i riktning mot Flemingsbergs våtmarksanläggning i nordväst. Den deformationszon som har gett upphov till denna lilla dalgång är enligt utförda vattenförlustmätningar den mest genomsläppliga i hela delområdet med hydraulisk konduktivitet om 5×10^{-6} m/s.



Figur 9-4. Uppmätta grundvattennivåer i dalgången väster om Visättrradalen. 18T706KB, 18T707KB och 18T714KB visar nivåer för grundvatten i berg. I rör GW38/GV38 är trycknivån normalt strax över markytan under januari till och med mars månad. KBH står för kärnborrhål.

9.1.3.3 Visättrradalen

I tvärförbindelsens skärning med Visättrradalen (km 10/100) uppgår jorrdjupen till runt 10 m, med ett 4 m mäktigt lerlager närmst markytan. Ett slutet, undre grundvattenmagasin med strömning i västlig-nordvästlig riktning mot Flemingsbergs våtmarks-anläggning finns i moränjordar mellan lera och berg. Förutsättningar finns även för övre magasin i förekommande torrskorpelera. Grundvattnets trycknivå i undre magasin invid tunnellen varierar mellan +31 och +34 och ligger nära markytan. Utströmning av grundvatten från undre till övre magasin och vidare mot dränerande diken bedöms ske vid höga trycknivåer i undre magasin via genomsläppliga randzoner mot angränsande höjdområden. Detta kan tydligt ses i Figur 9-5 där grundvattnet i rör 09W038G aldrig stiger över nivån +42,5. En liknande dynamik, om än inte lika tydlig, syns för rör 16T916GW.



Figur 9-5. Uppmätta grundvattennivåer i Visättrradalen. 17T712KB visar nivåer för grundvatten i berg. KBH står för kärnborrhål.

En utredning har gjorts för att undersöka hur stor kopplingen är mellan Visättradiket och grundvatten i jord och berg. Utredningen genomfördes under våren och sommaren 2019 genom att observera vattenstånd i diket och grundvattennivåer i närliggande grundvattenrör och kärnborrhål. Utredningen visade på en dålig korrelation mellan yt- och grundvatten i området för tunneln. Även då grundvattennivåerna sjönk cirka 2 m under markytan rann vatten i diket. Detta tolkas som att en stor del av det diket vatten är ytlig avrinning.

9.1.3.4 Höjdområdet vid vattendelaren mellan västra och östra Flemingsbergsskogen

Höjdområdet mellan Visättrradalen och Stensättrradalen präglas av zoner i berg orienterade nära ost-västligt och nord-sydligt vilket skapat mindre dalgångar eller åtminstone dalsvackor med samma orientering. Grundvattennivån i de två grundvattenrören varierar mellan marknära nivåer kring +42 ned till cirka +40 under sommarperioden. Rör 09W038G (se bilaga D1.1:5 för läge) är installerat i ett område med drygt 7 m jorddjup. Vid närliggande rör 21W049G är jorddjupet mindre, cirka 4 m. Området kan alltså karaktäriseras genom att det består av mindre grundvattenmagasin i lokala svackor med varierande mäktighet men att vissa ändå har ett visst jorddjup och därmed magasineringskapacitet.

9.1.3.5 Stensättrradalen

I den lerfyllda dalgången vid Stensättra (km 11/300) finns ett slutet, undre grundvattenmagasin i morän med höga trycknivåer, i centrala delen ofta artesiska nivåer. I dalgångens kanter mot omgivande bergshöjder går moränen i dagen. Grundvattennivån i undre magasin invid planerad tunnellinje varierar mellan +23,5 och +27. Dalgångens största jorddjup finns sydväst om den planerade tunnelsträckan och hela dalen kan liknas vid en skål ned i berggrunden där anslutande sidodalgångar är som rännor i berggrunden. Även ned mot Örlången stängs dalgången in av en lägre höjdrygg med synligt berg eller endast tunna jordlager.

Det undre magasinet kan därför vara i princip helt avskuret från att avrinna ned till Orlången utan på samma sätt som vid exempelvis Visättradalens sker utströmning av grundvatten vid höga trycknivåer i undre magasin från undre till övre magasin och vidare via dränerande diken.

9.1.3.6 Området vid östra tunnelpåslaget

Där bergtunneln övergår till förskärning i jord och i berg (km 12/500 – 13/000) intill befintlig väg 259 (Lännavägen) finns flera mindre grundvattenmagasin med varierande magasinsförhållanden.

Området består till stora delar av skogsmark med tunna moränjordar där grundvatten endast förekommer i jorden periodvis under året. Mer betydande jorddjup (<10 m) och varaktiga grundvattenmagasin med slutna förhållanden påträffas dock i lertäckta områden intill den västra sidan av tvärförbindelsen. Dessa har liten eller ingen naturlig avrinning på grund av omgivande högre marknivåer och från äldre flygfoton syns tydliga dikessystem. Det västra området, som ligger högst i terrängen och närmast där bergtunneln övergår till skärning har en markyta på nivån cirka +38. Den lägre området med lerjord har markytan på cirka +34 och avvattnades tidigare via ett öppet dike som idag är devis förlagd i trumma under Lännavägen. Grundvattennivåmätningar visar att artesiskt tryck i dessa undre magasin uppstår under delar av året, men de säsongsvisa nivåvariationerna är relativt stora (cirka 2 m), vilket pekar mot att magasinen är relativt små till volym.

Även på den östra sidan av vägen, mellan längdmätning 12/800 till 12/900, finns ett lertäckt område med slutna magasinsförhållanden. Området, som har fuktiga markförhållanden ovan lerlagret, är beläget i en liten dalsvacka med jorddjup kring 10 m vid vägen och minskande i svackans utbredning norrut, vartåt markyta och grundvattennivåer stiger. Mätningar visar en trycknivåskillnad på omkring 4 m mellan grundvattenrör 17To90GW och 21W140G, vilket motsvarar en gradient på hela 5%.

Pulstester som utförts i området indikerar ett spann för hydraulisk konduktivitet om $1,6 \times 10^{-7}$ – $4,2 \times 10^{-5}$ m/s.

9.1.4 Ytvatten

Flemingsbergstunneln ligger, liksom Solgårdstunneln, inom den utpekade vattenförekomsten Orlångens tillrinningsområde. Väster om Orlången löper Flemingsbergsdiket, som har sitt utlopp i Flemingsbergsviken. Orlången, Flemingsbergs våtmarksanläggning och Flemingsbergsdiket beskrivs närmare i avsnitt 8.1.4. Via en tunnel i berg (Visättratunneln) leds även dagvatten från området kring Huddinge sjukhus in i systemet.

Inom utredningsområdet finns även de två mindre vattendragen Visättradiket och Stensättradiket. Dikena rinner från sydväst mot nordost och mynnar i Orlången. Längs delar av den östra förskärningen sträcker sig det delvis i kulverterade Grindtorpsdiket, som avleder vatten mot Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket (se o).

9.1.4.1 Visättradiket

Visättradiket är ett 2,3 km långt dike som rinner i nordostlig riktning mot Flemingsbergs våtmarksanläggning (se Figur 9-1). Avrinningsområdet är 0,75 km². Visättradiket avleder vatten från bostadsområdet och idrottsanläggningen i Visättra.

Bäcken har restaurerats på senare tid och återfått en meandrande sträckning med varierad hydromorfologi i de övre delarna av vattendraget och naturvärdet har bedömts som ”påtagligt”. Vid 2018 års naturvärdesinventering var vattendraget torrt nedströms det restaurerade området. I den

nedre sträckan av vattendraget bedöms hinder finnas för migrerande fisk, och de övre delarna bedöms helt sakna fisk.

9.1.4.2 Stensättradiket

Stensättradiket är ungefär lika långt som Visättradiket men går mestadels i jordbruksmark. Avrinningsområdet är något större och uppgår till drygt 1,8 km². I sin sträckning genom jordbruksmarken är diket delvis kulverterat.

Stensättradiket avleder vatten från omgivande skogs- och åkermark. Längs med sträckningen över jordbruksmarken är diket till stora delar kulverterat. Vattendraget var torrt under naturvärdesinventeringen av vattendrag 2018 med enbart en fuktad botten. Det bedöms dock vara vattenförande delar av året. Inga akvatiska växter eller djur observerades vid inventeringstillfället. Efter att den akvatiska inventeringen utfördes har diket delvis restaurerats av Huddinge kommun genom bland annat minskad kulvertering. Naturvärdet bedöms utifrån genomförd inventering vara lågt.

9.1.4.3 Orlången

Sjön Orlången är en ytvattenförekomst som sträcker sig från Flemingsberg i nordväst och ca 5 km åt sydöst parallellt med befintlig väg 259. I Tabell 9-1 redovisas hydrologiska data för sjön. Orlången är påverkad av näringsrikt vatten från bland annat bebyggda områden. Orlångens ekologiska status är dålig och den kemiska statusen är ”uppnår ej god”. Beslutade miljökvalitetsnormer är god ekologisk status 2033 och god kemisk status med undantag i form av mindre stränga krav för polybromerade difenyletrar och kvicksilver (Länsstyrelsen, 2022[a]). Miljökvalitetsnormerna omfattar även områdesskydd för avloppskänsliga vatten och nitratkänsliga jordbruksområden.

Sjön omges av ett småskaligt, böljande odlingslandskap. Tillrinning till sjön sker främst från Flemingsbergsområdet via Flemingsbergsdiket och via Ebbadalsdiket från Kvarnsjön med kringliggande områden vid Gladö kvarn. Idag passerar allt vatten som kommer till sjön västerifrån via Flemingsbergsvikens våtmarksanläggning. Avvattningen sker via vattendrag och mindre sjöar till Drevviken. Sjöns naturliga tillrinningsområde har minskats i nordväst genom att avrinning från västra delen av Glömstadalen sedan 1970-talet leds via en dagvattentunnel till Albysjön.

Tabell 9-1. Sjödata för Orlången (hämtat från Huddinge kommuns miljöbarometer).

Sjöyta (inkl öar)	282 ha
Största djup	10,2 m
Medeldjup	4,4 m
Avrinningsområde	4240 ha
Sjövolym	12,3 Mm ³
Uppehållstid	1,33 år
Tillrinning*	293 l/s

*tillrinningen beräknad utifrån sjövolym och uppehållstid

9.2 Planerad verksamhet och bedömd grundvattenpåverkan

Planerad vattenverksamhet inom delområdet omfattar Flemingsbergstunneln, det mot väst anslutande tråget samt den mot öst anslutande förskärningen.

I Tabell 9-2 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som avses förläggas under grundvattennivå och därmed bedöms kunna orsaka grundvattenpåverkan i något skede. Tabellen redovisar även de grundvattennivåer som råder idag vid respektive anläggningsdel, samt förväntade nivåer i bygg- respektive driftskede.

Tabell 9-2. Anläggningsdelar som omfattar grundvattenbortledning i delområdet Flemingsbergstunneln. Konstruktionernas anläggningsnummer (ID) är enligt gällande systemhandlingsprojektering.

ID	Anläggningsdel	Markyta	Medel- grundvattennivå	Schaktdimension (längd x bredd x djup)	Dräneringsnivå - byggskede (B) - driftskede (D)
44H 44J	Västra förskärningen och tråg, Flemingsbergstunneln	+24 till +38	+23 till +33	250x50x30 (som djupast)	som lägst +15 (B) +23 till +27,9 (D)
481 486	Bergskärning för VA- station och släckvattenstation	+36	+33 i berg +26,5 i jord ¹	100x80x4 40x25x15 ²	+31,5 (B, D) +21 (B)
501 502	Flemingsbergstunneln	-	+25 till +55	-	-19 till +21 (B, D)
-	Östra förskärningen Flemingsbergstunneln	+33 till +48	+30 till +38	480x60x21 (som djupast)	+21 till +30 (B, D)

¹ Nivå från intilliggande grundvattenmagasin, i läge för schakt finns inget magasin i jord (Gv-rör torrt med spetsnivå +31,9).

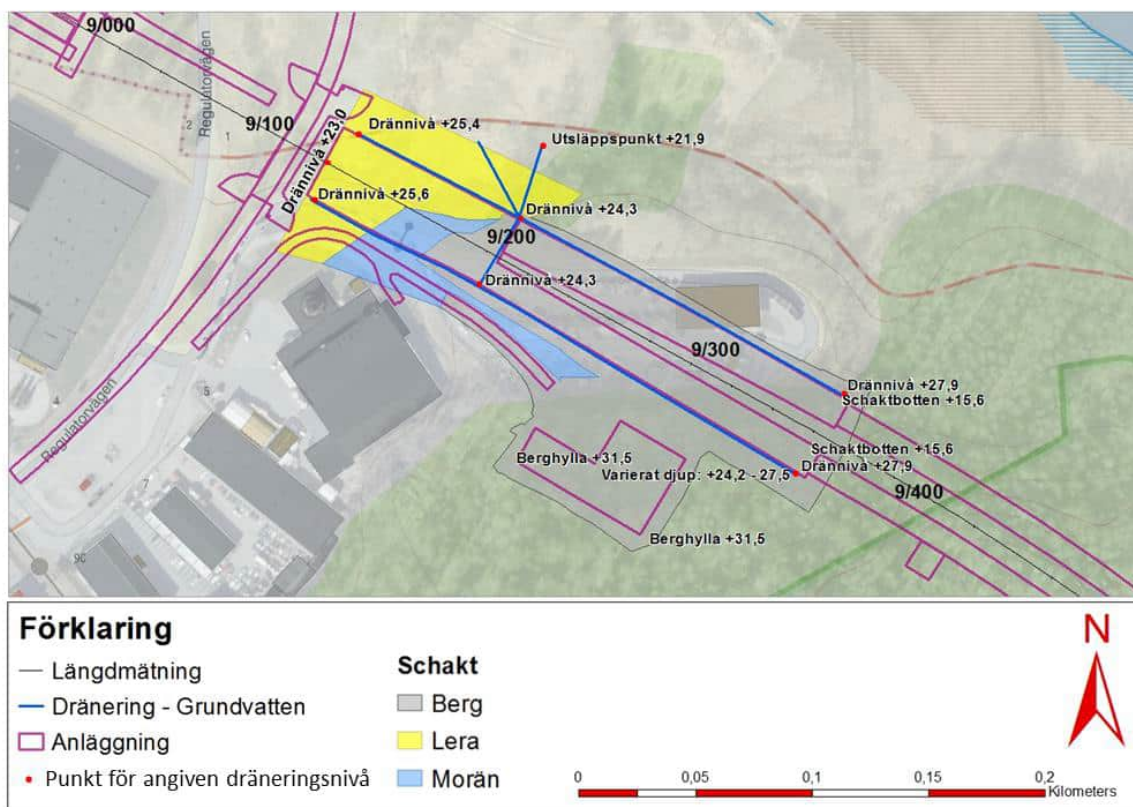
² Djupare schaktdel för byggnader.

9.2.1 Tråg och VA station vid Flemingsbergstunnelns västra påslag

Flemingsbergstunnelns västra påslag (km 9/380) ligger i anslutning till Flemingsbergs industriområde. Tunneln ansluter mot väst via ett drygt 200 m långt betongtråg (ID 44J och 44H). Tråget utförs med tät betongbotten i jord- och i bergschakt där delar av jordschaktet utgörs av nuvarande yta för återvinningsstationen. Trågbotten kommer mestadels att ligga mot berg medan inledande del får botten i moränjord eller i överlagrande lera, se ungefärlig fördelning i Figur 9-6.

Bergschaktet blir som djupast vid påslaget mot bergtunnlarna med nivån cirka +15, vilket motsvarar drygt 15 m under uppmätt grundvattentrycknivå i berg. Utanför trågväggarna anläggs dräneringsledningar för att säkra upp att inget vatten rinner över trågväggen. Dräneringsledningen får nivåer enligt Figur 9-6 och innebär att grundvattennivån närmast bergpåslaget skulle kunna återställas till en nivå på knappt +28 och sedan fallande ut mot en lågpunkt där dräneringsnivån ligger vid drygt +24. Vid trågets framkant (trågnos) får dräneringsledningen som ska förhindra att vatten rinner in i tråget nivån +23.

Intill läget för tråget schaktas en nisch ut för teknikbyggnader (ID 461, 481, 486) där bergnischen får bottennivå på ca +31,5 medan delar av byggnaderna schaktas ned till +24,2 som lägst. Då byggnaderna blir täta kan grundvattennivån i driftskedet återställas upp till bergsnischens nivå, ca +31,5. Det vill säga att marklagret ovan bergsnischens nivå kommer mest troligt att dränera ut till den lägre liggande återfyllningen och dräneringssystem vid tråget.



Figur 9-6. Principfigur över tråg och bergskärning i samt bergsnisch för teknikbyggnad. Gult indikerar där betongtråget anläggs mot lera, blått mot moränjord och övriga delar mot bergbotten. Angivna dräneringsnivåer avser de dräneringsledningar som anläggs utanför trågvägg för att förhindra att vatten kan strömma in över tråkanterna.

Ett kärnborrhål och ett grundvattenrör i jord installerat i slänten upp mot bergshöjden har nivåer kring +32 till +33,5 medan jordlagren ut i Flemingsbergs industriområde har nivån +26 nära bergshöjdens fot men generellt kring +24. Bergskärningen kommer således att dränera grundvattnet i bergshöjdens slänt ned till dräneringsledningens nivå +28, motsvarande cirka 4 till 5 m avsänkt nivå om återfyllningens vattengenomsläpplighet och anslutande naturliga friktionsjordlager inte leder bort grundvatten och medför en ytterligare avsänkt nivå närmast bergtunnelpåslaget. Den lägsta dräneringsnivån längs trågväggarna på drygt +24 ligger i nivå med den generella grundvattennivån i friktionsjordlagermagasinet inom Flemingsbergs industriområde. Eventuell påverkan på detta magasin bedöms därmed mestadels kopplas till en viss minskad tillrinning, och väntas bli begränsad.

9.2.2 Anläggande av våtmark

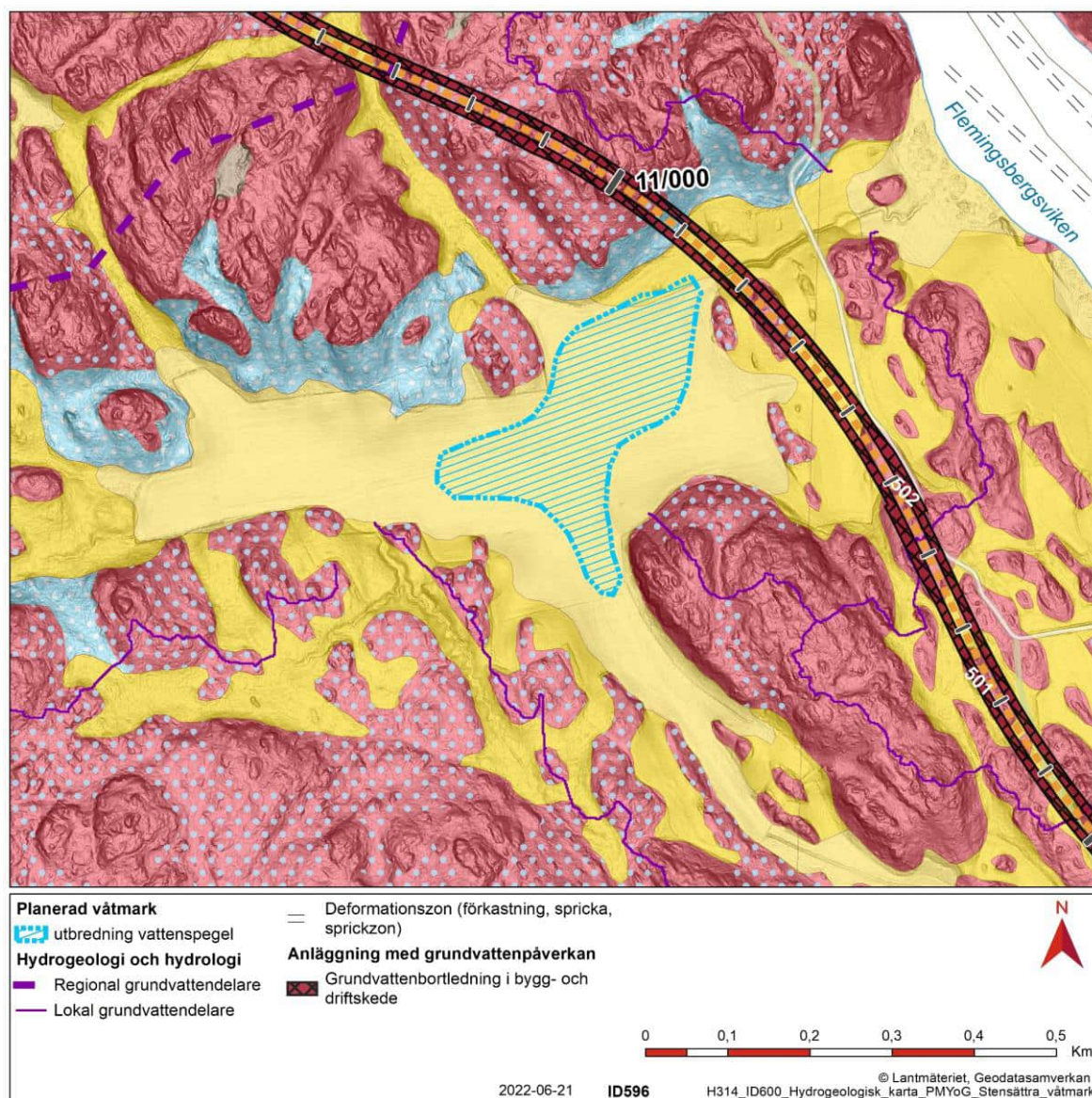
En våtmark planeras att anläggas inom Stensättradalen genom att pumpa upp inläckande grundvatten från Flemingsbergstunneln och antingen släppa ut det centralt inom nuvarande jordbruksmark eller mest troligt låta översila den övre delen av södergående anslutande dalgång. Våtmarken beskrivs närmare i den tekniska beskrivningen (bilaga C1 till ansökan) och i MKB (bilaga B1). Tillgänglig mängd dränvatten blir enligt beräkningarna cirka 400 l/min. Våtmarken kommer att ha sitt utlopp i den del av Stensättradiket som nyligen restaurerats av Huddinge kommun. Slutlig recipient är Orlången. Våtmarken tar emot dränvatten först något år efter att tunnlar sprängts ut när kvävehalterna i dränvattnet klingat av.

Våtmarkens areal blir cirka 5 ha (50 000 m²) och får en utbredning ungefär som redovisas i Figur 9-7. Figuren är skapad med dagens markhöjdmodell men ytan kommer anpassas något så att våtmarken får en önskad form och utbredning. Våtmarken blir en fortsättning på det system med

öppen bäck med småvatten och översilningsytor som kommunen kommer ha anlagt i den söderifrån kommande dalgången. Deras anläggning kommer inledningsvis att försörjas med tillrinnande vatten som idag avleds via täckdiken och dikessystem men när den stora våtmarken skapas så planeras att dränvattnet från tunneln leds via deras del ned till den större våtmarken.

Genom att återföra dräneringsvatten från hela Flemingsbergstunneln kommer vattenomsättningen öka inom området som avrinner via Stensättradalen. Då täckdiken sätts igen inom den tidigare jordbruksmarken i samband med skapandet av våtmarken kommer avvattningen av dalens randområden, där tillrinningen sker från kringliggande höjdområden inte ske lika effektivt som via ett dikessystem. Randzonerna bedöms då kunna få något förhöjd grundvattennivå och fuktigare förhållanden.

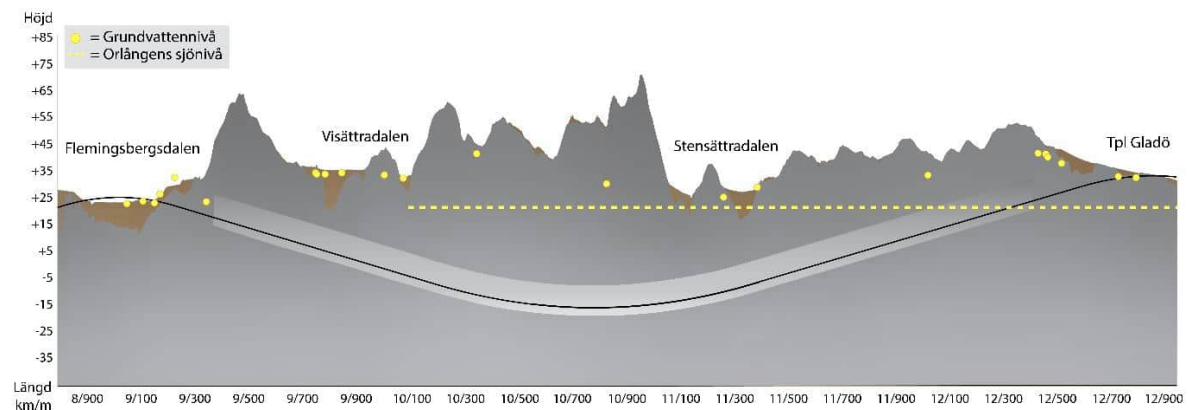
Flödet i Stensättradiket ned till Ornlången får ett tillskott från tunneldelen under Visättradalen vilket påverkar flödesregimen. Våtmarken med en viss möjlig variation i vattenstånd innebär i sin tur ett utjämnande magasin för flödet.



Figur 9-7. Möjlig utbredning av planerad våtmark inom Stensättradalen.

9.2.3 Flemingsbergstunneln

Tvärförbindelsen passerar Flemingsbergsskogen förlagd i en 3,1 km lång bergtunnel (ID 501, 502). Flemingsbergstunneln har en lokal lågpunkt med projekterad vägnivå på nivå -16 vid km 10/800 (se Figur 9-8). Tunnelns dränerande nivå ligger 30–35 m under grundvattnets trycknivå i såväl Visättradalens (km 10/000) som i Stensättradalens (km 11/200). Direkt väster om Stensättradalens stiger terrängen brant. Här visar Figur 9-8 på en uppmätt grundvattennivå endast strax över Stensättradalens nivå. Denna mätpunkt är belägen i en smal dalsvacka direkt söder om bergshöjden och grundvattnets trycknivå i omkringliggande berg kan här vara betydligt högre, sannolikt minst i samma nivå som vid mätpunkten öster om Visättradalens. Samtidigt, om den lokala bergshöjden har spricksystem med hög vattenförande förmåga så dräneras bergshöjden till de omgivande lägre områdena och grundvattennivån kan inte följa höjdområdets topografi.



Figur 9-8. Vägens profil i Flemingsbergstunneln i förhållande till markyta, bergyta, Örlångens vattenstånd och uppmätta grundvattennivåer.

Inläckage och påverkansområdets utbredning har, likt som för Glömstatunneln, bedömts med modellprogramvaran SEEP/W (se beräkningsbilaga D1.3). Profilerna som valts ut utifrån berggrundens hydrauliska domäner framgår av Figur 9-3. För påverkansområdets utbredning har även scenariot med otätad tunnel modellerats. För inläckagebedömning har en tätad tunnel modellerats genom att en 6 m bred zon runt tunneln har ansatts en täthet motsvarande en hydraulisk konduktivitet på 1×10^{-8} m/s oavsett berggrundens konduktivitet. Det motsvarar en mycket hög nivå av tätning för de tunnelsektioner som kommer gå genom bergdomäner med ett vattengenomsläppligt berg, K_{berg} större än 5×10^{-7} m/s, medan det för delar med ett tätare berg till och med kan betyda att liten eller ingen ytterligare tätning i praktiken uppnås.

Notera att vald tätning inte är den som har projekterat eller kommer att projekteras i kommande projekteringssteg fram till byggstart utan ett valt schablonvärde för bedömning av tunnelns miljöpåverkan. I den tekniska beskrivningen redovisas begreppet tätningseffektivitet som ett mått på erhållen bergtäthet jämfört med den ursprungliga. Där redovisas även hur tätt det går att göra ett berg med cementbaserat injekteringsbruk. I Tabell 9-3 redovisas de inläckage som har beräknats för otätad respektive tätad tunnel. Exempel på hög tätningsnivå (tätningseffektivitet över 95%) är sektion 9/800 - 9/820.

Tabell 9-3. Beräknat inläckage av grundvatten för tätad respektive otätad Flemingsbergstunnel.

Från km	Till km	Sträcka (m)	K _{berg} för sträckan (m/s)	Inläckage otätad tunnel per sträcka resp. per 100 m tunnel (l/min)	Inläckage tätad tunnel per sträcka resp. per 100 m tunnel (l/min)
9/398	9/500	102	5×10 ⁻⁸	6,4 (6,3)	5,0 (4,9)
9/500	9/725	225	5×10 ⁻⁸	18,1 (8,0)	15,5 (6,9)
9/725	9/800	75	5×10 ⁻⁷	50,3 (67,1)	20,3 (27,0)
9/800	9/820	20	5×10 ⁻⁶	40,7 (203,5)	4,7 (23,7)
9/820	10/070	250	5×10 ⁻⁸	19,7 (7,9)	17,3 (6,9)
10/070	10/140	70	1×10 ⁻⁶	47,0 (67,1)	18,9 (27,0)
10/140	10/360	220	5×10 ⁻⁸	31,6 (14,4)	28,6 (13,0)
10/360	10/410	50	1×10 ⁻⁷	9,5 (19,0)	8,0 (16,1)
10/410	10/650	240	5×10 ⁻⁸	34,5 (14,4)	31,2 (13,0)
10/650	10/850	200	1×10 ⁻⁸	13,0 (6,5)	13,0 (6,5)
10/850	10/870	20	5×10 ⁻⁷	10,0 (50,0)	4,9 (24,7)
10/870	11/100	230	1×10 ⁻⁸	14,9 (6,5)	14,9 (6,5)
11/100	11/150	50	5×10 ⁻⁷	34,0 (68,0)	13,7 (27,4)
11/150	11/175	25	1×10 ⁻⁶	26,9 (107,5)	7,7 (30,8)
11/175	11/500	325	5×10 ⁻⁷	221,1 (68,0)	89,2 (27,4)
11/500	11/600	100	5×10 ⁻⁸	8,4 (8,4)	7,3 (7,3)
11/600	11/860	260	5×10 ⁻⁸	31,2 (12,0)	27,5 (10,6)
11/860	11/950	90	5×10 ⁻⁸	8,8 (9,7)	7,4 (8,2)
11/950	12/100	150	5×10 ⁻⁸	15,9 (10,6)	13,6 (9,1)
12/100	12/300	200	5×10 ⁻⁸	16,9 (8,5)	13,2 (6,6)
12/300	12/545	245	5×10 ⁻⁸	23,5 (9,6)	18,6 (7,6)

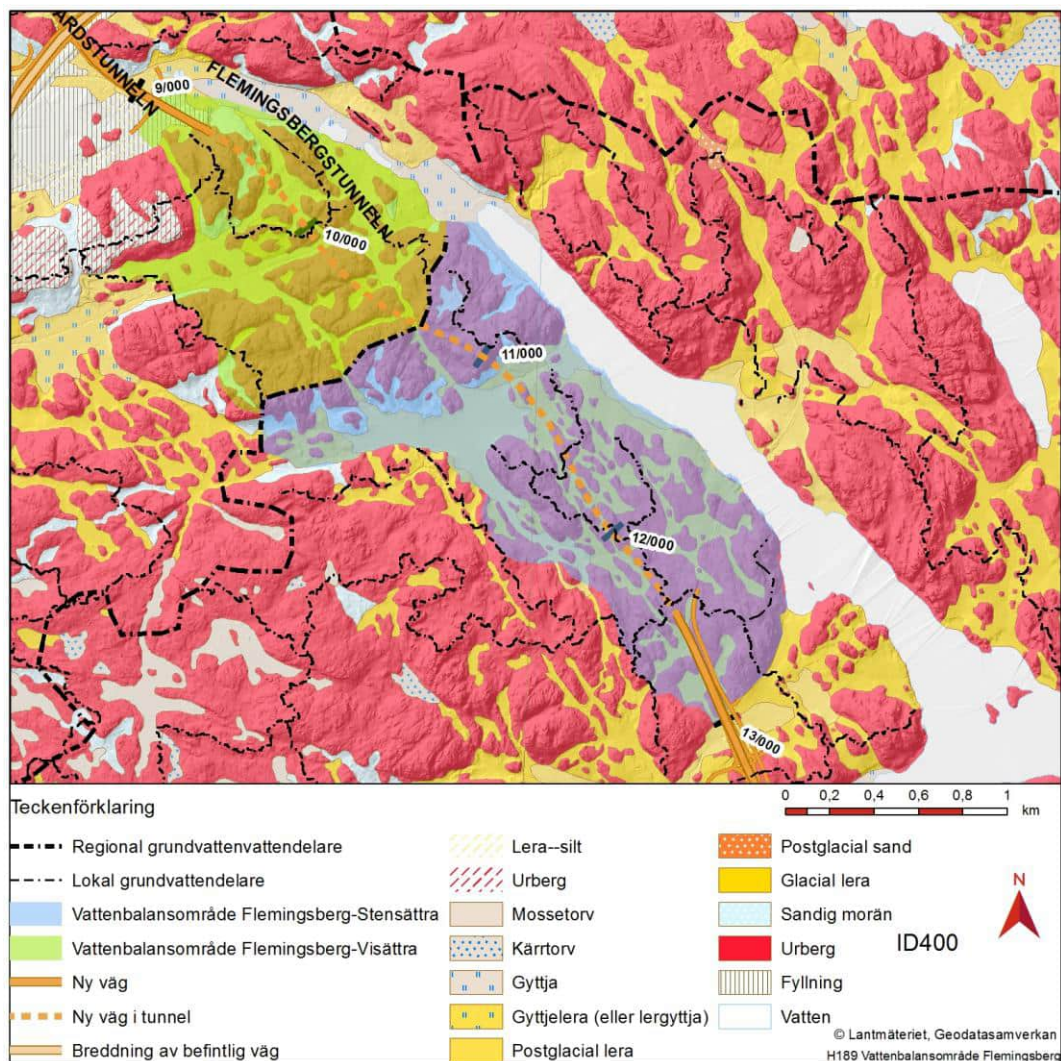
Av sammanställningen framgår att inläckaget varierar mycket beroende på bergets hydrauliska konduktivitet, det vill säga förekomst av vattenförande spricksystem. Tabellen visar även en variation mellan sektioner med samma hydrauliska konduktivitet. Detta beror av tunnelns olika djup under grundvattenytan, som i sin tur beror av tunnelprofilen och markytans variation mellan höjdområden och dalgångar. Av tabellen framgår också att tätning av sprickzoner är effektiva och reducerar inläckaget avsevärt. Men samtidigt är det slutliga inläckaget ändå betydligt högre än för bergpartier med ett tätare ursprungsberg. Detta medför att om en injektering av ett genomsläppligare parti får sämre effekt än förväntat är det svårt att "hämta hem" detta genom att ytterligare täta bergpartier med tätare berg. För Flemingsbergstunneln har kompletterande borrhål och vattenförlustmätningar visat att andelen berg med en konduktivitet högre än ca 1×10^{-7} m/s är högre än vad de tidigare undersökningar visade, upp till ca 25% av sträckan.

I Tabell 9-4 redovisas det ackumulerade resultatet av modelleringen av en otätad respektive tätad tunnel, samt inläckage angivet i den mer jämförbara enheten l/min per 100 m tunnel. Bergtunneldelens längd mellan inslagsvalven är 3147 meter. Resultatet är uppdelat i västra respektive östra Flemingsbergskogen utifrån att områdesavrinningen i princip i sin helhet sker genom Visättradalens respektive Stensättradalens. För dessa två områden har beräknade inläckage jämförts med områdenas vattenomsättning.

Tabell 9-4. Beräknat ackumulerat inläckage till otätad respektive tätad Flemingsbergstunnel, samt motsvarande siffror angivna i den mer jämförbara enheten liter/minut (l/min) per 100 m tunnel.

	Otätad tunnel	Tätad tunnel
Inläckage västra Flemingsbergsskogen (l/min) Tunnellängd: 1302 m (9/398 – 10/700)	260	155
Inläckage östra Flemingsbergsskogen (l/min) Tunnellängd: 1845 m (10/700 – 12/545)	415	220
Ackumulerat inläckage totalt (l/min)	675	375
Inläckage per 100 m tunnel (l/min per 100 m tunnel)	21,5	12,1

I beräkningsbilagan (Bilaga D1.3) redovisas beräkningarna av områdenas vattenbalans mellan potentiell tillgänglig grundvattenbildning till undre grundvattenmagasin i jord och till berg och inläckaget till tunneln. Gränsen mellan de båda avrinningsområdena går vid längdmätning 10/700, se Figur 9-9. För västra Flemingsbergsskogen beräknades grundvattenbildningen till undre magasin (och berg) uppgå till cirka 400 l/min som årsmedelvärde och för östra Flemingsbergsskogen till knappt 700 l/min. För västra Flemingsbergstunneln motsvarar då modellberäkningens inläckage knappt 40% av potentiell tillgänglig grundvattenbildning till undre magasin. Motsvarande för östra delen beräknas till cirka 30% av tillgänglig grundvattenbildning. Notera att vattenbalansberäkningen baseras på tillgängligt vatten efter växternas upptag (s.k. evapotranspiration).



Figur 9-9. Vattenbalansområdena Flemingsbergsskogen.

9.2.3.1 *Bedömd grundvattenpåverkan västra Flemingsbergsskogen*

För tunneldelen inom västra Flemingsbergsskogen bedöms grundvattenmodellerna utgöra ett bra bedömningsunderlag för bedömning av påverkansområdet. Även om inläckaget skiljer stort mellan en otätad och en tätad tunnel så visar beräkningarna att påverkansområdets utbredning inte påverkas i lika stor grad (se beräkningsbilaga D1.3). Detta bedöms bero på att påverkan vid det större inläckaget når ut till det större grundvattenmagasinet vid Flemingsberg våtmark, som fungerar som en positiv hydraulisk gräns. Men även på att det finns stora områden där grundvattenbildning kan ske till undre magasin och till berg utan bebyggda, hårdgjorda ytor med dagvattenbortledning. Med det menas att ytterligare större inläckage balanseras av ett inflöde från ett större grundvattenmagasin snarare än att påverkansområdet breder ut sig längre.

Det faktiska inläckaget beror på de faktiska bergförhållandena som inte kommer vara fullständigt framme förrän vid byggskedet då undersökningar kan göras från tunnelfronten. Baserat på de undersökningar som gjorts pekar på att berggrunden kan vara något mer genomsläppligt än vad de tidigare undersökningarna pekade mot och som modelleringen baserades på. Beaktat osäkerheten i de faktiska bergförhållandena och att vattenbalansberäkningen visar på god potentiell grundvattenbildning väljs ett inläckage motsvarande mellan 12 – 14 l/min och 100 m tunnel (omfattar tunnelsektion med två tunnelrör och tvärtunnlar) med en tätning som baseras på cementbaserat injekteringsbruk för bedömningen av omgivningspåverkan.

Effekten för grundvattenförhållandena i berg bedöms bli att trycknivån närmast tunneln sänks av med motsvarande tunneldjupet men påverkan avtar upp mot markytan och längre ut från tunnellinjen. I jord bedöms påverkan variera beroende på avstånd från tunnellinjen och om jordlagren står i kontakt med någon vattenförande sprickzon i berg. Detta bedöms ge en påverkan i jordlagren inom dalsvackan nordväst om Visättradal (km 9/700 – 9/900), inom Visättradal (km ca 10/100) samt i mindre omfattning i de med tunneln parallella lertäckta dalgångarna fram till vattendelaren vid km 10/700. Inom övriga områden, främst höjdområden med tunnare eller inget jordtäckte bedöms ingen påverkan i jordlagren av betydelse uppkomma där grundvattennivån ligger marknära.

Någon direkt grundvattenpåverkan för de förekommande övre grundvattenmagasinen ovan lerjordlagren i dalgångarna bedöms inte uppkomma men en viss minskad tillrinning kan inte uteslutas. Det i sin tur kan ge en liten påverkan för Visättradikets vattenföring. Främst under perioder med höga grundvattennivåer då utströmning till övre magasin och till diken naturligt sker. Alltså bedöms påverkan för bäckens vattenföring troligare ske under höglödesperioder än vid låglödesperioder, exempelvis sommartid.

För de objekt som inledningsvis inventerades som potentiellt grundvattenberoende bedöms grundvattenpåverkan ge något torrare markförhållanden (det vill säga en avsänkt grundvattennivå) för NVI objekt 67 och 70 belägna inom eller intill dalsvackan nordväst Visättradal. Här finns även två kulturobjekt (L2016:874, L2016:304). Båda ligger inom eller i kanten av ett höjdområde.

Inom Visättradal finns NVI objekt 75a som bedöms inte påverkas då det är beläget inom ett lerområde. I dalgången finns också potentiellt sättningskänsliga byggnader vid Visättra idrottsplats inom det bedömda påverkansområdet. För en tätad tunnel bedöms grundvattenavsänkningen i området uppgå till maximalt cirka 0,5 meter vilket bedöms inte ge någon marksättning av betydelse. NVI objekt 87 och 89 kan få en viss minskad tillrinning från omgivande höjdområde varav ett utgörs av NVI objekt 88. Här bedöms delarna med marknära grundvattennivåer förekomma i de mindre lertäckta svackorna som kan även de få en viss minskad tillrinning.

9.2.3.2 *Bedömd grundvattenpåverkan östra Flemingsbergsskogen*

Även för tunneldelen inom östra Flemingsbergsskogen bedöms grundvattenmodellerna utgöra ett bra underlag för bedömning av påverkansområdet i och med modellscenariot med otätad tunnel. Här finns dock vissa faktorer som påverkar bedömningen av vilket inläckage som kan förväntas. Den huvudsakliga är hur återföringen av dränvatten från tunnlarna och skapandet av våtmarken påverkar områdets vattenomsättning. För området kommer tre faser att uppkomma, byggskede, inledande driftskede då dränvattnet fortfarande leds till spillvattennätet och det slutliga driftskedet med återföring till våtmark. För byggskedet och inledande driftskede visar vattenbalansberäkningen utifrån modellresultatet 220 l/min (motsvarande cirka 12 l/min, 100 m tunnel) att endast cirka 30% av tillgänglig grundvattenbildning tas i anspråk. Detta visar på att naturområden utan påverkan av bebyggelse och hårdgjorda ytor med dagvattenbortledning oftast har en robust vattenomsättning. Beaktat detta väljs i bedömningen av omgivningspåverkan ett inläckage mellan 13 -15 l/min och 100 m tunnel (omfattar tunnelsektion med två tunnelrör och tvärtunnlar). Det skulle motsvara mellan ca 35 och 40% av tillgänglig grundvattenbildning. När våtmarken tas i drift kommer potentialen för grundvattenbildning öka och inläckagets procentuella andel att motsvarande minska.

Effekten för grundvattenförhållandena i berg bedöms bli som tidigare redovisat att trycknivån närmast tunneln sänks av med motsvarande tunneldjupet men påverkan avtar upp mot markytan och längre ut från tunnellinjen.

I jord bedöms påverkan variera beroende på avstånd från tunnellinjen och om jordlagren står i kontakt med någon vattenförande sprickzon i berg. Längs inledande tunnelsträcka från vattendelaren mellan västra och östra Flemingsbergsskogen (mellan km 10/700 till 11/100) gör de markant högre marknivåerna inom höjdpartiet att tunneln ligger djupt under markytan. Någon märkbar påverkan för grundvattnet i de tunnare jordlagren bedöms inte uppkomma.

Efter höjdområdet går tunneln in under den nordöstra delen av Stensättra dalgång (km 11/100 till 11/500). En påverkan för undre grundvattenmagasin under nuvarande jordbruksmark bedöms uppkomma, närmast tunneln med ett par meter eller mer. Detta kommer i sin tur generera marksättningar inom lerområdet i de delar där våtmarken senare skapas. På östra sidan av tunnellinjen finns två kulturmiljöobjekt, ett gravfält (L2016:702) och en bytomt/gårdstomt (L2016:608). Bägge ligger inom mindre höjdpartier med delvis ytligt eller synligt berg. En mindre avsänkning av grundvattennivån i delar med jordtäckte kan uppkomma. Men sannolikt är delar av markjordlagret redan torra, åtminstone sommartid.

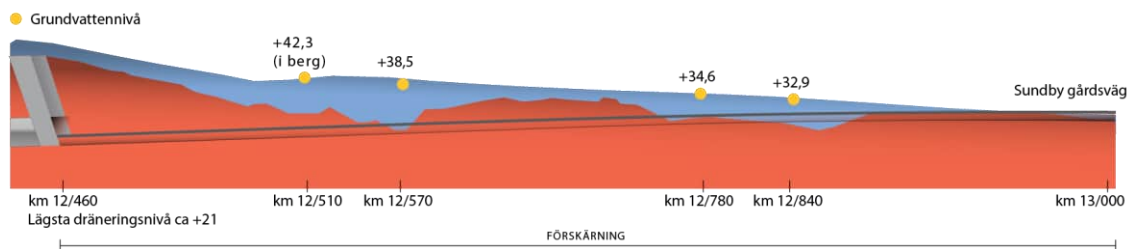
Fortsatt fram till det östra tunnelpåslaget (km 11/500 till 12/545) går tunneln genom ett kuperat område med mindre dalgångar orienterade i tunnelns riktning. Här bedöms undre grundvattenmagasin i de lertäckta dalgångarna kunna sänkas av med några meter ovan tunneln. Även utströmningen till låglänta marklager ovan lerjord kan minska något. Inom höjdpartierna med tunnare jordtäckten bedöms nivåpåverkan i de öppna grundvattenmagasinen bli mindre. I delområdet finns NVI objekt 125 och 144 a, b där de senare främst kan riskera beröras av den östra förskärningen. Närmaste bebyggelse inom Stensättra och Björklund med sammanlagt 12 vatten- eller energibrunnar och eventuellt grundvattenberoende grundläggning ligger ca 200 meter från tunnellinjen. Här bedöms en påverkan främst kunna märkas i berggrundvattenmagasinet med upp till någon meter som mest.

När våtmarken anläggs något år efter att tunnlarna sprängts ut och kvävehalten klingat av kommer mer vatten tillföras östra Flemingsbergsskogen än vad tunnlarna dränerar. Detta eftersom dränvattnet även kommer från tunneldelen under västra Flemingsbergsskogen. Mestadels återförs till marklager ovanför tätande lerlager men speciellt vid de planerade översilningsytorna och

dalgången med mot den egentliga Stensättradalen kommer en viss del att kunna läcka ned till undre magasinet i jord och till berggrundvattnet. En effekt av detta kan bli att inläckaget till bergtunneln ökar något. Den marksättning som bedöms kunna uppkomma inom nuvarande jordbruksmark kommer delvis förstärkas av den lastökning våtmarken innebär. Samtidigt medför lerlagrets konsolidering ingen skada.

9.2.4 Förskärning öster om Flemingsbergstunneln

Det östra tunnelpåslaget är beläget i ett skogsområde strax norr om Gladö (km 12/460). Tunneln ansluter via en nästan 500 m lång skärning i jord och berg längs Grindtorpssvackan (se principskiss i Figur 9-10).



Figur 9-10. Principskiss med längsektion längs förskärningen utanför Flemingsbergstunnelns östra påslag (grått). Rött indikerar bergets ungefärliga läge medan blått motsvarar jordlagren. Även vägnivå (övre linje) och dräneringsnivå (undre linje) framgår. Fyra observationspunkter för grundvattennivå framgår som gula punkter. Observera att höjdskalet i figuren är förstärkt.

Förskärningen innebär behov av djupa jord- och bergschakt ner till en nivå motsvarandes som mest drygt 20 m under grundvattennivå. Anläggningen bedöms ge upphov till stor lokal grundvattenpåverkan i såväl bygg- som driftskede.

Med hänsyn till berörda grundvattenmagasins begränsade tillrinningsområden bedöms flödena av inläckande grundvatten från jord bli relativt små över tid. Till de djupare delarna av förskärningen finns dock risk för större inläckage via spricksystem i berget.

Inläckagen kommer att medföra permanent avsänkta grundvattennivåer i jord och berg i förskärningens närhet. Förskärningen kan därtill komma att medföra minskad tillrinning till det nedströms belägna Gladödalens undre grundvattenmagasin. Bedömt påverkansområde redovisas i Bilaga D1.1 och sammanfaller delvis med de för GC-passagera vid Gladö och det planerade brunnsuttaget för vattenförsörjning av etableringsområdet (se avsnitt 10.2.1). Vid förskärningen finns två NVI objekt (144 a, b) som kommer påverkas genom sänkta grundvattennivåer.

Förskärningen medför även en omdragning av Grindtorpsdiket som idag leds i en trumma under befintlig väg. Diket får en ny dragning i trumma längs med den nya vägen vilket behövs för att avleda det nederbördsvattnet från omgivande marker som samlas i lågpunkten inom NVI objekt 144b. Trumman kommer att ges ett läge och en utformning som innebär viss fördröjning och kvarhållande av vatten då detta är önskvärt i naturmiljösynpunkt, delvis också som en kompensation för de permanent avsänkta grundvattennivåer förskärningen medför. Ett öppet dike kommer att anläggas på vägens norra sida, längs GC-vägen, som ansluter till Grindtorpsdiket vid Gladö.

9.3 Riskexponerade objekt och bedömd påverkan

Nedan redovisade riskexponerade objekt har identifierats i berört delområde. För lägen, se Bilaga D1.2:5.

9.3.1 Dagvattentunnel Visättra (km 9/000–10/000)

Visättratunneln är belägen i berg öster om Flemingsbergs industriområde. Tunneln kan ha en viss dränerande effekt på grundvattennivåerna i jord och berg i anslutning till Flemingsbergsskogens nordvästra delar. Projektet saknar uppgifter om eventuell tätning av anläggningen.

Visättratunneln passerar cirka 5 m över den planerade Flemingsbergstunneln och kan påverkas genom att Flemingsbergstunnelns påverkan ytterligare sänker grundvattentrycket i berg nere vid tunnelnivån med ett minskat inläckage till dagvattentunneln som följd. Eventuella risker kopplade till själva utsprängningen av vägtunnlarna hanteras i den riskanalys som föregår bergarbetena.

9.3.2 Sättningsrisker

I området förekommer sättningskänslig lera främst i de två dalgångarna Visättradalen och Stensättradalen samt under fyllnadsjorden i Flemingsbergs industriområde. Sättningsriskerna i Flemingsbergs industriområde beror också av grundvattenpåverkan i delområde Solgård varför en samlad bedömning görs i avsnitt 8.3.1. Ingen provtagning av lerjorden har gjorts i Visättradalen eller Stensättradalen men leran antas ha liknande beskaffenhet som leran vid Solgård.

I Visättradalen finns en ishall (Visättra Sportcenter, se Bilaga D1.2:5) inom Flemingsbergstunnelns påverkansområde som är grundlagd med platta på mark i ett lerområde. I området finns också ett antal mycket små byggnader med okänd grundläggning som är kopplade till idrottsplatsen. Byggnaderna utgörs av förråd och avbytarbås och bedöms utifrån storleken inte vara känsliga för sättningar. Lerdjupet vid ishallen varierar kraftigt och är enligt sonderingar mellan 0–8 m. Avsänkningen vid ishallen bedöms bli permanent och uppgå till cirka 0,5 m med planerad tätning av tunneln. Totalsättningen för en lerprofil på 9 m och avsänkning på 0,5 m har beräknats till drygt 2 cm, se Bilaga D1.4. Samma sättningsbelopp gäller för VA-ledningar och fjärrvärmeledningar som finns i närheten av ishallen. Om tunneln inte tätas bedöms avsänkningen kunna uppgå till 2 m, vilket för samma lerprofil kan medföra en sättning på cirka 25 cm.

Vid Stensättra finns ett antal potentiellt sättningskänsliga byggnader på lera inom Flemingsbergstunnelns påverkansområde. Uppgift om grundläggningstyp saknas för de flesta av byggnaderna. Endast en sondering finns i området och den visar på ett lerdjup på 4 m. Grundvattensänkningen i jordlagren i området bedöms bli obetydlig med planerad tätning av tunneln. Därmed bedöms inte heller marksättningar uppstå. Om tunneln inte tätas kan avsänkningen i jordlagren bli 1 m, vilket för en lerprofil på 5 m skulle kunna medföra en sättning på 1–2 cm.

9.3.3 Vatten- och energibrunnar

Det finns tolv enskilda vattenbrunnar och brunnar för energiändamål inom påverkansområdet i anslutning till Stensättra gård (km 12/200), se Tabell 9-5. Även intill Sundby gård finns en energibrunn som tagits med i bedömningen även om brunnen med stor sannolikhet är belägen på behörigt avstånd från bedömt påverkansområde.

Påverkansområde i berg kring Flemingsbergstunneln bedöms kunna nå ut fram till Örlångens södra strand där tunneln passerar någon av de nära nord-sydligt orienterade sprickzonerna (se avsnitt

9.2.3). Skulle sådana zoner förekomma vid Stensättra samtidigt som brunnarna når ned i samma spricksystem bedöms en påverkan upp till någon meter som mest kunna uppstå. Samtidigt kan brunnarna om de har kontakt med de nord-sydliga spricksystemen delvis få sitt vatten från Orlången vilket gör vattentillgången stor. Det bedöms inte ge en effekt av betydelse för brunnarnas användning. Den enda grävda brunnen i området är drygt 3,5 m djup och har en vattenpelare på 2 m. Det innebär att brunnen inte kommer sänka sig vid den bedömda påverkan men uttagsmöjligheten kan eventuellt minska. Brunnen används dock inte.

Tabell 9-5. Brunnar inom påverkansområdet. Brunnar vars ID börjar på VB eller EB har inventerats i fält.

BrunnsID	Fastighetsbeteckning	Användning	Brunnstyp	Bedömd påverkan/ grundvattensänkning
VB006	Stensättra 1:9	Hushåll	Borrad	Ingen avsänkning
VB007/7997008941	Stensättra 1:3	Hushåll	Borrad	0-1 m
VB008	Stensättra 1:3	Ej i bruk	Grävd	0-1 m
VB028	Stensättra 1:3	Används ej	Borrad	0-1 m
EB001/911065761	Stensättra 1:3	Energi	Borrad	0-1 m
EB005/900107848	Stensättra 1:3	Energi	Borrad	Ingen avsänkning
EB006/900107855	Stensättra 1:3	Energi	Borrad	0-1 m
EB007/914049752	Stensättra 1:3	Energi	Borrad	0-1 m
997009063	Stensättra 1:4	Hushåll	Borrad	1-2 m
909644633	Stensättra 1:2	Energi	Borrad	Ingen avsänkning
909666044	Stensättra 1:2	Energi	Borrad	Ingen avsänkning
108290014	Stensättra 1:3	Ingen uppgift	Borrad	0-1 m
904243433	Gladö 1:3	Energi	Borrad	Ingen avsänkning

9.3.4 Kultur- och naturmiljö

9.3.4.1 Kulturmiljö

Inom Flemingsbergstunnelns påverkansområde finns totalt fem lämningar, se bilaga D1.2:5 för läge och omfattning. Lämningarna har bedömts vara potentiellt känsliga för förändrade grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning.

Två av objekten är belägna i anslutning till Visättradalens och utgörs av bebyggelselämningar som är klassade som möjliga fornlämningar (L2016:874, L2016:304). Båda lämningarna är belägna i sluttningar till bergsområden där inströmning sker till nedanförliggande grundvattenmagasin i jordfyllda svackor. Flemingsbergstunnelns permanenta påverkan på de undre magasinerna i området bedöms medföra en mindre avsänkning i de jordlager som förekommer vid fornlämningarna.

I Stensättradalens finns två fornlämningar som utgörs av ett gravfält (L2016:702) respektive en bytomt/gårdstomt (L2016:608). Fornlämningarna är belägna på mindre uppstickande höjdområden med delvis ytligt eller synligt berg. Flemingsbergstunnelns permanenta påverkan på de undre magasinerna i området bedöms innebära att det även blir torrare i de jordlager som förekommer vid fornlämningarna. Sannolikt är dock delar av markjordlagret redan torrt, åtminstone sommartid.

I ett mindre dalstråk väster om tunneln vid km 12/000 finns en möjlig fornlämning (L2016:787) i form av lägenhetsbebyggelse (spår av ett torp). Lämningen har en osäker lägesangivelse ute i åkermarken men ligger med stor sannolikhet uppe på intilliggande åkerholme. Lämningen förväntas därmed inte påverkas av eventuella grundvattenförändringar.

9.3.4.2 Naturmiljö

I Flemingsbergsskogen, ovan den planerade Flemingsbergstunneln, bedöms åtta naturvärdesobjekt (NVI-objekt) vara potentiellt grundvattenberoende. Objekten beskrivs i Tabell 9-6 och deras läge och utbredning framgår av bilaga D1.2:5. Utöver dessa NVI-objekt kommer Visätträdiket och Stensätträdiket att påverkas av planerad vattenverksamhet i området.

Tabell 9-6. Potentiellt grundvattenberoende naturvärdesobjekt i delområdet.

NVI-objekt	Mark- och vattenförhållanden	Bedömd påverkan
67 – Aspskog Naturvärdesklass 3 - påtagligt naturvärde Utgörs av aspskog på näringsrik mark, bäckdråg samt inslag av enstaka grova träd. Förekomst av flera naturvårdsarter (tre rödlistade).	Objektet ligger på ett morän/lerområde som bedöms vara ett utströmningsområde för grundvatten från omgivande bergpartier. Genom området går ett bäckdråg och miljöerna kring dråget bedöms vara känsligt för grundvattensänkning.	Flemingsbergstunnelns västra påslag samt bergtunnel medför avsänkning i bergmagasin vilket medför minskad tillrinning till naturvärdesobjektet. Bäckdråget kan därmed få torrare förhållanden.
70 – Lövrik barrblandskog Naturvärdesklass 3 - påtagligt naturvärde Biotopkvaliteter så som grov tall och ek, gammal gran, lodväggar och bohålsträd. Förekomst av enstaka naturvårdsarter (en rödlistad).	Objektet utgörs av delvis brant terräng med lodväggar och hållar som går ned i ler- och moränfyllda dalar. Dalarna är sannolikt utströmningsområde för grundvatten och dessa miljöer bedöms som är känsliga för grundvattensänkning.	Flemingsbergstunnelns västra påslag samt bergtunnel medför avsänkning i bergmagasin vilket medför minskad tillrinning till naturvärdesobjektet. Delar av området bedöms kunna få något torrare marklager.
75a– Öppen gräsmark med anlagt vattendrag/damm Naturvärdesklass 3 - påtagligt naturvärde Biotopen utgörs av restaurerade vattendraget samt fladdermus-miljöer.	Objektet ligger på mäktiga lerlager och försörjs sannolikt i huvudsak via nederbörd och tillrinning av ytvatten uppströms Visätträdalen. I den restaurerade delen av diket får främst tillrinning från höjdområdet i sydväst.	Flemingsbergstunneln medför sänkta grundvattennivåer i berg. Påverkan i övre magasin bedöms begränsad på grund av mäktiga lerlager. Ingen påverkan bedöms uppstå på dammarna eller vattendragets vattenföring.
87 – Sumpskog med gran och klibbal Naturvärdesklass 3 - påtagligt naturvärde Biotopvärdena är knutna till sumpskogens hydrologi och förekomsten av död ved. Det förekommer signalarter och en rödlistad art.	Sumpskogen är belägen i en lertäckt svacka som till största del har sitt tillrinningsområde i söder.	Tillrinningsområdet söder om lersvackan bedöms få en liten till obetydlig påverkan från Flemingsbergstunneln. Någon mätbar påverkan på grundvattennivåerna i sumpskogen bedöms därmed inte uppkomma.

NVI-objekt	Mark- och vattenförhållanden	Bedömd påverkan
89 – Sumpskog med gran och klibbal Naturvärdesklass 3 - påtagligt naturvärde Biotopvärdena är knutna till sumpskogens hydrologi och riklig förekomst av död ved. Förekomst av vedsvampar.	Sumpskogen är belägen cirka 100 m från tunnelnlinjen i en lerfylld svacka.	Tunnelns dränering kan ge en viss påverkan i form av minskad tillrinning, men närliggande obs.rör 09W038G visar på relativt djupt till grundvattenytan sommartid. Det bedöms därför som osäkert om sumpskogen har någon tillrinning av grundvatten under sommarperioden.
88 – Hällmarkstallskog/ äldre granskog Naturvärdesklass: 2 Högt naturvärde Variationsrik miljö med en del gamla grova träd, knotiga grenar, kuperad terräng och förekomst av död ved. Förekomst av flera rödlistade arter (inkl. en hotad art).	De grundvattenberoende naturvärden är koncentrerade till lokala lersvackor.	Tunnelns dränering medför att viss grundvattenpåverkan i lokala lersvackor inte kan uteslutas. Dock är det osäkert om markfuktigheten påverkas av avsänkningen i berg då grundvattennivån i höjdpartier som denna normalt ligger djupare ned under markytan.
125 – Flerskiktad granskog med ekjättar Naturvärdesklass: 1 Högsta naturvärde Har biotopkvaliteter som grov, gammal ek, inslag av sumpiga partier, god tillgång på död ved och block med många skrymslen. Gott om naturvårdsarter (inkl. tio rödlistade arter varav en hotad). Objektets kärnvärden är knutna till hällmarken.	Flerskiktad granskog till största del på hällmark med inslag av sumpiga partier. De fuktiga partierna ligger i lerfyllda svackor.	Tunnelns dränering medför sänkta grundvattennivåer i bergmagasinen. Undre grundvattenmagasin i de lertäckta dalgångarna bedöms kunna sänkas av några meter ovan tunneln, och utströmningen till låglänta marklager ovan lerjord kan minska något. Inom höjdpartierna med tunnare jordtäckan bedöms nivåpåverkan i de öppna grundvattenmagasinen bli mindre.
144 a-b – Restaurerad betesmark Naturvärdesklass: 4 Visst naturvärde F.d. åkermark som planterades med gran på 1990-talet. De senaste 10 åren har denna avverkats, bete införts och ett antal småvatten anlagts.	Objekten ligger på lersänkor som avgränsas av berg. Den nedre (sydöstra, 144a) sänkan är ett utströmningsområde med tidvis artesiska grundvattenförhållanden. I den nordvästra, övre sänkan (144b) ligger grundvattennivåerna lägre i förhållande till markytan vilket gör känsligheten mindre.	Flemingsbergstunnelns östra förskärning medför permanent avsänkta grundvattennivåer i både jord och berg.

Visättradiket kan komma att påverkas av Flemingsbergstunnelns dränering. Grundvattenbortledningen bedöms kunna leda till minskad tillrinning till övre grundvattenmagasin under perioder med höga grundvattennivåer då den naturliga utströmningen från undre till övre magasin blir mindre. Som beskrivs i avsnitt 9.2.3.1 bedöms detta medföra en liten påverkan för Visättradikets vattenföring under framförallt höglödesperioder.

Stensättradiket kommer att påverkas av anläggandet av våtmarken i Stensättradalen. Täckdikade delar kommer att sättas igen för att fördröja avvattningen och skapa förutsättning för våtmarken. Den del av Stensättradiket som nyligen restaurerats av Huddinge kommun kommer att få ett visst tillskott av vatten i och med att dränvatten från tunneldelen under Visättradalen också leds till

våtmarken. Detta bedöms resultera i en mindre påverkan på flödesregimen. Våtmarken med en viss möjlig variation i vattenstånd innebär i sin tur ett utjämnande magasin för flödet.

9.3.5 Förorenade områden

Utanför Flemingsbergstunnelns östra påslag (km 9/300) ligger en kommunal återvinningscentral, som bedöms som en potentiell källa till föroreningar i mark och grundvatten. Vid provtagning ner till 1,4 m under markytan har ingen förorening påträffats över riktvärde för känslig markanvändning (KM). På grund av fyllning av grovt krossmaterial har djupare jordprovtagning och provtagning av grundvatten inte kunnat utföras. Provtagning av mark och grundvatten i området genomförs innan grundvattenbortledning påbörjas.

10 Beskrivning av sträckan från Gladö till Lissma

Delområdet sträcker sig mellan km 12/600 och 19/400, och omfattar bland annat trafikplatserna vid Gladö respektive Lissma. Till trafikplats Gladö ansluter Gladövägen och Sundby gårdsväg och till trafikplats Lissma ansluter Lissmavägen och Öranvägen. Mellan trafikplatserna passerar Örlångens respektive Björksättrahalvöns naturreservat. Österut från trafikplats Lissma breder ett större skogsområde ut sig. Vid Ekedal (km 16/400) och Granby (km 17/300) förekommer bebyggelse intill tvärförbindelsen, framförallt inom kolonistugeområden. I övrigt passerar vägen genom skogs- eller jordbruksmarksområden. I Ekedal och Granby förekommer också ett fåtal enskilda brunnar.

Planerad vattenverksamhet inom delområdet utgörs i huvudsak av planskilda vägkorsningar, GC-passager samt dagvattenreningsanläggningar. Samtliga vattenverksamheter är relativt ytliga, och grundvatten i berg berörs i princip inte inom detta delområde. Av denna anledning beskrivs inte bergrundsförhållandena i detalj i detta avsnitt.

10.1 Yt- och grundvattenförhållanden

10.1.1 Geologi och topografi

Tvärförbindelsen sträcker sig inom delområdet genom ett kuperat landskap, med omväxlande höjdparter och låglänta dalgångar. I höjdpartierna går berget ställvis i dagen och överlagras emellanåt av tunna jordlager samt små lerfyllda svackor. Mellan höjdpartierna finns flera lertäckta dalgångar.

Den befintliga väg 259 som breddas i och med Tvärförbindelse Södertörn kurvar mjukt genom landskapet och löper i mindre skärningar längs med kanten på de höjdområden som passerar. Skärningarna är mestadels i jord men sista sträckan fram till Lissmasjön skär vägen rakt igenom ett par mindre höjdparter där vägskränningen även går ned i berg. Trafikplats Gladö anläggs i ett område där lerjordar breder ut sig i ett lite större område. Trafikplats Lissma ligger intill höjdparter i söder och terrängen faller därifrån ned mot Lissmasjön som är belägen i en nordost-sydvästlig orienterad sprickdal. Se Bilaga D1.1:6 för en översikt av terräng och jordartsförhållandena inom delsträckan.

10.1.2 Grundvattenförhållanden

I dalgången för Grindtorpsdiket och Ebbadalsdiket förekommer ett undre grundvattenmagasin i friktionsjorden under leran. Magasinet delas delvis upp av ytligt berg men bedöms vara sammanhängande. Det avrinner till Örlången via Ebbadalsdikets dalgång och utförda hydraultest (pulstest) visar på vattengenomsläppligheter mellan 0,6 till 4×10^{-5} m/s vilket motsvarar en moränjord.

Fortsatt österut förekommer endast mindre magasin i de smala dalgångarna som vägen passerar fram till fritidshusområdena vid Ekedal. De mindre magasinens genomsläpplighet bedöms här vara något lägre än vid Grindtorpsdalen och Ebbadal.

I området för den planerade planskilda korsningen vid Ekedal visar två pulstester på tätare jordlager medan ett visar på ett genomsläppligare magasin, se Tabell 10-1. Något av testen kan vara påverkat av felkällor men skillnaden kan även bero av skiktade friktionsjordlager där lagren har olika vattengenomsläpplighet.

Söder om Lissmasjön i området för den planerade trafikplatsen uppvisar pulstesterna relativt hög genomsläpplighet för det undre magasinen under lerjordtäcket. Moränjorden här bedöms därmed ha en lägre ler- eller silthalt.

I följande avsnitt om planerad vattenverksamhet finns figurer som visar på jordlager fördelning och grundvattenförhållanden mer i detalj vid de olika trafikplatserna. Generellt ligger grundvattennivån i de undre magasinen marknära, och artesiska förhållanden har noterats i flertalet dalgångar. Uppmätta max- och miniminivåer redovisas i Bilaga D1.1.

Tabell 10-1. Hydraulisk konduktivitet för pulstester (Trafikverket, 2019[d]).

Rör ID	Hydraulisk konduktivitet (m/s)	Område
16T173GW	$4,2 \times 10^{-5}$	Trafikplats Gladö
16T651GW	$4,1 \times 10^{-5}$	Trafikplats Gladö
16T223GW	$1,7 \times 10^{-6}$	Trafikplats Gladö
16T649GW	$1,4 \times 10^{-5}$	Trafikplats Gladö
16T650GW	$2,7 \times 10^{-5}$	Trafikplats Gladö
17T088GW	$5,6 \times 10^{-6}$	Trafikplats Gladö
16T258GW	$1,9 \times 10^{-6}$	Kvarntäppandiket
16T267GW	$8,6 \times 10^{-6}$	Kvarntäppandiket
16T637GW	$3,9 \times 10^{-5}$	Nordväst Ekedal
16T280GW	$2,5 \times 10^{-6}$	Ekedal
16T295GW	$3,9 \times 10^{-6}$	Ekedal
17T575GW	$1,0 \times 10^{-4}$	Ekedal
17T568GW	$5,9 \times 10^{-6}$	Vid Ådranbäcken
16T633GW	$8,1 \times 10^{-6}$	Granby
16T330GW	$1,1 \times 10^{-4}$	Trafikplats Lissma
17T631GW	$2,7 \times 10^{-5}$	Trafikplats Lissma
17T641GW	$1,1E \times 10^{-4}$	Trafikplats Lissma
17T642GW	$2,0 \times 10^{-7}$	Trafikplats Lissma
16T632GW	$1,2E \times 10^{-4}$	Trafikplats Lissma
16T350GW	$2,0E \times 10^{-5}$	Trafikplats Lissma

10.1.3 Ytvatten

Centralt i de flesta större dalgångar löper vattendrag som mynnar i sjöarna Örlången alternativt Lissmasjön. Örlången beskrivs närmare i avsnitt 8.1.4.

Ådranbäcken (km 16/800), Granbydiket (km 17/500), Paradisbäcken (km 18/750) och Ormputtenbäcken (km 18/150) passerar alla befintlig väg 259 och rinner via Lissmasjön och Lissmaån vidare till Drevviken (se bilaga D1.2:6 och D1.2:7). Junkerndiket (km 19/000-19/800) rinner till Drevviken via Lissmaån, men utan att passera Lissmasjön.

10.1.3.1 Grindtorpsdiket/ Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket

I de östligaste delarna (km 13/000) passerar Grindtorpsdiket under befintlig väg 259. Den inventerade sträckan av Grindtorpsdiket består av kulvert vilket omöjliggör bedömning av limniskt värde men förutsättningar för naturvärde är försumbart. Grindtorpsdiket är ett ca 0,3 km långt åkerdike som utgör ett biflöde till Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket (SE656459-670289), som är en utpekad ytvattenförekomst.

Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket passeras vid km 13/650 och är ett knappt 2 km långt vattendrag som korsar befintlig väg 259 vid Ebbadal. Vattendraget leder vatten från Kvarnsjön österut till Orlången. Vid Gladö kvarn har vattendraget namnet Kvarnbäcken för att senare övergå i Ebbadalsdiket. Flödet i vattendraget regleras av en damm med en manuell dammlucka i Kvarnsjöns utlopp.

Kvarnbäcken/Ebbadalsdiket ingår i Gladöskogens naturreservat och naturvärdet bedöms vara "påtagligt". Vattnet är näringsrikt och det bedöms finnas möjlighet till fiskföryngling då trummorna under Ebbadalsvägen och väg 259 inte bedömts som vandringshinder för fisk.

Ebbadalsdikets ekologiska status är god och den kemiska statusen är "uppnår ej god". Beslutade miljö kvalitetsnormer är god ekologisk status 2027 och god kemisk status med undantag i form av mindre stränga krav för polybromerade difenyletrar samt kvicksilver och kvicksilverföreningar (Länsstyrelsen, 2021).

10.1.3.2 Kvarntäppandiket

Kvarntäppandiket är ett ca 2 km långt dike som i höjd med km 14/750 korsar Tvärförbindelse Södertörn. Diket avvattnas mot Gladöviksviken i Orlången. Kvarntäppandiket ingår i Björksättrahälvs naturreservat och har bedömts som "visst" naturvärde. Strax innan mynningen i Orlången passerar Kvarntäppandiket ett våtmarksområde i höjd med Långängen. Det finns vandringshinder i vattendraget, bland annat i form av en vägtrumma med fall i anslutning till dikets passage under Ebbadalsvägen. Vattendraget är inte vattenförande året om. Delen av diket närmast väg 259 torkar ut under större del av vår och sommar.

10.1.3.3 Ådranbäcken

Ådranbäcken är ett ca 2,5 km långt vattendrag som korsar befintlig väg 259 i trumma, mellan Gladö och Granby. Ådranbäcken börjar vid sjön Ådran i sydväst vars utloppsflöde regleras genom en dammkonstruktion. Ådranbäcken rinner ut Lissmasjön och nedströms Lissmasjön byter vattendraget namn till Lissmaån. Ådranbäcken är kraftigt uträdd nedströms trumman under befintlig väg 259 men flera arter av undervattensväxter har observerats. Denna del av Ådranbäcken bedöms ha "påtagligt" naturvärde. Ådranbäcken ingår i Paradisets naturreservat.

10.1.3.4 Lissmasjön

Lissmasjön är en grund och näringsrik sjö omgiven av betesmarker. Den ingår i det vattendragssystem som rinner mellan Ådransjön i sydväst till Drevviken i nordost. Lissmasjön ingår i Lissmadalens naturreservat och har höga värden för fågellivet. Lissmasjön är utpekad som övrigt vatten, men saknar både statusklassning och miljö kvalitetsnormer.

10.1.3.5 Granbydiket/Paradisbäcken

Granbydiket är ett knappt 2 km långt mindre skogsdike/vattendrag, som korsar befintlig väg 259 i höjd med Granby koloniområde. Vattendraget har sin källa i det skogsområde som utgör Paradisets naturreservat samt Granbys Natura 2000-område. Vattendraget är kulverterat i dess nedre delar mot Lissmasjön. Granbydiket var vid naturvärdesinventeringen av vattendrag 2018 (Trafikverket 2020 a) helt torrt och bedöms sakna förutsättningar för vattenanknuten flora och fauna. Naturvärdet bedöms vara lågt.

Paradisbäcken är en mindre bäck, som korsar befintlig väg 259 strax öster om Granby och mynnar i Lissmasjön. Paradisbäcken är kulverterad under väg 259 och bedöms sannolikt endast vara vattenförande vid höglöden (Trafikverket, 2020 a). Bäcken bedöms ha ett "visst" naturvärde.

10.1.3.6 Ormputtenbäcken/Junkerndiket

Ormputtenbäcken är en 3,5 km lång skogsbäck som rinner i sydväst-nordostlig riktning mellan den lilla och näringsfattiga skogssjön Ormputten i Paradisets naturreservat och Lissmasjön i Lissmasjöns naturreservat. Bäcken (NVI-objekt 194a-b) passerar befintlig väg 259 i trumma strax öster om Granby. Den bedöms ha "visst" naturvärde sträcker sig längs delar av Ormputtenbäcken. Vid tillfället för naturvärdesinventeringen var bäckfåra torrlagd och den kantas av ung klibbal. På alrötter och stenar i vattnet förekommer näckmossa, vilket antyder att flödet är högre under större delen av året.

Junkerndiket är ett ca 2 km långt dike som rinner i nordlig riktning mot Lissmaån och ingår i Lissmadalens naturreservat. Det korsar väg 259 öster om Lissma. Från den punkten och vidare nedströms längs en sträcka av ca 800 m går diket parallellt med befintlig väg i sydost-nordvästlig riktning och utgör här ett dike för vägdragvatten. Vid inventeringen 2018 var vattendraget nedströms väg 259 torrt längs flera sträckor, vilket minimerar förutsättningarna för akvatiska naturvärden. Naturvärdet har bedömts som lågt.

10.2 Planerad verksamhet och bedömd grundvattenpåverkan

I delområdet breddas väg 259 längs hela sträckan för den nya vägstandarden. Trafikplatser och korsningar görs planskilda, vilket medför att ett antal broar och planskilda passager måste byggas om eller nyanläggas. Anläggningsdelar som medför vattenverksamhet omfattar huvudsakligen planskilda korsningar samt GC-passager som är belägna i Gladödalen (km 13/000 - 13/200), Björksättradalen (km 15/400), samt i anslutning till de mindre dalgångarna vid Lissmasjön (16/400 - 18/400). Beroende på utförande kan anläggande av reningsanläggningar för vägdragvatten medföra grundvattenbortledning i byggskedet och vid någon plats en mindre permanent påverkan. De arbeten som innebär grundvattenbortledning är relativt små i omfattning, och byggtiden för respektive anläggningsdel uppskattas till maximalt ett år.

Vid etableringsområdet mellan trafikplats Gladö och bergtunneln under Flemingsbergsskogen är vattenförsörjningen av etableringsområdet osäkert och anläggande av dricksvattenbrunnar är ett av alternativen, dessa kommer i så fall användas i cirka 5 år.

I Tabell 10-2 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som avses förläggas under grundvattennivå och därmed bedöms kunna orsaka grundvattenpåverkan i något skede. I Tabell 10-3 redovisas intrång i vattenområde.

Tabell 10-2. Anläggningsdelar som omfattar grundvattenbortledning i delområde Gladö till Lisma. Konstruktionernas anläggningsnummer (ID) är enligt gällande systemhandlingsprojektering.

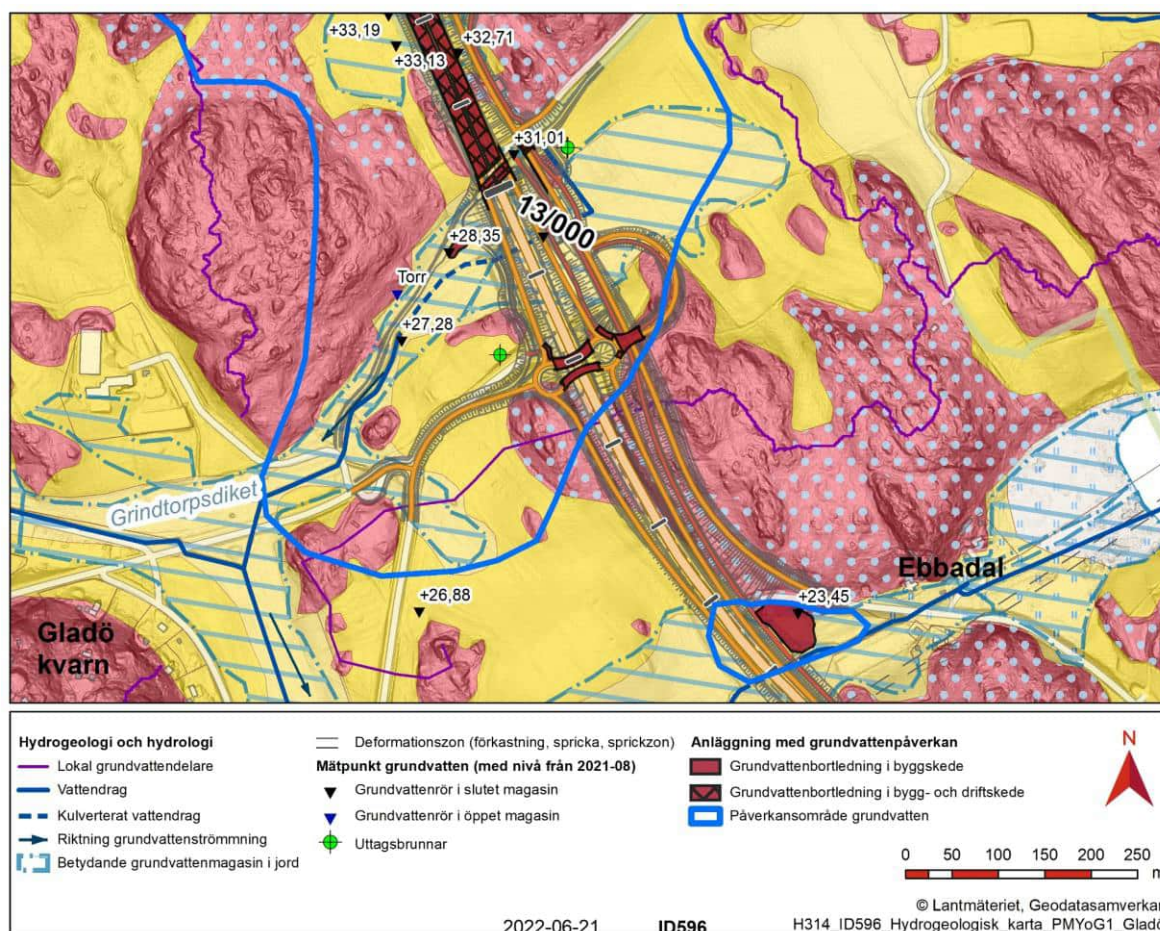
	ID	Anläggningsdel	Markyta	Medel- grundvattennivå	Schaktdimension (längd x bredd x djup)	Dräneringsnivå - byggskede (B) - driftskede (D)
Tpl Gladö	-	Brunnar för vattenförsörjning av etableringsområde				Uttag cirka 0,5 l/s
	64D 648	GC-passager Gladö	+29 till +33	+29,8	45x15x7 (som djupast)	+25,7 (B) +27 (D)
	64E	GC-passage Gladö	+31 till +33	+30	20x15x6	+26,6 (B) +27 (D)
	64I 64F	Broar i tpl Gladö (enbart mittstöd)	+30 till +31	+29,5	25x15x2	+28,7 (B)
	649	Bro i tpl Gladö	+34 till +36	+30	25x25x8	+27,8 (B)
	681	Dagvattenreningsanl. tpl Gladö	+29,5	+28,6	25x10x3,5	+26 (B)
	683	Dagvattenreningsanl. Ebbadalsdiket	+23	+23	50x25x3,5	+19,5 (B)
Smedstorp.	682	Dagvattenreningsanl. Kvarntäppandiket	+29	+28,8	30x20x3,5	+25,5 (B)
	642 647	Brostöd	+38 till +46,	+37,6	40x20x10 (som djupast)	+35,1 (B) +37 (D)
	689	Dagvattenreningsanl. Smedstorpsvägen	+39	+37,7	30x10x3,5	+35,5 (B)
Ekedal	684	Dagvattenreningsanl.	+29,5	+29,8	20x15x3,5	+26 (B)
	645 646	Planskildhet Ådravägen, broar	+28 till +31	+27,5	40x30x5	+24,5 (B) +27 (D)
	685	Dagvattenreningsanl. Ådravägen	+28,5	+27,3	20x10x3,5	+25 (B)
	687	Dagvattenreningsanl. Ådranbäcken	+26	+26,2	70x10x3,5	+22,5 (B)
Granby och tpl Lissma	742	GC-passage Granby (under lokalväg)	+28	+27	15x10x2	+25,6 (B) +26 (D)
	743	GC-passage Granby (under TS)	+25 till +30	+27	25x10x5 (som djupast)	+24,8 (B) +26 (D)
	787	Pumpstation för vägdagvatten, Granby	+30	+27	10x10x8	+26 (B)
	783	Dagvattenreningsanl. Granby	+29	+27,4	25x5x3,5	+25,5 (B)
	747	GC-passage tpl Lissma	+30	+29	25x25x3	+27 (B)
	744	Bro i tpl Lissma, ändstöd N samt stöd 3 och 4	+30 till +34	+29,5	1 st á 15x10x6 2 st á 10x5x6 (som djupast)	+27,5 (B)
	744	Bro i tpl Lissma, stöd 2	+30 till +32	+29,5	55x10x5	+26,6 (B)
	784	Dagvattenrenignsanl. tpl Lissma	+25,5	+25,5	35x15x3,5	+22 (B)
	741	Boskapspassage Lissma	+32	+30,5	60x5x4	+27,8 (B)
	785	Dagvattenreningsanl. Ormputtenbäcken	+33	+30,6	45x15x3,5	+29,5 (B)
	786	Dagvattenreningsanl. Junkerndiket	+32,5	+32,0	50x10x3,5	+29 (B)

Tabell 10-3. Anläggningsdelar som omfattar arbete i vattenområde, delområde Gladö till Lissma.

Anläggningsdel	Vatten-verksamhet	Risikexponerat objekt	Påverkan byggske	Påverkan driftske
Utfyllnad av våtmarksområden, trafikplats Lissma	Arbete i vattenområde (våtmark)	Lissmadalens våtmarksområde	Ca 300 m ² av våtmarken påverkas av arbetsområde	Ca 130 m ² av våtmarken påverkas genom utfyllnad
Dagvattenreningsanläggning 784	Arbete i vattenområde (våtmark)	Lissmadalens våtmarksområde	Ca 2 080 m ² av våtmarken påverkas av arbetsområde	Ca 1 845 m ² av våtmarken påverkas genom utfyllnad

10.2.1 Trafikplats Gladö

Anläggningsdelar som medför vattenverksamhet vid trafikplats Gladö är en ny och flyttad GC-passage vid Sundby gårdsväg, två dagvattenreningsanläggningar som beroende på utförande kan medföra grundvattenbortledning under byggtiden och själva den planskilda trafikplatsen, se Figur 10-1.



Figur 10-1. Trafikplats Gladö. Grundvattenförhållanden och anläggningsdelar som medför grundvattenbortledning. Preliminära lägen för uttagsbrunnar visas som gröna prickar. Se Bilaga D1.1 för en fullständig teckenförklaring.

Den nya GC-passagen (ID 648, 64D, 64E) vid Sundby gårdsväg består av tre portar (två under tvärförbindelsen och en under lokalvägen som ansluter mot Orlångenbron) som anläggs vid km 13/000. Den nya GC-passagen anläggs längs gränsen mellan ett höjdområde med ytligt berg som är synligt eller överlagras av tunnare moränjordlager och ett lägre liggande område med lerjord. Nuvarande GC-passage ligger något högre upp i terrängen och har en dagvattendräneringsnivå på

+27,3. Denna verkar inte påverka grundvattennivån i friktionsjordlagret under lerjorden som har fallande nivåer från cirka +33 till cirka +31 vid planerad GC-passage ned till cirka +28,5 nere i dalgången.

Anläggningsarbetena för de nya GC-passagerna innebär såväl jord- som bergschakt ner till ett djup av cirka 4 m under medelgrundvattennivå. Permanent dräneringsnivå för GC-passagens dagvattenbortledning kommer vara +27. Den nya GC-passagen ligger något längre ut i lerområdet än den befintliga passagen men fortfarande i en del med relativt tunna jordlager. Pulstest i grundvattenrör indikerar att det undre friktionsjordlagret är förhållandevis tätt och analytiska beräkningar indikerar ett lågt inläckage under byggskedet, 3-7 l/min (se Bilaga D1.3). Ut mot lerområdet bedöms påverkan i byggskedet därför bli begränsad där det delvis sammanfaller med påverkansområdet från Flemingsbergstunnelns östra förskärning (se avsnitt 9.2.4).

I driftskedet förses GC-passagen med en dagvattenledning som dels leder bort regnvattnet dels dränerar mark- och grundvatten med självfall mot Grindtorpsdiket, i likhet med avvattningslösningen vid befintlig GC-passage. Den nya anläggningens dräneringsnivå i driftskedet ligger dock drygt 1,5 m lägre jämfört med befintlig konstruktion. Detta delvis beroende på att passagen ligger längre ned i lägre terräng än nuvarande passage. Även en något längre sträcka av passagen hamnar under grundvattennivån jämfört med befintlig GC-passage. Påverkan från GC-passagen i driftskedet bedöms bli liten även om den något djupare dräneringsnivån för passagens dagvattensystem skulle medföra dränering av det undre friktionsjordlagret.

De dricksvattenbrunnar som planeras borrar i berg inom etableringsområdet behöver ha en kapacitet på cirka 0,5 l/s. Bedömd påverkan har beräknats med en översiktlig grundvattenmodell och beräknas påverka ovanliggande jordlager (undre magasin) främst inom etableringsområdet samt närliggande lertäckta område (se Figur 10-1).

Vid trafikplats Gladö (km 13/200) kommer brostöd för nya broar över tvärförbindelsen och lokalväg Ebbadalsvägen att anläggas i berg. Anläggningsnummer för konstruktionerna är 641, 64F och 649. Broarna kommer att anläggas i ett område där det dels förekommer ytligt berg som går i dagen eller har tunna moräntäcken dels där friktionsjordlager överlagras av tunnare lager av glaciallera. Anläggningsarbetena innebär schaktning i ytlig fyllningsjord, moränjord och i berg ner till cirka +28 eller en nivå strax under grundvattennivån i den närliggande Gladödalens undre magasin. Där brostödens anläggs förmodas grundvattennivån i de tunna jordlagren ligga högre beroende av de stigande bergnivåerna och kommer dräneras ned till förekommande bergyta. Detta medför en viss minskad tillrinning ned till det större grundvattenmagasinet i dalgången men ingen direkt dränering av detta magasin. Fortsatt schakt ned i berg bedöms ge en liten tillkommande påverkan. Efter avslutade arbeten återfylls schakten. Ingen grundvattenpåverkan förväntas i driftskedet.

Utöver de ovan beskrivna anläggningarna kommer dagvattenreningsanläggningen 681 anläggas. Beroende på utformningsalternativ bedöms schaktning som djupast komma ske ned till 2,6 m under medelgrundvattennivå. Det konservativt antagna grundläggningsdjupet medför att påverkan i friktionsjord under lerlagret kan uppkomma. Grundvattenpåverkan håller sig dock inom ramen för påverkan från Flemingsbergstunnelns östra påslag och ovan beskrivna arbeten.

Vid Ebbadalsdiken (km 13/600) kommer dagvattenreningsanläggningen 683 anläggas. Beroende på utformningsalternativ bedöms schaktning som djupast komma ske drygt 3,5 m under medelgrundvattennivå. Schaktning bedöms ske i lerjord och endast medföra en begränsad påverkan.

10.2.2 Området mellan trafikplats Gladö och Lissma

10.2.2.1 Dagvattenreningsanläggning vid Kvarntäppandiket

Vid Kvarntäppandiket (km 14/800) kommer dagvattenreningsanläggning 682 anläggas. Beroende på utformningsalternativ bedöms schaktning som djupast komma ske ned till 3,3 m under medelgrundvattennivå. Schaktning sker framförallt i lerjordar men kan även sträcka sig ned till friktionsjord under lera.

10.2.2.2 Plankorsning för Smedstorpsvägen

Cirka 2 km öster om trafikplats Gladö korsningen för Smedstorpsvägen i höjd med Björksättra (km 15/400) att byggas om till en planskild korsning. Anläggningsnummer för broarna är 642 och 647. En mindre dagvattenreningsanläggning (ID 689) anläggs på södra sidan av väg 259.

Anläggningsarbetena bedöms komma att kräva schaktning i lerjord 1–2 m under medelgrundvattennivå i undre magasin som har nivån cirka +37,6. På grund av det begränsade lerdjupet bedöms schaktbotten komma att hamna i friktionsjord. Friktionsjorden har utifrån sonderingar bedömts vara relativt genomsläppligt men det måttliga (smala) magasinutbredningen begränsar inläckaget under byggtiden. Påverkansområdet bedöms bli relativt litet, se Bilaga D1.1:6. I driftskedet förses lokalvägen med markdränering under vägbanan som avleder eventuellt dränvatten med självfall. Dräneringsnivån för denna kommer att ligga drygt 0,6 m under nuvarande medelgrundvattennivå. Den permanenta påverkan blir därmed säsongvis.

10.2.2.3 Plankorsning för Ådranvägen vid Ekedals koloniområde

Vid koloniområde Ekedal anläggs en planskild korsning för Ådranvägens anslutning till Ebbadalsvägen (km 16/420) samt en dagvattenreningsanläggning strax norr om planskildheten. Anläggningsnummer för broarna är 645 och 646 och dagvattenreningsanläggningen 685. Korsningen ligger i en dalgång som följer vattendraget Ekedalsdiket och dess anslutning till Ådranbäcken. Vid korsningen löper även en smalare förgrening av dalgången åt nordost längs med Ebbadalsvägen. Den planskilda korsningen och dagvattenreningsanläggningen är belägna i ett lerområde med relativt höga trycknivåer i undre magasin. Schaktbotten kan utföras antingen i vattenförande friktionsjord eller i lerjord. En grundvattensänkning till cirka 3 m under medelgrundvattennivå behöver göras inom schakten i båda fall, antingen för att minska risken för hydraulisk bottenuppträckning (vid schaktbotten i lerjord) eller för att leda bort inläckande grundvatten (vid schaktbotten i friktionsjord). Schakten kan komma behöva utföras med spont av utrymmes- och/eller stabilitetsskäl.

Friktionsjordens hydrauliska konduktivitet är relativt låg och dess mäktighet inte så stor, vilket bedöms ge ett begränsat inläckage till schakt, beräknat till 9 l/min. Påverkansområdet bedöms gå in en bit i kolonistugeområdet samt in i dalgången längs Ebbadalsvägens sträckning (se Figur 10-2). Trots den beräknade låga inläckaget bedöms i kommande avsnitt 10.3.1 att risk för marksättning inte kan uteslutas.

I driftskedet förses lokalvägen med markdränering som ska avleda dagvatten samt dränvatten med självfall, i likhet med dräneringen vid befintlig GC-passage i området. Den nya anläggningens dräneringsnivå i driftskedet ligger drygt 0,5 m lägre jämfört med den befintliga konstruktionen, och kommer också bli längre än den befintliga dräneringen. Någon direkt påverkan för undre magasin bedöms dock inte uppkomma utan dräneringen påverkar endast markvattnet närmast anläggningen.

Cirka 300 meter väster om plankorsningen anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 684). Beroende på utformningsalternativ bedöms schaktning som djupast komma ske ned till 3,8 m under medelgrundvattennivå. Schaktning bedöms ske i lerjord.

10.2.2.4 Dagvattenreningsanläggning vid Ådranbäcken

Vid Ådranbäckens passage av befintlig väg (km 16/800) anläggs dagvattenreningsanläggning 687. Beroende på utformningsalternativ bedöms schaktning som djupast komma ske ned till 3,7 m under medelgrundvattennivå. Schaktning bedöms ske i lerjord.

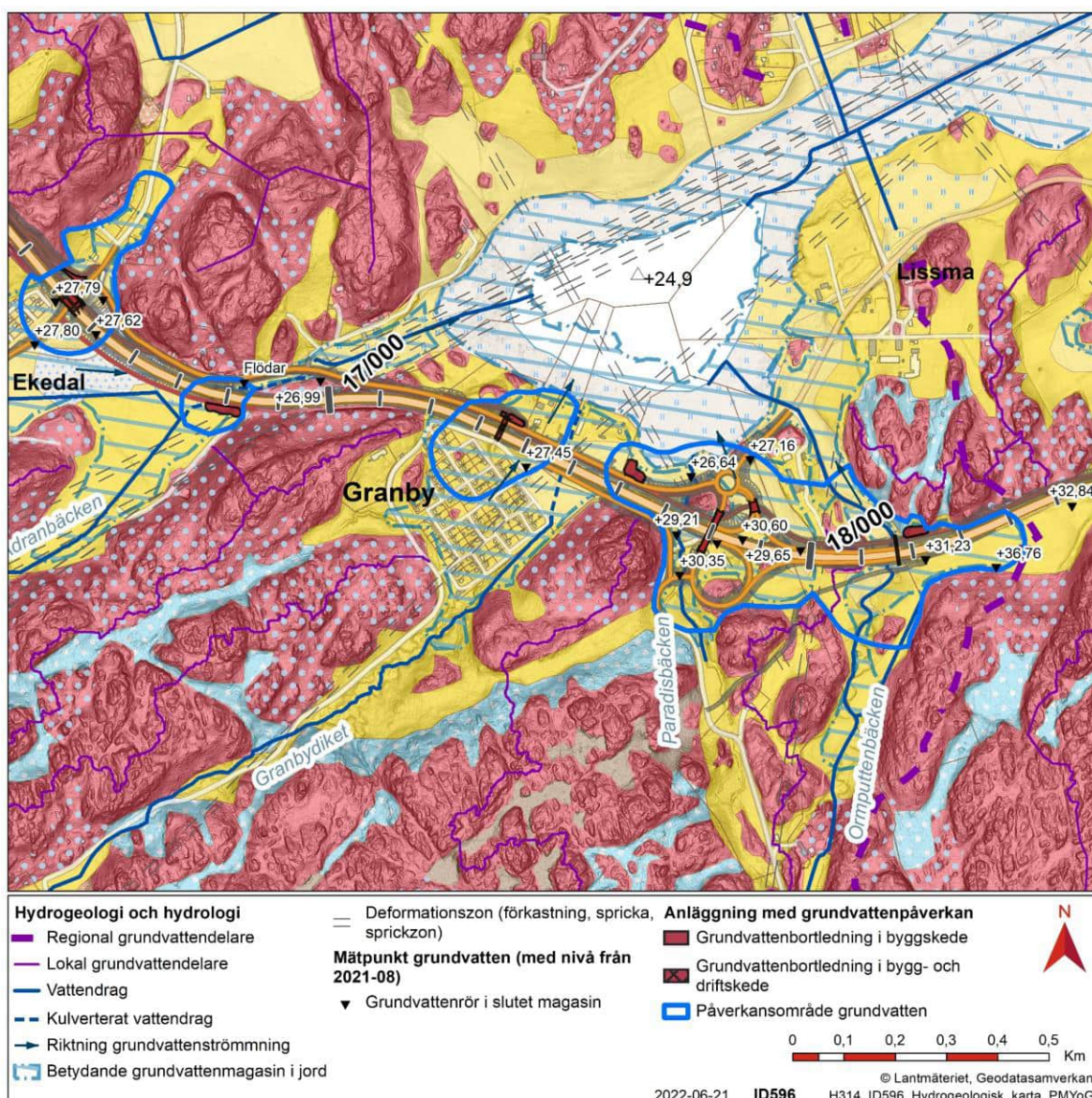
10.2.2.5 GC-passage vid Granby koloniområde

Vid koloniområde Granby, km 17/330, ska befintlig GC-passage under väg 259 förlängas till följd av att vägen breddas. Den nya GC-passagen (ID 742, 743) ska även passera under den nya sträckningen av Lissma skolväg. Intill anläggs även en dagvattenreningsanläggning (ID 783) för vägdagvattnet innan det leds till pumpstationen (ID 787) som även leder bort vatten från GC-passagen.

Anläggningsarbetena för GC-passagen omfattar såväl jord- som bergschakt. Jorddjupet i norra delen av berört område uppgår till bara någon enstaka meter, men ökar söderut. Dräneringsnivån i byggskedet väntas bli drygt 2 m under medelgrundvattennivå. Med anledning av begränsat schaktdjup i jord förväntas inläckaget i samband med anläggandet bli relativt litet (ca 9 l/min) och påverkansområdet begränsat, se Figur 10-2.

Dräneringsnivån för GC-passagen i driftskedet kommer att vara cirka 0,4 m lägre än dräneringsnivån för befintlig GC-passage. Den nya passagen blir även längre än den befintliga. Anläggningens permanenta grundvattenpåverkan förväntas därmed bli något större än idag.

Den befintliga GC-passagens dränvatten avleds med självfall mot Lissmasjön, men till följd av att den nya passagen får en lägre dräneringsnivå kommer dränvatten i driftskedet behöva pumpas. Grundvattenpåverkan från anläggandet av den nya pumpstationen bedöms med hänsyn till grundläggningsnivå bli mindre än den från anläggandet av GC-passagen. Pumpstationen utförs som en tät konstruktion, och ingen grundvattenpåverkan förväntas i driftskedet.



Figur 10-2. Hydrogeologisk karta för området kring Lissmasjön. Se Bilaga D1.1 för en fullständig teckenförklaring.

10.2.3 Trafikplats Lissma

För den nya trafikplats Lissma (km 17/800) anläggs en ny bro för trafikplatsen (ID 744) och en för GC-passage (ID 747).

Trafikplatsen är belägen intill ett höjdparti inom ett lertäckt område som vetter ned mot Lissmasjön. Jorddjupet varierar stort med både berg i dagen och jorddjup på upp mot 15 m. Grundvattennivån i undre friktionsjordmagasin ligger marknära och flera rör visar på påverkan från nuvarande vägdiken med en årstidsvariation på bara någon decimeter.

Vid anläggandet av brostöd för bron över bilvägen krävs jordschakt knappt 3 m under medelgrundvattennivå i undre magasin. Schaktets närhet till en mindre höjdpunkt med moränjord vid markytan gör att schaktet bedöms nå ned under lerlagret eller nära lerlagrets underkant. I båda fallen krävs avsänkning av det undre magasinet inom eller nära schakt. Vid anläggandet av brostöd för den planerade GC-passagen krävs jordschakt runt 3 m under medelgrundvattennivå i undre magasin. Här är lerans mäktighet runt 9 m, vilket gör att risken för hydraulisk bottenuppträckning i samband med anläggningsarbetena är betydligt mindre än vid schaktet för brostödet för vägbron.

I området för schakten är friktionsjordens mäktighet runt 4,5 m och dess genomsläpplighet relativ hög, vilket resulterar i ett relativt stort beräknat inläckage till schakten (57 l/min).

Påverkansområdet begränsas till viss del av omkringliggande berg åt söder och av naturligt fallande grundvattennivåer åt norr. Påverkansområdet för GC-passagen blir mindre och ingår i det större området för trafikplatsens bro. När anläggningsarbetena är klara sker en återfyllnad av schakten och ingen grundvattenpåverkan förväntas i driftskedet.

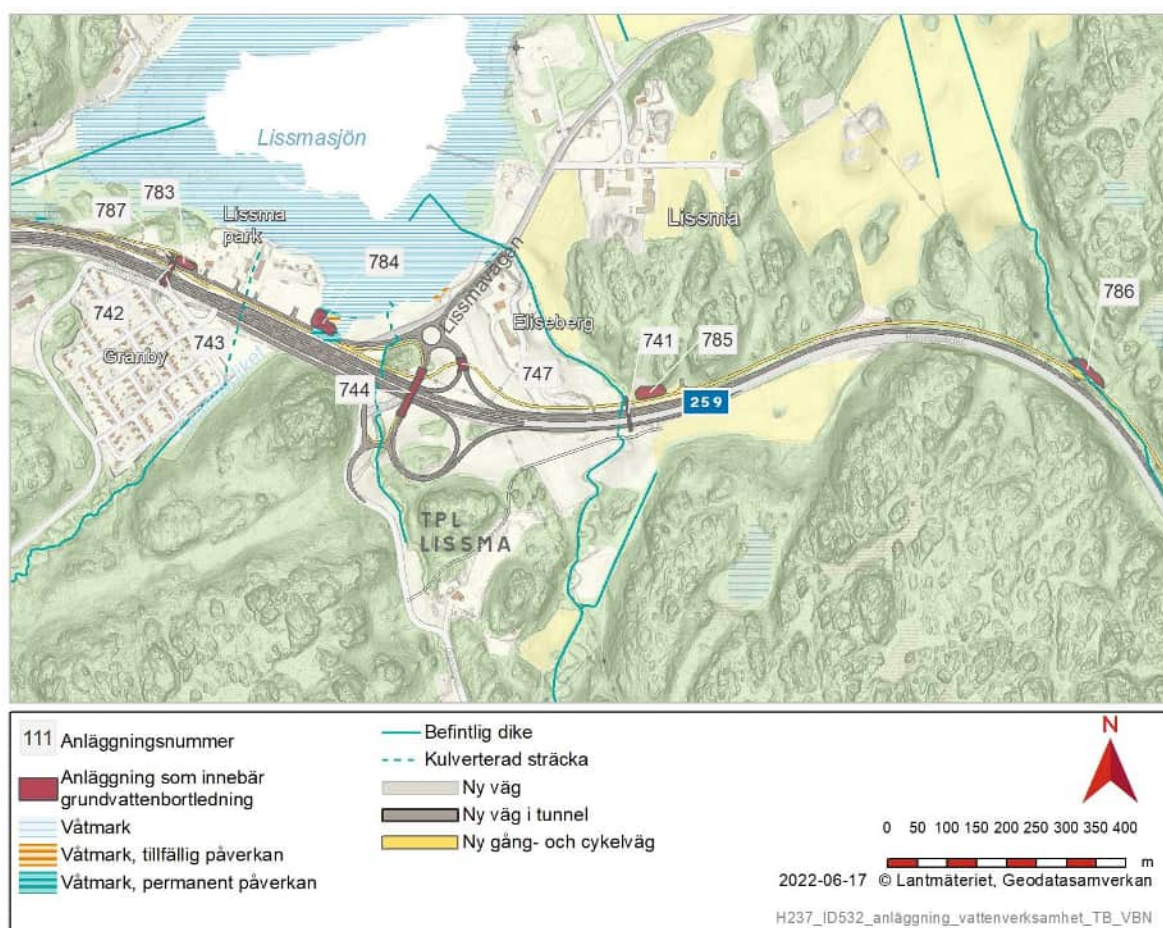
Väster om bron vid km 17/600 anläggs en dagvattenreningsanläggning (ID 784) för vägdagvatten vilket medför intrång i våtmarksområde. Schaktning bedöms ske cirka 3,5 m under medelgrundvattennivå och i lerjord.

Cirka 300 m öster om den planerade trafikplatsen finns en befintlig rörbro för boskap och lättare jordbruksmaskiner i höjd med Eliseberg (km 18/190) som ersätts med en ny planskild passage (ID 741). Här anläggs även en dagvattenreningsanläggning (ID 785). Passagen och dagvattenreningsanläggningen anläggs i kanten av en lerdalgång. Anläggningsarbetena kräver schaktning i yttlig lerjord drygt 1-2 m under grundvattnets medeltrycknivå i undre magasin. En trycksänkning i undre magasin inom schakten kan behövas för att undvika hydraulisk bottenuppträckning. På grund av en hög hydraulisk konduktivitet i friktionsjorden blir beräknat grundvatten-flöde som ska pumpas bort relativt stort (61 l/min). Påverkansområdet begränsas till stor del av omgivande höjdpartier men får en större utsträckning åt öster där den bedöms kunna sträcka sig fram till den regionala grundvattendelaren, se Figur 10-2. Ingen grundvattenpåverkan kopplad till jordbrukspassagen förväntas i driftskedet.

Vid km 19/000 där Junkerndiket korsar vägen anläggs dagvattenreningsanläggning 786. Beroende på utformningsalternativ bedöms schaktning som djupast komma ske ned 3 m under medelgrundvattennivå. Schaktning bedöms ske i primärt lerjord men kan också ske ned till friktionsmaterial under leran.

10.2.3.1 Utfyllnad av våtmark vid trafikplats Lissma

Den i avsnittet ovan nämnda dagvattenreningsanläggning (ID 784) beräknas medföra 2080 m² intrång i Lissmadalens våtmarksområde (1845 m² permanent intrång och 235 m² som tillfälligt intrång), se Figur 10-3. Utöver dessa ytor kommer ytterligare cirka 130 m² av våtmarken tas i anspråk permanent och ca 170 m² tillfälligt för anläggande av vägarna vid trafikplatsen. Mark som används tillfälligt ska återställas.



Figur 10-3. Anläggningsdelar som medför grundvattenbortledning samt intrång i våtmark vid trafikplats Lissma.

10.3 Riskexponerade objekt och bedömd påverkan

Nedan redovisade riskexponerade objekt har identifierats i berört delområde. För lägen, se Bilaga D1.2:6-7.

10.3.1 Sättningsrisker

10.3.1.1 Gladö trafikplats

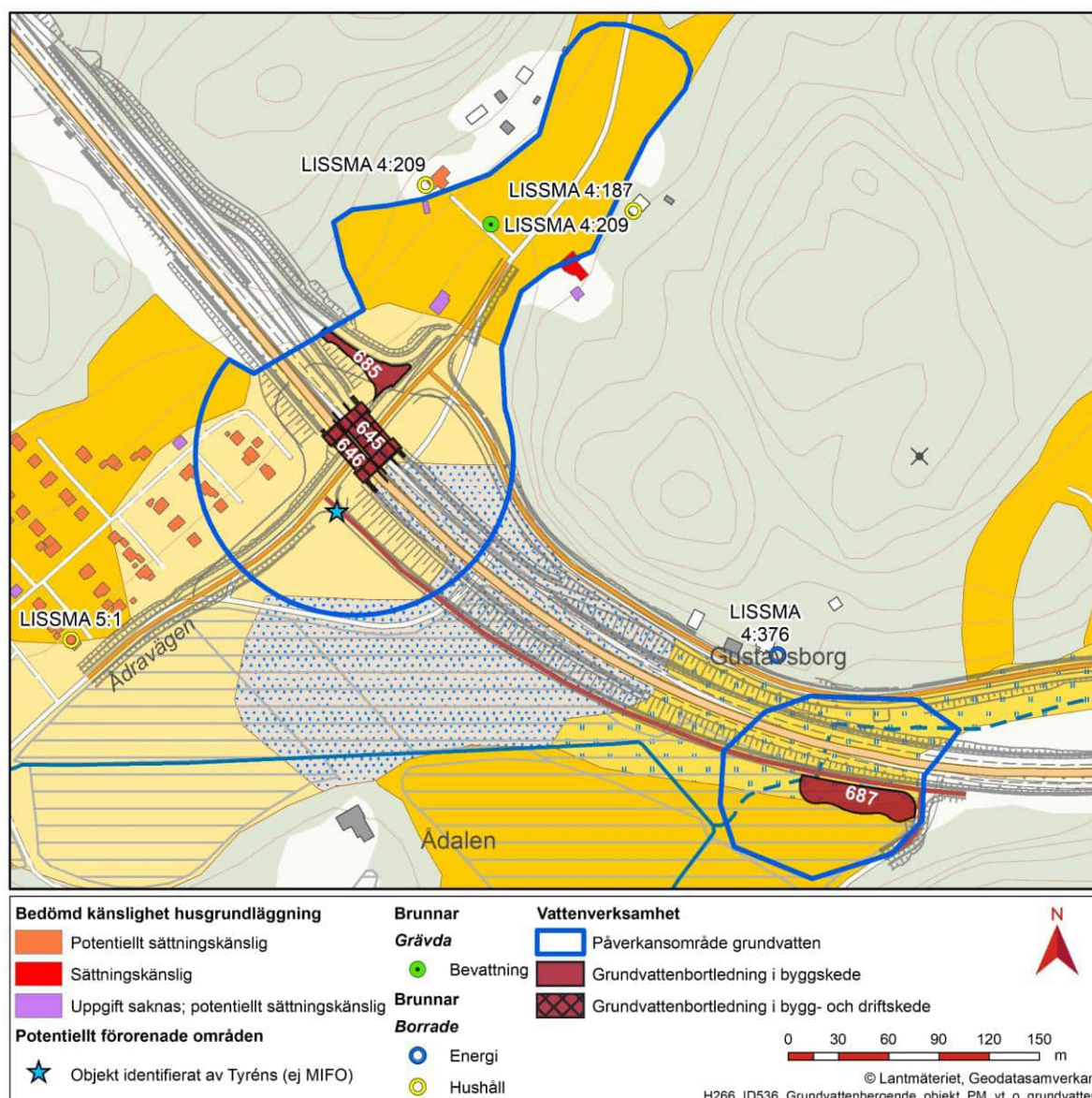
Längs med de lerfyllda dalgångarna vid Gladö finns potentiellt sättningsbenägna lerjordar, se Bilaga D1.2. Inga sättningskänsliga objekt finns dock i anslutning till planerade vattenverksamheter som redovisas i avsnitt 10.2.1.

10.3.1.2 Planskildhet Ådravägen vid Ekedal

I anslutning till planskildhet Ådravägen finns lera som enligt provtagning har lågt förkonsolideringstryck och därmed bedöms vara sättningsbenägen. Söder om tvärförbindelsen finns ett koloniområde på lera där stugorna är grundlagda på murar eller plintar, se Figur 10-4. Lermäktigheten vid byggnaderna är osäker då undersökningar saknas men i området mellan väg 259 och koloniområdet är lerdjupet litet (maximalt 3 m) för att sedan öka söderut mot Ådravägen. Precis innanför påverkansområdet, vid planerad uträtning av Ådravägen, har en lermäktighet om 12 m noterats.

Cirka 90 m norr om tvärförbindelsen finns en byggnad med okänd grundläggning och ytterligare en i nordvästra utkanten av påverkansområdet. Norr om planerad väg är lerdjupen små och består till

största delen av torrskorpelera som inte är känslig för grundvattensänkning. Lerdjupet vid närmsta byggnad bedöms vara cirka 3 m.



Figur 10-4. Grundvattenberoende objekt vid Ådravägen. Mörkgul färg visar glacial lera, ljusgul färg visar postglacial lera och ljusbrunt med blå prickar visar kärrtorv

Grundvattensänkningen i området blir temporär i samband med byggandet av den planskilda passagen (645, 646) och dagvattenreningsanläggningen (684). Det bedöms finnas behov av grundvattenbortledning under maximalt ett år. Avsänkningen vid närmsta byggnad i koloniområdet bedöms kunna uppgå till som mest 2 m. Lermäktigheten vid byggnaden antas vidare vara cirka 7 m vilket innebär att en sättning på cirka 5-6 cm kan uppkomma, se Bilaga D1.4.

Även vid närmsta byggnad på norra sidan om vägen bedöms grundvattenavsänkningen bli maximalt 2 m. Sättningsberäkning saknas för den lermäktighet om 3 m som bedöms förekomma vid byggnaden. För en lermäktighet på 5 m beräknas sättningen till cirka 5 cm, se Bilaga D1.4.

Ingen permanent grundvattenavsänkning bedöms uppkomma vid de sättningkänsliga byggnaderna.

10.3.1.3 Granby

I anslutning till GC-passagen vid Granby (742, 743) finns sättningsskänsliga byggnader på lera både norr och söder om vägen, se Figur 10-5. Lerans egenskaper har framförallt undersökts vid planerad trafikplats Lissma som är lokaliserad till den östra delen av området men egenskaperna bedöms vara likartade i hela området. Leran är något överkonsoliderad och tål således viss grundvattensänkning.

Strax väster om planerad GC-passage ligger ett hus som ska lösas in och rivas enligt vägplanen. Detta hanteras i vägplanens miljökonsekvensbeskrivning. Söder om vägen finns ett koloniområde där stugorna är grundlagda på murar eller plintar. Närliggande sondering vid byggnaderna närmast GC-passagen visar på ett lerdjup på cirka 11 m. Lermäktigheten bedöms dock avta söderut mot de yttre delarna av påverkansområdet. Nordost om GC-passagen finns ett antal byggnader med okänd grundläggning och ett hus grundlagt på murar eller plintar. Det är bara huset på murar/plintar som är klassat som bostadshus, övriga är komplementbyggnader varför de kan antas ha enklare grundläggning. Lermäktigheten vid bostadshuset bedöms utifrån närliggande sonderingar kunna uppgå till 5 m. Mäktigheten antas därifrån öka både mot Lissmasjön i norr och mot öst. Lerdjupet vid de övriga byggnaderna bedöms kunna uppgå till 15 m.

Grundvattensänkning kommer att ske i byggskedet i samband med anläggande av GC-passage (742, 743), pumpstation (787) och dagvattenreningsanläggning (783). Grundvattenbortledningen som krävs i byggskedet bedöms pågå i maximalt ett år. Avsänkningen bedöms bli cirka 1 m vid närmsta byggnad i koloniområdet. För en lerprofil på 11 m kan det medföra en sättning på cirka 2 cm, se Bilaga D1.4. Vid bostadshuset öster om anläggningen bedöms avsänkningen kunna uppgå till 2 m. För en lerprofil på 5 m innebär det att en sättning på upp till 5 cm kan uppstå. Vid byggnaderna längre norrut bedöms avsänkningen bli maximalt 1 m, vilket för en lerprofil om 15 m kan medföra en sättning på 3 cm.

I driftskedet kommer dräneringsnivån att vara cirka 1 m djupare än nuvarande medelgrundvattennivå vid GC-passagen och ännu mindre vid byggnaderna. Inga sättningar bedöms uppstå av den permanenta dräneringen.



Sammanlagt har sju brunnar identifierats i området, se Tabell 10-4. I anslutning till Ekedal och planskildhet Ådravägen (ID 645, 646) finns en grävd brunn inom påverkansområdet som används för bevattning, se Figur 10-4. Brunnen ligger på ungefär samma avstånd till den nya planskildheten som till den befintliga GC-passagen och är eventuellt redan påverkad av denna. Då den nya passagen får en någon djupare dränerande nivå kan en permanent påverkan på brunnen inte uteslutas. På samma fastighet men precis utanför påverkansområdet ligger ytterligare två brunnar. Dessa brunnar påverkas dock inte av planskildheten då de är djupborrade bergbrunnar.

I anslutning till GC-passage (ID 742, 743) och dagvattenreningsanläggning med pumpstation (ID 783 och 787) vid Granby finns två enskilda brunnar, se Figur 10-5. Den ena brunnen ligger inom påverkansområdet och används för hushållsändamål. Den andra brunns läge är osäkert på grund av låg koordinatkvalitet men bedöms vara utanför påverkansområdet. Brunnen har okänt

användningsområde. Brunnarna kommer dock inte att påverkas då de är djupborrade bergbrunnar som tar sitt vatten från sprickor i berget på större djup.

Vid trafikplats Lissma finns en grävd brunn för hushållsbehov strax utanför påverkansområdet, vid Eliseberg norr om vägen. Brunnen bedöms eventuellt kunna påverkas temporärt ifall påverkan når ut något längre än beräknat men bedöms inte riskera att sina.

Tabell 10-4. Brunnar inom eller strax intill påverkansområdet.

BrunnsID	Fastighetsbeteckning	Användning	Brunnstyp	Bedömd påverkan
Ekedal				
VB016	Lissma 4:209	Hushåll	Borrad	Ingen
VB017	Lissma 4:209	Bevattnings	Grävd	0-1 m (temporärt)
917509263	Lissma 4:187	Hushåll	Borrad	Ingen
999086432	Lissma 4:376	Energibrunn	Borrad	Ingen
Granby				
999013477	Lissma 4:391	Hushåll	Borrad	Ingen
108290315	Lissma 4:98	Okänt	Borrad	Ingen
Lissma				
VB015	Lissma 4:13	Hushåll	Grävd	0-0,5 m (temporärt)

10.3.3 Kultur och naturmiljö

10.3.3.1 Kulturmiljö

Längs sträckan mellan trafikplats Gladö och trafikplats Lissma finns totalt 13 lämningar inom de bedömda påverkansområdena, se bilaga D1.2:6 och D1.2:7 för läge och omfattning.

Två av objekten är belägna i anslutning till den nya GC-passagen vid Sundby gårdsväg. De utgörs av en övrig kulturhistorisk lämning (L2016:797) med okänd känslighet för grundvattensänkning och en fornlämning (torplämning, L2016:606) som bedömts vara potentiellt känslig för förändrade grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning. Båda objekten är belägna vid höjdområden med delvis ytligt eller synligt berg. Den temporära grundvattenpåverkan som uppkommer i undre magasin i samband med anläggande av GC-passagen och vid uttag i brunnar bedöms innebära att det tillfälligt blir torrare i de jordlager som förekommer vid lämningarna. Sannolikt är dock delar av markjordlagret redan torrt, åtminstone sommartid. För fornlämningen (L2016:606) bedöms även den permanenta grundvattenpåverkan som dräneringen av GC-passagen medför kunna innebära något torrare markförhållanden.

Sydväst om trafikplats Gladö finns ett gravfält (L2017:9724) och två boplatslämningar (L2013:9685, L2017:9855) som bedömts vara potentiellt känsliga för förändrade grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning. Gravfältet och en av boplatserna (L2017:9855) är belägna i höjdområden med delvis ytligt eller synligt berg. Jordlagren där lämningarna finns bedöms därför redan vara torra och markvattenförhållandena påverkas inte av planerade arbeten. Den andra boplatserna (L2013:9685) är belägen på lera inom påverkansområdet för planerade uttagsbrunnar. Den temporära grundvattenpåverkan som uppkommer i undre magasin i samband med vattenuttag bedöms inte medföra någon påverkan på de övre jordlagren vid fornlämningen.

Söder om tvärförbindelsen, i närheten av Kvarntäppandiket, finns två boplatslämningar (L2013:9817, L2013:9818) som bedömts vara potentiellt känsliga för förändrade grundvattennivåer

med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning. Objekten är belägna på lera i utkanten av påverkansområdet. Den temporära grundvattenpåverkan som uppstår i samband med anläggandet av en dagvattenreningsanläggning norr om vägen bedöms medföra en obetydlig påverkan på markvattenförhållandena i jordlagren vid lämningarna.

Strax innan Ekedal (km 16/000) finns en boplatslämning på lera (L2013:9816) som bedömts vara potentiellt känslig för förändrade grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning. Den temporära grundvattenpåverkan som uppstår i samband med anläggandet av en dagvattenreningsanläggning bedöms kunna innebära att markvattenförhållandena i jordlagren vid fornlämningen blir torrare under en kort period. Strax efter Ekedal (km 16/700) finns en boplatslämning inom befintligt vägområde (L2013:9922). Eventuell kvarstående del av objektet bedöms påverkas av den nya breddade väganläggningen.

I anslutning till trafikplats Lissma finns fyra fornlämningar varav två utgörs av stensättningar (L2013:9877, L2020:1478), en är en härd (L2013:9687) och en är en boplat (L2013:9689). Samtliga objekt har bedömts vara potentiellt känsliga för sättningar men boplaten är även potentiellt känslig för förändrade grundvattennivåer med hänsyn till risken för snabbare nedbrytning. Anläggandet av en bro i trafikplatsen samt en rörbro en bit österut kommer att innebära en temporär grundvattenpåverkan i de undre magasinen i området. Objekten är belägna på lera i utkanten av påverkansområdet där avsänkningen i undre magasin bedöms bli 0-1 m. Potentiell marksättning uppskattas maximalt bli någon centimeter. Markvattenförhållandena i de ytliga jordlagren bedöms inte påverkas vid lämningarna.

10.3.3.2 Naturmiljö

Mellan trafikplats Gladö och den planskilda passagen vid Ekedal har inga potentiellt grundvattenberoende naturvärdesobjekt (NVI-objekt) identifierats. Längs påföljande sträcka förekommer däremot fyra NVI-objekt vilka beskrivs i Tabell 10-5. Deras läge och utbredning framgår av bilaga D1.2:7. Utöver dessa NVI-objekt kan Grindtorpsdiket och Lissmasjöns strandängar påverkas av planerad vattenverksamhet.

Grindtorpsdiket bedöms kunna påverkas temporärt under byggskedet i samband med byggande av GC-passage, dagvattenreningsanläggning och förskärning i höjd med Sundby gårdsväg. Grundvattenbortledningen bedöms leda till minskad tillrinning till övre magasin vilket tillfälligt kan påverka vattenföringen i diket. Diket kommer dock att tillföras länshållningsvatten från samma schakt varför den sammantagna påverkan på vattenföringen bedöms bli försumbar.

Lissmasjön ingår i Lissmadalens naturreservat och dess strandängar har klassificerats till högt värde enligt länsstyrelsens våtmarksinventering (Länsstyrelsen, 2020). Det område med strandängar som berörs av planerad vattenverksamhet ingår i NVI-objekt 190 och beskrivs närmare i nedan tabell.

Tabell 10-5. Potentiellt grundvattenberoende naturvärdesobjekt i delområdet.

NVI-objekt	Mark- och vattenförhållanden	Bedömd påverkan
185 – Betad våtmark Naturvärdesklass: 4 Visst naturvärde Biotoptyp som utgörs av betad våtmark.	Objektet ligger på lera i ett område som tidigare utgjort åkermark men nyligen restaurerats till våtmark. Våtmarken tillförs vatten i huvudsak via nederbörd och tillrinning av ytvatten från omgivande terräng. Ekedalsdiket och Ådranbäcken rinner genom objektet.	En temporär påverkan i form av dränering av de övre lagren bedöms uppkomma i samband med byggande av dagvattenreningsanläggning vid Ådranbäcken. Påverkan bedöms bli lokal i en avgränsad del av våtmarken.
190 – Slåttrad/betad strandäng Naturvärdesklass 1 - högsta naturvärde Slåttrad och betad strandäng vid Lissmasjön. Ungefär halva objektet utgörs av våtmark. Artvärdet är högt med bl.a. sex rödlistade svampar finns i objektet. Objekten sträcker sig en bit utanför inventeringsområdet.	Objektet är beläget i direkt anslutning till Lissmasjön. Ungefär halva objektet utgörs av våtmark i form av humifierad växttorv som bildar gungfly. Miljön tillförs vatten främst från nederbörd och tillrinning från ytvatten.	Påverkan bedöms framförallt uppkomma i samband med anläggande av dagvattenreningsanläggning vid tpl Lissma. Påverkan blir temporär under byggtiden och består i en dränering av de övre marklagren. Ungefär hälften av objektet ryms inom det bedömda påverkansområdet.
194a-b – Bäckfåra (Ormputenbäcken) Naturvärdesklass: 4 Visst naturvärde Biotoptyp som utgörs av en bäckfåra med till synes naturligt lopp. Bäckfåran var torrlagd vid inventeringen.	Objektet utgörs av en bäckfåra (Ormputenbäcken) som längs inventerad sträcka löper i en lertäckt dalgång. Tillrinningsområdet består till stor del av skogsmark. Det är inte känt om bäcken står i kontakt med grundvatten eller inte.	Inventerad bäckfåra ligger inom påverkansområdet för planerad rörbro och dagvattenreningsanläggning öster om Lissma. Då det inte är känt om bäcken står i kontakt med grundvatten kan en påverkan på vattenföringen i bäcken inte uteslutas. Grundvattensänkningen och därmed eventuell påverkan blir temporär under byggtiden.
209 – Lövrik barrblandskog Naturvärdesklass: 2 Högt naturvärde Biotoptypen utgörs av flerskiktad lövrik barrblandskog. Förekomst av en del gamla grova träd, knotiga grenar, kuperad terräng och död ved. Även förekomst av fuktdrag i svackor.	Objektet är beläget i kuperad terräng med både hållmark och ler- och moränfyllda svackor. Svackorna utgör sannolikt utströmningsområden för grundvatten vilket skapar förutsättning för en fuktig miljö.	En avgränsad del av objektet bedöms påverkas i samband med anläggande av dagvattenreningsanläggning vid Junkerndiket. Påverkan blir temporär under byggtiden genom en lokal dränering av de övre marklagren som kan medföra torrare förhållanden i några av de fuktiga svackorna.

10.3.4 Förorenade områden

Oljeföroreningar förekommer i de övre jordlagren i anslutning till planskildhet Ådravägen vid Ekedal (se avsnitt 10.2.2.3). Föroreningen har till stor del avgränsats i sidled och på sina håll i djupled och har inte befunnits ha kontakt med grundvatten. Med hänsyn till de täta lerjordlagren i området bedöms det inte troligt att grundvattnet i undre magasin skulle vara påverkat av föroreningen.

Vid trafikplats Lissma (17/800) finns en ytlig förorening i den befintliga vägöverbyggnaden. Föroreningen har inte kontakt med grundvattnet.

Båda föroreningarna ligger inom planerat vägområde och kommer att grävas bort innan grundvattenbortledningen påbörjas. Särskilda försiktighetsåtgärder mot förorening kan dock komma att behöva vidtas i byggskedet om undre magasin exponeras. Mark och grundvatten kommer att provtas och bevakas inför, samt vid behov även under, byggtiden.

11 Beskrivning av sträckan från Rudan till Slätmossen

Delområdet sträcker sig mellan km 19/500 och km 22/919, och omfattar bland annat trafikplatserna Rudan respektive Slätmossen. Vägen passerar genom skogsområden, intill Jordbro industriområde (även kallad Jordbro företagspark) och över järnvägen Nynäsbanan innan den når fram till Slätmossen. Vid Trafikplats Slätmossen ansluter Nynäsvägen.

Mellan trafikplatserna Rudan och Slätmossen passerar tvärförbindelsen två grundvattenförekomster, Handen och Jordbromalm. I förekomsten Jordbromalm finns en aktiv vattentäkt med tillhörande vattenskyddsområde, tvärförbindelsen löper dock utanför skyddsområdet. Kring trafikplats Rudan och trafikplats Slätmossen förekommer större våtmarksområden intill vägen.

Planerad vattenverksamhet inom delområdet utgörs i huvudsak av planskilda vägkorsningar, GC-passager samt dagvattenreningsanläggningar. Samtliga vattenverksamheter är relativt ytliga, och grundvatten i berg berörs i princip inte inom detta delområde. Av denna anledning beskrivs inte bergrundsförhållandena i detalj i detta avsnitt.

11.1 Yt- och grundvattenförhållanden

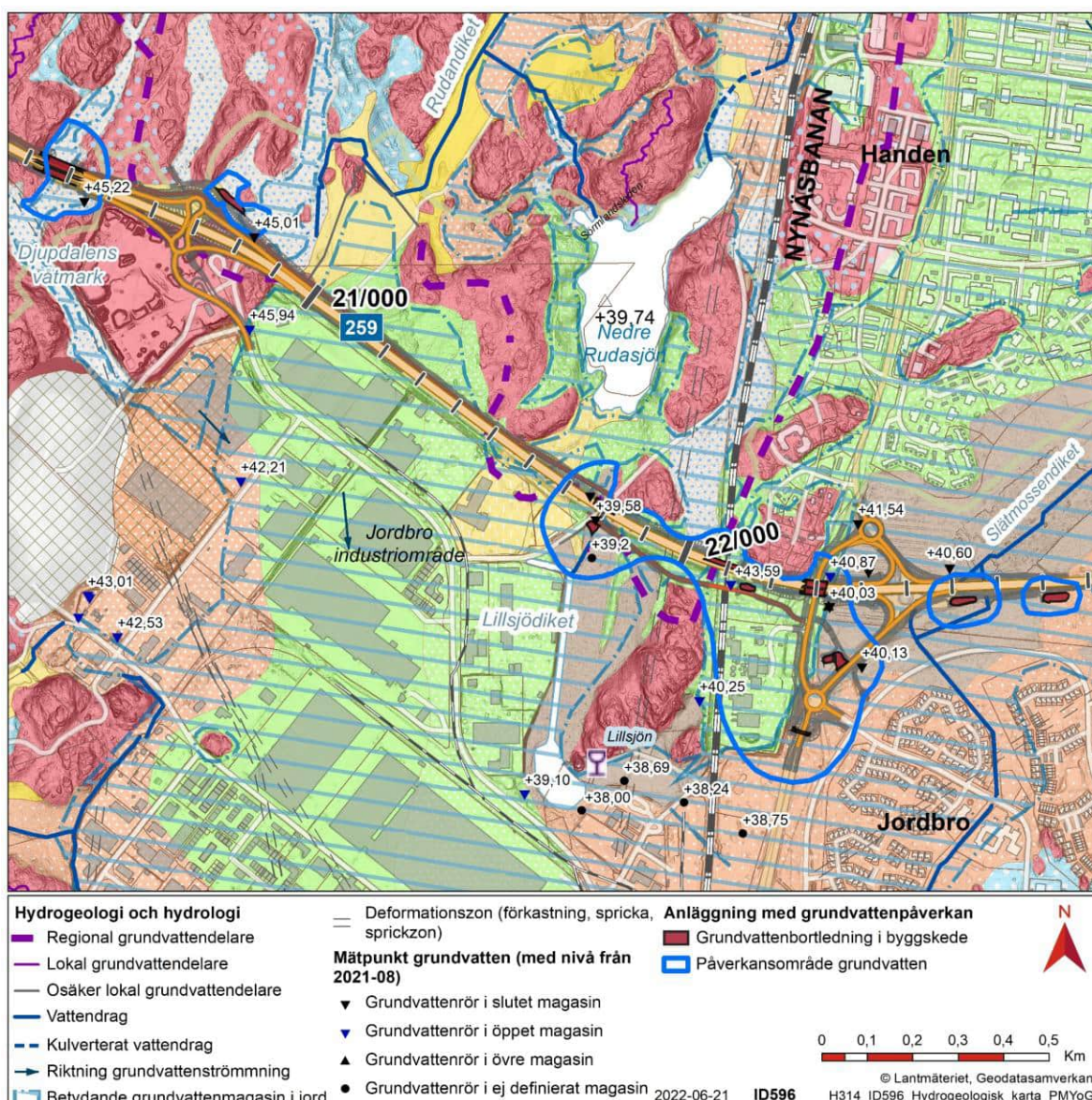
11.1.1 Geologi och topografi

Delområdet domineras av en större isälvsavlagring som på grund av höga bergnivåer delas upp i flera olika grundvattenförekomster, se Figur 11-1. Väster om detta finns ett höjdområde där de smala dalgångarna ofta har ett jordlager vid markytan bestående av torv eller annan organisk jordart. Detta pekar mot att dalgångarna tidigare varit blötare i form av grunda sjöar eller våtmarker möjligen till del försörjda av utströmning från den närliggande isälvsavlagringen.

Vid Tvärförbindelsens längdmätning km 20/350 passeras Djupdalens våtmark mellan omgivande bergshöjder. Ytjorden i våtmarken består av organiska jordarter, som underlagras av silt och lera. Ställvis saknas finjordlager. Närmast berg finns moränjord. Jordmäktigheten uppgår som mest till omkring 10 m.

Mellan km 20/900 och km 22/900 passerar väg 259 Västerhaninge – Kolarängens isälvsstråk. Jorddjupen inom formationerna närmst tvärförbindelsen är generellt mindre än 5 m. Svackor i berget med lokalt större jorddjup har dock identifierats i höjd med Nedre Rudasjön (km 21/600) och den planerade trafikplats Slätmossen (km 22/300). Jordarna inom isälvsavlagringarna består huvudsakligen av isälvsmaterial, såsom sorterade sand- och grusjordar.

Längs i öster, där trafikplats Slätmossen ska ansluta Tvärförbindelsen med Nynäsvägen faller marknivå och ett våtmarksområde, Slätmossen, breder ut sig främst på norra sidan av väg 259. Den generella jordlagerföljden i detta område är varvig med från markytan torv, friktionsjord, lera/silt och därunder åter friktionsjord närmast berget. Inom vissa delar överlagras torven av fyllningsjord.



Figur 11-1. Hydrogeologisk karta för området kring Jordbro. Se Bilaga D1.1 för en fullständig teckenförklaring.

11.1.2 Grundvattenförhållanden

I Djupdalens våtmark ligger grundvattennivåerna ytligt, och artesiska förhållanden har noterats under delar av året. Grundvattnet strömmar först åt sydväst och följer sedan en tvärgående dalgång mot sydost ned till Jordbromalm.

I isälvstråket Västerhaninge – Kolarängen återfinns grundvattenförekomsterna Jordbromalm (SE656020-163276) och Handen (SE656307-163320). Båda vattenförekomsterna har god kvantitativ och kemisk status⁴. Beslutade miljö kvalitetsnormer är god kvantitativ status och god kemisk status (Länsstyrelsen, 2021). Normerna omfattar även områdesskydd för dricksvattenförsörjning.

Mellan Handens och Jordbromalms grundvattenförekomster finns enligt SGU en grundvattendelare som i grova drag följer sträckningen för väg 259 och den planerade tvärförbindelsen fram till korsningen med Nynäsbanan, där grundvattendelaren istället viker av norrut och följer en rygg av synligt eller ytligt berg, se Figur 11-1 eller Bilaga D1.1. Som redovisades i förra avsnittet är jordlagren

⁴ Senaste statusklassning för kvantitativ status är från 2019-08-29 och för kemisk status från 2021-05-14.

inte speciellt mäktiga och just inom det aktuella området nära vattendelaren utgör de båda grundvattenförekomsterna inte något större magasin som kan lagra grundvatten. Den aktuella delen av Handens grundvattenförekomst strömmar mot Rudansjön och norr. Motsvarande strömning för Jordbromalm är mot Lillsjön som är en lokal grundvattenkälla samt generellt mot söder.

Isälvsstråket med dess genomsläppliga jordar utgör grundvattenbildningsområden för grundvattenmagasinen och grundvattennivåerna i de öppna magasinerna längs med väg 259 ligger generellt strax under markytan. I tvärförbindelsens korsning med Rudanvägen (km 21/800) ligger grundvattennivåerna mellan +39 och +40, vilket motsvarar mindre än 1 m under marknivå. Invid korsningen med Nynäsvägen (km 21/100) fluktuerar grundvattennivån kring +43, också där mindre än 1 m under marknivå.

Trafikplats Slätmosse anläggs inom Jordbromalms nordöstra förgrening (km 22/300). Här är jordlagren mer varierade med fyllningsjord, torv, isälvsand som inom delområden överlagrar ett skikt med silt eller lerjord av varierande mäktighet (2–5 m). Lokalt kan alltså förekomma dubbla magasin med ett övre i sand och fyllningsjordlager. Intill trafikplats Slätmosse kommer planerade passage över Nynäsvägen har grundvattennivåer mellan +39 och +42 uppmätts i såväl öppna magasin (där lera saknas), som slutna delar av formationen under leran. I de slutna delarna råder delvis artesiska förhållanden. I övre magasin (ovan leran) ligger grundvattennivån ofta strax under markytan, och Slätmossediken reglerar nivån.

Pulstester i de öppna delarna av magasinerna har visat på hydraulisk konduktivitet om $1,0\text{--}4,9 \times 10^{-5}$ m/s, se Tabell 11-1. I slutna delar av formationerna har pulstester i undre magasin visat på en lägre hydraulisk konduktivitet ($9,4 \times 10^{-8}$ – $5,6 \times 10^{-7}$ m/s). Värdena är låga för att vara uppmätta i en isälvsavlagring, något som kan bero på att testerna utförts i delar av formationen där andelen finsediment bedöms vara något högre.

Tabell 11-1. Hydraulisk konduktivitet för pulstester (Trafikverket, 2019[d]).

Rör ID	Hydraulisk konduktivitet (m/s)	Område
16T373GW	$5,0 \times 10^{-5}$	Eriksberg
16T643GW	$3,7 \times 10^{-8}$	Trafikplats Rudan
17T630GW	$2,7 \times 10^{-5}$	Jordbromalm åsmagasin
17T637GW	$1,0 \times 10^{-5}$	Jordbromalm åsmagasin
16T402GW	$1,1 \times 10^{-5}$	Jordbromalm åsmagasin
17T633GW	$4,9 \times 10^{-5}$	Jordbromalm åsmagasin
18T293GW	$1,0 \times 10^{-5}$	Jordbromalm åsmagasin
16T645GW	$8,0 \times 10^{-5}$	Jordbromalm åsmagasin
LILLSJON	$4,4 \times 10^{-7}$	Jordbromalm ås/organiskt matrl
16T430GW	$5,6 \times 10^{-7}$	Jordbromalm ås/organiskt matrl
16T442GW	$9,4 \times 10^{-8}$	Jordbromalm ås/organiskt matrl

11.1.3 Ytvatten

Relevanta vattenförekomster inom utredningsområdet som hör till delområdet är Övre Rudasjön (SE656324163315). Inom utredningsområdet finns även Nedre Rudasjön samt ett fåtal mindre sjöar, se Bilaga D1.1:8.

11.1.3.1 Nedre och Övre Rudasjön

Nedre Rudasjön är belägen drygt 200 m norr om befintlig väg 259 i höjd med Handen och ligger högst upp i sitt avrinningssystem. Nedre Rudasjön avvattnas norrut till nedströms liggande Övre Rudasjön och en stor del av tillrinningen sker via grundvattnet. Övre Rudasjön är en ytvattenförekomst vars ekologiska status är ”god” och den kemiska statusen är ”uppnår ej god”. Beslutade miljö kvalitetsnormer är god ekologisk status för Övre Rudasjön (Länsstyrelsen, 2021) samt god kemisk status med undantag för mindre stränga krav för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter.

Båda sjöarna ingår i Rudans naturreservat och omfattas av strandskydd. Haninge kommun har tillstånd att reglera vattennivåerna i Rudasjöarna.

11.1.3.2 Lillsjön

Lillsjön står i kontakt med omgivande grundvatten och utgörs av en mindre källsjö belägen ca 500 m söder om befintlig väg 259 i höjd med Jordbro industriområde. Den tar även emot dagvatten från Jordbro via det anlagda Lillsjödiket. Lillsjön avrinner sedan via dike mot Slätmossendiket.

11.1.3.3 Slätmossendiket

Slätmossendiket är ett överfördjupat dike som utgår från Slätmossen, strax nordost om trafikplats Slätmossen. Diket passerar befintlig väg 259 förlagd i trumma och rinner därefter vidare söderut, där det slutligen når Husbyån (SE655850-163256). Beräknade flöden i vattendraget är MQ (medelvattenföring) 16 l/s och HHQ₅₀ (högsta högvattenföring med en återkomsttid på 50 år) 1,72 m³/s.

I Slätmossendiket, strax nedströms befintlig väg 259, finns ett aktivt bäverdämme. Uppströms dämnet har det skapats en översvämningssyta som gynnar den biologiska mångfalden. Täckningsgraden och artantalet av vattenlevande växter var vid tillfället för utförd naturvärdesinventering av vattendrag stort, varpå naturvärdet bedömts som ”påtagligt” längs sträckningen från dikets förgrening 40 m norr om väg 259 fram till dess korsning av Södra Jordbrovägen i söder.

11.2 Planerad verksamhet och bedömd yt- och grundvattenpåverkan

Väg 259 kommer inom hela delområdet bli föremål för breddning för att inrymma den nya tvärförbindelsen. Trafikplatser och korsningar kommer även göras planskilda, vilket medför att ett antal broar och planskilda passager byggs om eller nyanläggs.

I Tabell 11-2 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som avses förläggas under grundvattennivå och därmed bedöms kunna orsaka grundvattenpåverkan i något skede. Tabellen redovisar även de grundvattennivåer som råder idag vid respektive anläggningsdel, samt förväntade nivåer i bygg- respektive driftskede.

I Tabell 11-3 presenteras de delar av väganläggningen inom delområdet som innebär åtgärder i vattenområde. I tabellen redovisas även vilken slags påverkan åtgärden bedöms ge upphov till.

Tabell 11-2. Anläggningsdelar som omfattar grundvattenbortledning inom sträckan 19/500-22/919. Konstruktionernas anläggningsnummer (ID) är enligt gällande systemhandlingsprojektering.

ID	Anläggningsdel	Markyta	Medel- grundvattennivå	Schaktdimension (längd x bredd x djup)	Dräneringsnivå - byggskede (B) - driftskede (D)
841 846	Landskapsbro över Djupdalens vårmårk	+45,5	+45,5	4 st mindre schakt inom yta 65x35x2	+42,7 (B)
881	Dagvattenreningsanl. tpl Rudan	+45	+44,8	60x15x3,5	+41,5 (B)
843	Bro Rudanvägen	+40 till +42	+39,4	2 st schakt inom yta 40x10x2	+38,9 (B)
849	Stödmur Rudanvägen	+40,5	+39,4	25x5x2	+36,8 (B)
882	Dagvattenreningsanl. Rudanvägen	+38,5	+38,5	25x15x3,5	+35 (B)
844	Bro Nynäsbanan	+45	+43,2	2 st å 10x10x3	+41,2 (B)
887	Dagvattenreningsanl. Nynäsbanan	+44,5	+44,2	25x10x3,5	+41 (B)
845 847	Broar tpl Slätmossen	+42 till +46	+40,5	4 st schakt inom yta 55x30x6 (som djupast)	+39,3 (B)
884	Dagvattenreningsanl. tpl Slätmossen	+40	+40,1	20x15x3,5	+36,5 (B)
885	Dagvattenreningsanl. tpl Slätmossen	+40,5	+40,5	30x15x3,5	+37 (B)
848	GC-bro Nynäsvägen	+41	+40,1	2 st å 15x10x3	+37,5 (B)
883	Dagvattenreningsanl.	+40	+40,7	55x15x3,5	+36,5 (B)
886	Dagvattenreningsanl.	+39,7	+39,5	55x15x3,5	+36,2 (B)

Tabell 11-3. Anläggningsdelar som omfattar arbete i vattenområde sträckan 19/500-22/919.

Anläggningsdel	Vatten- verksamhet	Risik exponerat objekt	Påverkan byggskede	Påverkan driftskede
Landskapsbro vid Djupdalens våtmark	Arbete i vattenområde (våtmark)	Djupdalens våtmark	Ca 2 790 m ² av våtmarken påverkas av arbetsområde	Ca 800 m ² av våtmarken påverkas genom utfyllnad
Utfyllnad av våtmarks- områden, trafikplats Rudan*	Arbete i vattenområde (våtmark)	Våtmarker vid trafikplats Rudan	Ca 9 060 m ² påverkas av arbetsområde	Ca 8990 m ² påverkas genom utfyllnad
Utökning av vägområde i våtmark vid Slätmossen**	Arbete i vattenområde (våtmark)	Våtmark vid Slätmossen	Ca 41 615 m ² av våtmarken påverkas	Ca 21 035 m ² av våtmarken påverkas

* Innefattar bland annat dagvattenreningsanläggning 881.

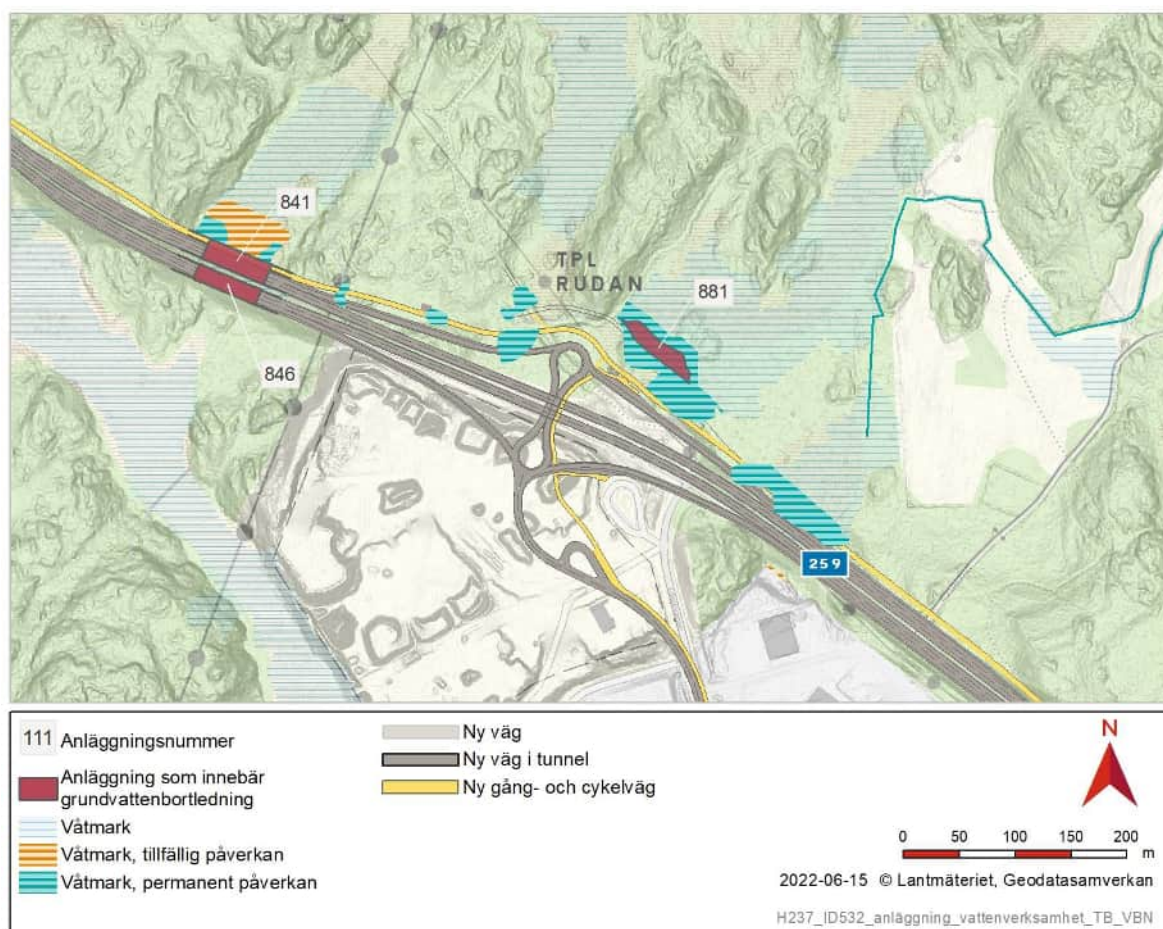
** Innefattar bland annat dagvattenreningsanläggning 883, 884, 885, 886.

11.2.1 Landskapsbro över Djupdalens våtmark samt intrång i våtmark vid trafikplats Rudan

Anläggande av landskapsbron vid Djupdalen innebär att nuvarande vägbank till del schaktas bort och till del breddas vid brons landfästen för att rymma den bredare väganläggningen.

Arbetet kommer tillfälligt ta cirka 2790 m² av våtmarken i anspråk, se Figur 11-2. Det permanenta intrånget på grund av de breddade vägbankarna uppgår till cirka 800 m². Samtidigt innebär bron att nuvarande vägbank på en yta av cirka 2350 m² kan återgå till ett mer naturligt tillstånd och åter bli ett våtmarksområde på sikt.

Grundvattenpåverkan vid anläggande av brostöden innebär schakt ned till en nivå (dräneringsnivå) på cirka +42,7. Grundvattennivån i närliggande grundvattenrör 18T584 som är beläget ca 30 meter öster om planerad bro på vägens södra sida uppmäter marknära eller periodvis artesiska grundvattennivåer. Rörspetsen, det vill säga den nivå under markytan som nivån representerar är +39,7. De artesiska förhållandena pekar på att mellan rörspetsnivå och markytan finns täta jordlager och troligen kommer inte brostödsschakten gå ned under detta tätande skikt. Skulle detta ske bedöms påverkan följa våtmarkens utbredning ca 100 meter mot norr och söder, se bilaga D1.1:8.



Figur 11-2. Figuren visar läget för landskapsbroar över Sörmlandsleden vid trafikplats Rudan som innebär grundvattenbortledning samt utbredning av permanent och tillfällig påverkan på våtmarker

Öster om trafikplats Rudan anläggs reningsanläggning för dagvatten (ID 881, km 20/700). Schaktning bedöms som djupast ske 3,3 m under medelgrundvattennivå. Schaktning sker framförallt i lerjord.

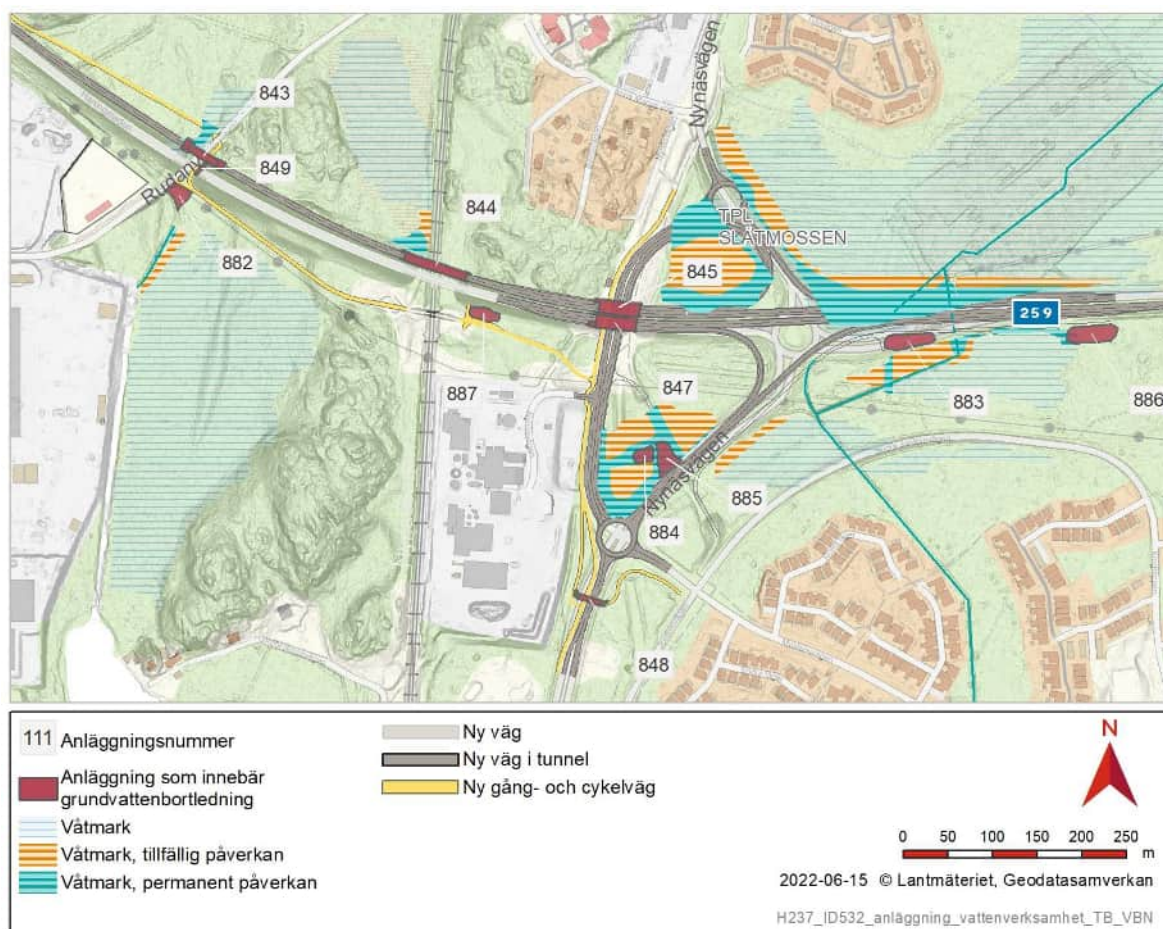
Runt trafikplats Rudan kommer flera våtmarksområden beröras genom utfyllnad, se Figur 11-2. Marken kommer att nyttjas främst som vägområde för lokalväg, GC-väg och reningsanläggning för dagvatten. Sammanlagt berörs cirka 9 000 m² av permanent anspråk. En mindre del ingår i arbetsområdet och berörs endast tillfälligt (70 m²).

11.2.2 Bro över Rudanvägen samt stödmur

För den nya bron över Rudanvägen (km 21/800) anläggs nya brostöd och en stödmur, se Figur 11-3. Anläggningsnummer för bron är 843 och för stödmuren 849. Strax söder om bro och stödmur anläggs dagvattenreningsanläggning med anläggningsnummer 882.

Bergnivån varierar kraftigt i området och jorrdjupen likaså. På grund av den varierande topografin kan schaktning ske i såväl i torv och vattenförande sandjordar som i berg. Magasinsförhållandena är delvis öppna och delvis slutna. Schaktning utförs till en nivå motsvarandes cirka 2,5 m under medelgrundvattennivå för stödmur och 3,5 m under medelgrundvattennivå för dagvattenreningsanläggningen. En temporär grundvattenpåverkan med avsänkta nivåer förväntas i samband med anläggandet till följd av inläckage av grundvatten till schakt. Inläckaget har beräknats till drygt 17 l/min. Påverkansområdet (se Bilaga D1.1:8) begränsas delvis av en intilliggande bergshöjd.

När anläggningsarbetena är klara sker en återfyllnad av schakten. Den färdiga konstruktionen kommer inte att ha någon påverkan på grundvattenförhållandena i driftskedet.



Figur 11-3. Figuren visar läget för de åtgärder vid trafikplats Slätmosen som innebär grundvattenbortledning samt intrång i våtmarker.

11.2.3 Bro över Nynäsbanan

För den nya bron över Nynäsbanan (km 22/100) anläggs nya brostöd, se Figur 11-3. Anläggningsnummer för bron är 844. Strax sydöst om brostödet anläggs dagvattenreningsanläggning 887.

Geologin i direkt anslutning till bron domineras av vattenförande sandjordar med öppna magasinförhållanden. Jorddjupet varierar dock kraftigt och berg i dagen förekommer nära planerad anläggning. Schaktning för brostöd bedöms ske till en nivå som motsvarar drygt 2 m under medelgrundvattennivå. En temporär grundvattenpåverkan med avsänkta nivåer förväntas i samband med anläggandet till följd av inläckage av grundvatten till schakt. Beräkningar visar att inläckaget till ett öppet schakt skulle bli relativt stort, runt 42 l/min. Broschaktet utförs inom tätande spont vilket begränsar inläckaget och grundvattenpåverkan. För att ytterligare begränsa inläckaget kan schaktbotten tätas med en "tätaka" av cement före länshållning för att kunna arbeta i torrhet.

När anläggningsarbetena är klara sker en återfyllnad av schakten. Den färdiga konstruktionen kommer inte att ha någon påverkan på grundvattenförhållandena i driftskedet.

Dagvattenreningsanläggning 887 anläggs drygt 3 m under medelgrundvattennivå, även denna i öppet sandmagasin. Påverkan bedöms bli likartad som för brostöd, men under betydligt kortare tid. Totalt påverkansområde redovisas i Bilaga D1.1:8.

11.2.4 Trafikplats Slätmosse

Vid den nya trafikplats Slätmosse anläggs en ny planskild korsning (ID 845, 847) för Nynäsvägen (km 22/300). Vid södra delen av trafikplatsen anläggs en GC-bro (ID 848) över Nynäsvägen vars brostöd medför grundvattenpåverkan i byggskedet. Mellan den planskilda korsningen och GC-bron anläggs två dagvattenreningsanläggningar (ID 884 och 885, km 22/300). Öster om trafikplatsen anläggs ytterligare två dagvattenreningsanläggningar benämnda 883 (km 22/600) och 886 (km 22/800).

Den planskilda korsningen anläggs i ett område med genomsläppliga isälvsediment som överlagras av fyllningsjord och/eller torv. Vid anläggningsarbetena sker schaktning i ytliga fyllningsjordar/torv/sand- och grusjordar ner till en nivå motsvarandes cirka 1 m under medelgrundvattennivå. En temporär grundvattenpåverkan med avsänkta nivåer förväntas i samband med anläggandet till följd av inläckage av grundvatten till schakt. Beräkningar visar på ett relativt stort inläckage till schakt (37 l/min). Påverkansområdets utbredning begränsas dock delvis av den bergsklack som ligger direkt nordväst om planerad schakt. Arbetena bedöms resultera i en direkt påverkan på det öppna magasinet i de västra delarna av passagen samt i det övre magasinet ovan lera i de mellersta och östra delarna. Om övre och undre grundvattenmagasin står i hydraulisk kontakt med varandra, exempelvis via de öppna delarna av isälvsavlagringen, finns risk för att grundvattenpåverkan fortplantar sig till det slutna, undre magasinet under leran. Påverkansområde redovisas i tidigare i Figur 11-1 och i Bilaga D1.1:8.

I projekteringen av trafikplatsen har vägprofilen för Nynäsvägen anpassats till grundvattennivån för att förhindra grundvattenbortledning via vägdräneringen i driftskedet. Den färdiga anläggningen kommer således inte att ha någon påverkan på grundvattenförhållandena i driftskedet.

GC-bron (ID 848) anläggs i ett område med motsvarande förhållanden som broarna ovan. Vid anläggandet sker schaktning drygt 2 m under medelgrundvattennivå. Magasinsförhållandena bedöms vara öppna. De analytiska beräkningarna som utförts visar på förhållandevis stort inläckage (41 l/min) beroende på isälvsavlagringens höga genomsläpplighet men kan begränsad av skikt med tätare jordar. Schaktet utförs inom tätande spont för att begränsa inläckaget och grundvattenpåverkan. För att ytterligare begränsa inläckaget kan schaktbotten tätas med en "tätaka" av cement före länshållning för att kunna arbeta i torrhet. Den färdiga konstruktionen kommer inte att ha någon påverkan på grundvattenförhållandena i driftskedet.

För dagvattenreningsanläggningarna 883 till 886 bedöms schaktning ske som djupast 3-4 m under medelgrundvattennivå. Schaktning sker framförallt i öppna sand- eller finsandsmagasin.

Vid trafikplats Slätmosse finns ett större och några mindre våtmarksområden, se Figur 11-3. Det största området är Slätmosse våtmark, ett område som sedan tidigare delvis är avvattnat via Slätmosse diket och ianspråktagen av befintligt vägområde. Totalt berörs cirka 41 615 m² varav cirka 21 035 m² utgörs av permanent intrång i våtmarksområdena. Marken som tillfälligt nyttjas under byggskedet kommer främst användas till tillfälliga vägar och etableringsområde samt anläggande av dagvattenreningsanläggningarna 884-886.

11.3 Riskexponerade objekt och bedömd påverkan

Nedan redovisade riskexponerade objekt har identifierats i berört delområde. För lägen, se Bilaga D1.2:8.

11.3.1 Sättningsrisker

Vid trafikplats Slätmosse finns områden med sättningsbenägen jord bestående av torv eller lera. Framförallt förekommer de öster om Nynäsvägen i anslutning till våtmarksområdena vid Slätmosse.

Förekommande byggnader inom påverkansområdet är grundlagda på berg eller isälvsavlagring och är därför inte känsliga för marksättningar.

Inom påverkansområdet för bro (ID 844) och dagvattenreningsanläggning (ID 887) vid Nynäsbanan finns en VA-ledning som på en kort sträcka bedöms vara potentiellt sättningskänslig eftersom den kan vara belägen i torvjord. Då torvjorden ligger ytligt och har liten mäktighet (ca 2 m) är det dock troligt att den schaktats bort vid ledningsläggningen. Grundvattensänkning kommer att ske i ett öppet magasin och temporärt under byggskedet. Risken för att marksättning ska uppstå genom nedbrytning av torvjordlagret vid ledningen bedöms som mycket liten.

Inom påverkansområdena för den nya planskilda korsningen (ID 845, 847) samt dagvattenreningsanläggning 883 finns fjärrvärmeledningar i torv och/eller på lera som kan vara potentiellt sättningskänsliga. Ledningarna ligger dock i områden där den nya väganläggningen planeras och kommer därför att flyttas innan byggnationen påbörjas. De nya ledningsdragningarna går antingen utanför påverkansområdet eller över fastmarksområden.

Även inom påverkansområdet för dagvattenreningsanläggningarna 884 och 885 samt GC-passagen 848 förekommer fjärrvärmeledningar i torv och/eller på lera. Ledningarna krockar med planerad väganläggning och kommer att läggas om. De nya ledningsdragningarna ligger fortsatt inom påverkansområdet och delvis i områden med torv och/eller lera. Grundvattensänkning kommer att ske temporärt under byggskedet i både öppet magasin och i övre magasin ovan lera och uppgå till

som mest 3,5 m. Om magasinen står i hydraulisk kontakt med undre magasin finns risk för avsänkning även där. Lermäktigheten varierar stort i området men har som störst noterats vara 10 m. Uppgift om lerans sättningsskänslighet saknas. Utifrån de konservativa antagandena att avsänkningen blir lika stor i undre magasin som i övre och att lermäktigheten är 10 m bedöms sättningen kunna uppgå till maximalt 5 cm.

11.3.2 Grundvattenförekomster

I delområdet passerar tvärförbindelsen grundvattenförekomsterna Jordbromalm och Handen (se även 11.1.2). Båda grundvattenförekomsterna bedöms ha goda eller mycket goda möjligheter till uttag av grundvatten. Påverkan på Jordbromalms respektive Handens grundvattenförekomst till följd av minskade infiltrationsbetingelser längs med Västerhaninge-Kolarängens isälvstråk bedöms bli försumbar, då det handlar om stora magasin där storleken av de markytor som avses hårdgöras är försumbara i förhållande till tillrinningsområdenas storlek.

Grundvattenförekomsten Handen är av stort intresse för reservvattenförsörjning genom god vattentillgång, god vattenkvalitet och närheten till Haninge Centrum. Grundvattenförekomsten Jordbromalm har isälvstråkets bästa naturliga grundvattentillgång (25-125 l/s).

Anläggningsarbeten kommer att utföras i grundvattenförekomsterna Handen och Jordbromalm. Grundvattenbortledningen är relativt liten och begränsad till byggskedet och bedöms därmed ge försumbar kvantitativ påverkan. På grund av risk för mobilisering av förorenat grundvatten kan grundvattenförekomsterna dock påverkas kvalitativt. Detta kommer att bevakas i byggskedet.

11.3.3 Vattentäkter och vattenskyddsområde

11.3.3.1 Hanvedens vattentäkt

Hanvedens grundvattentäkt är belägen 2 km söder om väg 259 i höjd med km 22/000 inom isälvstråket Västerhaninge–Kolarängen. Täkten används sedan 2008 av ett privat bolag för dryckesproduktion. Under 2011 levererades i medeltal 30 m³ vatten per dag från täkten (Tyréns, 2012).

Hanvedens vattentäkt användes tidigare även av Haninge kommun och utgör än idag reservvattentäkt för kommunen, som fortfarande är taktens huvudman. Det ursprungliga vattenverket med brunnar och byggnad finns kvar och kan tas i drift vid behov.

Tillhörande vattenskyddsområde, också med namnet Hanveden, beslutades i december 2020. Området har reviderats och utökats jämfört med det ursprungliga vattenskydds-område från 1970 (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2020-12-07).

Grundvattentäkten ligger utanför påverkansområde för grundvatten och kommer inte påverkas av planerad vattenverksamhet.

11.3.3.2 Kolartorps vattentäkt

Tidigare har det i centrala Handen funnits ett vattenverk benämnt Kolartorp (Tyréns, 2012). Verket anlades under 40-talet och producerade fram till år 2005 omkring 1100 m³/dygn. Verket är idag tagit ur drift och endast en brunn finns kvar. Varken vattendom eller skyddsområde kopplat till täkten finns, och har heller aldrig funnits. Enligt Haninge kommuns VA-plan är vattentäkten inte längre aktuell och behöver inte beaktas i planeringen (Haninge kommun, 2015).

Täkten ligger på betydande avstånd från planerade vattenverksamheter och kommer inte påverkas.

11.3.4 Kultur- och naturmiljö

11.3.4.1 Kulturmiljö

I anslutning till trafikplats Slätmosse finns en husgrund (L2013:9871), klassad som en övrig kulturhistorisk lämning och en boplatz (L2014:3544) som är en fornlämning, se bilaga D1.2:8. Vid en arkeologisk schaktningsövervakning i maj 2022 bedömdes fornlämningen i princip ha undersökts i sin helhet och endast en liten yta kvarligger i norr. Lämningens lägesangivelse bedömdes vidare vara felaktig och den har därefter korrigerats något utifrån vad som visas i Bilaga D1.2:8. Kvarstående delar av fornlämningen kommer att undersökas och tas bort när vägplanen vunnit laga kraft. Den övriga kulturhistoriska lämningen bedöms redan vara bortgrävd då den är belägen under befintlig GC-väg.

11.3.4.2 Naturmiljö

Längs sträckan har två naturvärdesobjekt (NVI-objekt), belägna strax väster om trafikplats Rudan, bedömts vara potentiellt grundvattenberoende. Objekten beskrivs i Tabell 11-4 och deras läge och utbredning framgår av bilaga D1.2:8. Utöver dessa NVI-objekt förekommer ett flertal våtmarksområden i anslutning till de planerade trafikplatserna, se Bilaga D1.2:8.

Vid trafikplats Rudan finns ett våtmarksområde med kärrskogar som preliminärt bedöms ha "påtagligt" naturvärde. Runt trafikplatsen sker utfyllnad av våtmarksområden då befintlig väg 259 breddas, en gång- och cykelväg samt en anläggning för rening av vägdagvatten anläggs. Både tillfällig och permanent påverkan uppstår. Påverkan på våtmarksområdena är marginell i förhållande till hela våtmarksområdet. Utfyllnaden inom det tillfälliga markanspråket kommer att tas bort och markskiktet återställas.

Även vid trafikplats Slätmosse finns ett större och några mindre våtmarksområden. Det största området är Slätmossens våtmark som inrymmer en sumpskog. Sumpskogens södra del, närmast väg 259, är mosseskog som domineras av tallar. Dess norra del är en kärrskog som är en blandskog av löv och barr. Sumpskogen bedöms ha "påtagligt" naturvärde. Området är sedan tidigare avvattnat. Slätmosse har två utlopp, varav det ena är Slätmossendiket. Sumpskogen strax väster om Nynäsbanan (22/000) når inte upp till kriterier för "visst" naturvärde. Våtmarksområdena vid Slätmosse bedöms inte påverkas av planerad grundvattenbortledning men genom tillfälligt och permanent intrång. Påverkan är dock marginell i förhållande till hela våtmarksområdets storlek.

Tabell 11-4. Potentiellt grundvattenberoende naturvärdesobjekt i delområdet.

NVI-objekt	Mark- och vattenförhållanden	Bedömd påverkan
217 – Trädbevuxen myr Naturvärdesklass 3 - påtagligt naturvärde Trädbevuxen myr med enstaka senvuxna tallar samt gott om död ved ger ett påtagligt biotopvärde. Artvärdet är obetydligt.	Fastmatta med vitmossor, björnmossor och starrarter.	En temporär påverkan bedöms uppstå i samband med schakt för landskapsbro. Grundvattenbortledningen bedöms pågå i ett halvår per bro och innebära en avsänkning på cirka 2 m. Efter byggtiden återställs ett område (2 350 m ²) som idag är en del av vägen men tidigare var ett våtmarksområde.
219 – Myr med tätt buskskikt Naturvärdesklass 3 - påtagligt naturvärde Myr delvis bevuxen med klenvuxen tall, al och glasbjörk. Enstaka naturvårdsarter och dess bidrag till landskapets variation ger ett påtagligt naturvärde.	Blöt fastmatta med vitmossor, starrarter, rosling och risväxter på tuvor. Närmast vägen, strax söder om objektet, finns en viss hydrologisk påverkan genom upptorkning och igenväxning. Objektet sträcker sig vidare mot nordöst utanför inventeringsområdet.	

11.3.5 Förorenade områden

I delområdets östra delar, söder om väg 259 i höjd med km 22/200, finns ett potentiellt förorenat område i form av ett kraftvärmeverk (EBH-ID: 125848) söder om planerad väg. Ytterligare ett potentiellt förorenat område identifierat av Tyréns finns i närheten. I samband med grundvattennivåmätningar i fält söder om tvärförbindelsen mellan Jordbro företagspark och Nynäsvägen har petroleumlukter noterats i flera rör. Ingen provtagning av grundvatten har utförts i rören.

Anläggningsarbeten utförs i nära anslutning till dessa områden (se avsnitt 11.2.3 och 11.2.4). Vid områdena förekommer öppna magasin i genomsläppliga jordar och risk för mobilisering av förorenat grundvatten föreligger. Som en försiktighetsåtgärd provtas mark och grundvatten och bevakas inför och under byggtiden.

12 Sammanfattning av skyddsåtgärder

Hydrogeologiska och hydrologiska åtgärder vidtas om det finns en oacceptabel risk för påverkan på närliggande riskobjekt i bygg- eller driftskede. I Tabell 12-1 nedan finns en sammanställning av skyddsåtgärder som appliceras inom programmet. Beskrivningar för de olika skyddsåtgärderna vid respektive anläggningsdel finns i avsnitt 5 till 10.

Tabell 12-1. Sammanfattning av skyddsåtgärder och de anläggningar eller vattendrag där de tillämpas.

Typ av skyddsåtgärd	Anläggningar eller vattendrag där de tillämpas (anläggningsnummer inom parentes)
Grumlingsbegränsande åtgärder	• Glömstadiket • Flemingsbergsdiket
Tätning av schakt	• Släckvattenstation Flottsbro (281) • Kulvert för vattenledning Flottsbro (243) • Tråg väster om Glömstatunneln (246) • Pumpstation för vägdayvatten (384) • Ledningskulvert (343) • Pumpstation GC-passage Kästa (386) • Solgårdstunneln inklusive anslutande tråg (441, 44E, 44D) • Bro över Nynäsbanan (844) • GC-bro över Nynäsvägen (848)
Injektering av sprickor i berg	• Bergbotten i Masmotunnelns betongdel • Masmotunneln inklusive södra förskärningen • Glömstatunneln inklusive förskärningar • Flemingsbergstunneln inklusive förskärningar
Infiltration	• Vid trafikplats Solgård • Som extra skyddsåtgärd inom redovisade påverkansområden. Detta bedöms främst kunna vara aktuellt vid: ○ trafikplats Flottsbro ○ trafikplats Kästa

13 Referenser

Calluna, 2016. Grod- och kräldjursinventering. Maj-juni 2016. oN140017

Enetjärn Natur, 2017. Inventering och bedömning naturvärde norra korridoren Huddinge, Haninge och Botkyrka kommun, Stockholms län. oN140009

Trafikverket, 2020[a]. Naturvärdesinventering ytvatten 2018. oG141047

Trafikverket, 2020[b]. PM Groddjur i Gömmarens naturreservat. Vårbybron och trafikplats Gömmaren. Väg 259 Tvärförbindelse Södertörn. Botkyrka, Huddinge och Haninge kommun, Stockholms län. Informationshandling. 1N140002

Trafikverket, 2019[a]. PM Markavvattningsföretag inom Tvärförbindelse Södertörns påverkansområde. oG141046

Trafikverket, 2019[b]. Rapport provpumpning Solgård. 4G141001

Trafikverket, 2019[c]. PM Geoteknik. oG140010. Resultaten från utförda geotekniska undersökningar redovisas samlat för hela programmet i markteknisk undersökningsrapport, MUR oG140030

Trafikverket, 2019 [d]. Markteknisk undersökningsrapport Hydrogeologi. oG141013

Trafikverket, 2019[e]. PM Naturvattenflöden och översvämningssrisker. oW140006. Revidering 2020-01-17

Övriga källhänvisningar

Alberts C., Gustafson G., 1983. Undermarksbyggande i svagt berg: 4 Vattenproblem och tätningssåtgärder. Stiftelsen Bergteknisk Forskning – BeFo 106. Stockholm 1983.

Geo Logic, 2010. Beskrivning och utvärdering av provpumpning maj 2010. 2010-07-29.

Gustafson G., 1986. Geohydrologiska förundersökningar i berg. Bakgrund – metodik – användning. Stiftelsen Bergteknisk Forskning – BeFo 84:1/86. Stockholm 1986.

Haninge kommun, 2015. VA-plan för Haninge Kommun.

Huddinge kommun. Miljöbarometern för Orlången
(<http://miljobarometern.huddinge.se/sjoar/orlangen-alla/>). Hämtat 2022-03-10.

Livsmedelsverket, 2017. Dricksvattenföreskrifter SLVFS 2001:30 med ändringar omfattande. LIVSFS 2017:2.

Lantmäteriet. (<https://minkarta.lantmateriet.se/>).

Länsstyrelsen i Stockholms län, 2020-12-07. Beslut om vattenskyddsområde med föreskrifter för Hanvedens grundvattentäkt i Haninge kommun. Länsstyrelsens beteckning 513-22222-2015.

Länsstyrelsen i Stockholms läns planeringsunderlag, 2020-10-27: förorenade områden. [https://ext-geodatakatalog-forv.lansstyrelsen.se/PlaneringsKatalogen/?filter=\(sakomrade%3D2%20Milj%C3%B6%20oh%C3%A4lsa%20och%20s%C3%A4kerhet\)&SplashScreen=no](https://ext-geodatakatalog-forv.lansstyrelsen.se/PlaneringsKatalogen/?filter=(sakomrade%3D2%20Milj%C3%B6%20oh%C3%A4lsa%20och%20s%C3%A4kerhet)&SplashScreen=no)

Länsstyrelsen, 2020. Länsstyrelsernas våtmarksinventering, webbGIS. (<https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>).

Länsstyrelsen, 2021. VISS (förvaltande myndighet Länsstyrelsen i Jönköpings län, (<https://viss.lansstyrelsen.se>, miljö kvalitetsnormer beslutade i december år 2021)

Naturvårdsverkets Nationella Marktäckedata (NMD). Nedladdat vid geodata.se under våren 2021.

Naturvårdsverket, 2009. Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976.

Naturvårdsverket, 2008. Havs- och vattenmyndigheten (2008, 2011): Vattenverksamheter. Handbok för tillämpningen av 11 kapitlet miljöbalken. Handbok 2008:5.

Riksantikvarieämbetets Fornsök (FMIS): fornlämningar (<https://pub.raa.se/>). Senaste nedladdning gjord 2020-09-28.

SGU, 2020[a]. Brunnsarkivet, Grundvattendata, Brunnar., (<http://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-peramnesomrade/grundvattendata/brunnar/>)

SGU, 2020[b]. Handledning, Bedömning av influensområde avseende vatten. Analytiska modeller. (<https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/bedomning-av-influensomrade-avseende-grundvatten/berakningsmodeller/analytiska-modeller/>)

SGU, 2015. Vikberg E., Thunholm B., Thorsbrink M., Dahné J., 2015. Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier. SGU-rapport 2015:19.

SGU, 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01. ISBN 978-91-7403-193-5.

SGU, 1966. Utlåtande angående Vårby källa.

Skogsstyrelsen, 2020. Skogens pärlor, nyckelbiotop och sumpskogar (<https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>)

SMHI, 2020. SMHI och Havs- och vattenmyndighetens Vattenweb. (<http://vattenweb.smhi.se/modelarea/>)

SMHI, 2015. Framtidsklimat i Stockholms Län – enligt RCP Scenarier. Klimatologi Nr. 21.

Tyréns, 2012. VA-översikt för Haninge kommun.

Tyréns, 2020. Grundvattenundersökning, Flemingsbergsdalen, Huddinge kommun. PM Miljögeoteknik. 2020-11-27.

VAS-rådet, KSL Kommunförbundet Stockholms län, Länsstyrelsen i Stockholm län, Regionplane- och trafikkontoret, (2009). Dricksvattenförekomster i Stockholms län, Prioriteringar för långsiktigt skydd. VAS-rådets rapporter nr 6. ISSN 1653-8870.

Werner K., Collinder P., 2011. Grundvattenberoende ekosystem. Översiktlig inventering av känslighet och värde för svenska naturtyper och arter inom nätverket Natura 2000.

WSP, 2011. Regulatorn 1, Huddinge kommun, Sanering av PCB-förorenad jord. Slutrapport. 2011-11-30

Vägverket, 2009. Masmolänken, Teknisk PM Geoteknik. 2009-10-12.

14 Begrepp och definitioner

Akvifer: En i berg eller jord vattenförande formation som kan avge vatten i användbara volymer.

Artesiskt grundvatten: Grundvatten med en trycknivå över marknivå kallas artesiskt grundvatten. Många brunnar tar sitt vatten ifrån så kallade slutna grundvattenmagasin, det vill säga magasin som begränsas uppåt av ett för vattnet svärgenomträngligt lager till exempel tät moränlera. Om det slutna magasinet står i förbindelse med högre belägna vattensamlingar kan grundvattnet vara under sådant tryck att det i en brunn kan stiga över markytan. I områden där det svärgenomträngliga övre lagret är tunt eller saknas kan vatten sippra upp ur marken och detta kallas då för en artesisisk källa.

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.

Avrinningsområde: Det landområde, inklusive vattendrag och sjöar, som avvattnas via ett specifikt vattendrag eller sjö. Ett huvudavrinningsområde kan bestå av flera delavrinningsområden.

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

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

Betongtråg: En betongtunnel utan tak. Byggs i jordlager där anläggningen börjar övergå till ytförlagd.

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

Boxkulvert: Kulvert med rektangulärt tvärsnitt.

Byggskede: Definieras 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.

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.

Bäckdråg: Ett tydligt utströmningsområde av grundvatten med en bäck i botten. Bäckens är mer eller mindre är täckt av vegetation under högsommaren.

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.

Ekologisk status: Bedöms av vattenmyndigheten i en femgradig skala från dålig till otillfredsställande, måttlig, god och hög status. Vid bedömningen är de biologiska kvalitetsfaktorerna som beskriver växt- och djurlivet i vattenförekomsten styrande. De övriga kvalitetsfaktorerna fysikalisk-kemiska egenskaper samt hydromorfologi stödjer den biologiska bedömningen. Om biologiska mätdata saknas utgör de fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska bedömningarna grund för den ekologiska statusen.

Energibrunn: Anläggning med borrhål i berg för utvinning eller lagring av energi.

Enskilda vattentäkter: Brunnar som används för egen dricksvattenförsörjning till hushåll (permanent och fritidsboende), mindre jordbruk och till trädgårdsbevattning.

Fornlämning: Lämning av mänsklig verksamhet i landskapet. En fornlämning ska ha uppkommit genom ett äldre bruk och vara varaktigt övergiven. Fornlämningar omfattas av lagstiftning i Kulturmiljölagen.

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

Fuktdråg: Ett tydligt utströmningsområde utan uttalad bäck.

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.

Grundvattenberoende objekt: Alla typer av objekt som påverkas av grundvattennivån i marken, exempelvis vissa typer av byggnader, fornlämningar, naturmiljöer, källor, vattendrag och våtmarker.

Grundvattendelare: Avgränsar grundvattenmagasin och styr åt vilket håll grundvattnet kommer strömma.

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 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.

Kemisk grundvattenstatus: Bestämmer vattenmyndigheten genom att låta mäta halterna av miljögifter eller föroreningar i en grundvattenförekomst. Värdena jämförs mot gränsvärden som inte får överskridas om status ska bedömas som god. Statusen uttrycks i en tvågradig skala antingen som god eller otillfredsställande.

Kemisk status: Statusen uttrycks i en tvågradig skala antingen som god eller uppnår ej god. Statusen bedöms på samma sätt som den kemiska grundvattenstatusen.

Kvantitativ status: Är god om vattenuttagen är i balans med grundvattenbildningen för en grundvattenförekomst.

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 arbetsytor 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.

Markavvattningsföretag: Oftast en samfällighet med tillstånd till markavvattning. Begreppet kan avse den fysiska anläggningen, den juridiska personen som samfälligheten utför eller både och.

MIFO: Metodik för Inventering av Förorenade Områden som tillämpas av länsstyrelserna. Metodiken syftar till att bedöma risken för påverkan på människors hälsa och miljö på ett enhetligt sätt för att till exempel möjliggöra prioritering mellan olika objekt. Risken bedöms på en fyrgradig skala där klass 1 och klass 2 innebär att åtgärdsbehov föreligger.

Påverkansområde för grundvatten: Det område inom vilket grundvattenbortledning förväntas kunna ge en direkt påverkan på grundvatten i sådan omfattning att den 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. Påverkan gäller utan ytterligare skyddsåtgärder än planerad tätning av berg och stödkonstruktion.

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**.

RCP: *Representative Concentration Pathways* (RCP) är scenarier över hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden. Det benämns strålningsdrivning och uttrycks som watt per kvadratmeter (W/m²). RCP-scenarierna benämns med den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100 exempelvis 4,5 eller 8,5 W/m². Scenariot RCP8,5 innebär fortsatt höga utsläpp av koldioxid och vid år 2100 är utsläppen tre gånger så stora som i dag. I scenariot RCP4,5 kulminerar utsläppen av koldioxid år 2040.

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

Riskexponerade objekt: De yt- eller grundvattenberoende objekt och värden som efter utredning bedöms kunna påverkas av vattenverksamheterna.

Riksintresse: Geografiska områden av nationell betydelse för en rad olika samhällsintressen kan pekas ut som områden av riksintresse enligt 3 och 4 kap. miljöbalken. Områdena kan vara viktiga av olika skäl och ha olika bevarandevärden.

Råvatten: Ingående vatten (från brunn eller sjö) till vattenreningsverk för dricksvattenproduktion.

Rörbro: En trumma som överstiger två meter 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.

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 tätt 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.

Tillrinningsområde: Den markyta varifrån vatten avrinner till en sjö eller ett vattendrag.

Torrskorpelera: Utgör ofta den övre delen av en lerprofil och är lera som utsatts för uttorkning, tjälning och vittring. Torrskorpelera har högre genomsläpplighet än djupare lerlager.

Trumma: En ledning under väg med öppna ändar (mynningar) 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**.

Tunnelmynning: 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.

Vandringshinder: Ett hinder som gör att fiskar, vattenlevande organismer och andra djur som använder ett vattendrag som vandringsstråk, inte kan vandra sina naturliga vägar.

Vattenanläggning: Avser en anläggning som har kommit till genom en vattenverksamhet, tillsammans med manöveranordningar som hör till anläggningen. 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.

Vattenskyddsområde: Ett geografiskt område som är fastställt av en kommun eller länsstyrelsen till skydd av ett vattenområde eller grundvattenmagasin som redan används eller som kan användas som för dricksvattenförsörjning.

Vattentäkt: Det geografiska område som råvatten till dricksvatten kommer ifrån. För en ytvattentäkt avses sjön som råvattnet tas från, medan en grundvattentäkt oftast avser själva brunnen eller brunnsområdet.

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 procent 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.

Ytvattenberoende objekt: Alla typer av objekt som är beroende av ytvatten, exempelvis befintliga tillstånd till vattenverksamhet, ytvattentäkter, sjöar, vattendrag och våtmarker samt viss natur- och kulturmiljö.

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 strandvägen 98
Telefon: 0771-921 921, Förmedlingstjänster telefoni: 010-123 50 00

www.trafikverket.se