

Ansökan om ändring av villkor

Bilaga 1. Tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka, Södermalm och Söderort, omprövning av villkor för inläckage under byggtiden.

Tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och Söderort

Omprövning av villkor för inläckage under byggtiden

[illegible]

Innehållsförteckning

1.	Inledning	4
2.	Tätning av tunnlar	6
2.1.	Metodik för tätning av tunnlar	6
2.2.	Ändrade geologiska förutsättningar	6
2.3.	Erfarenheter från injekteringsarbeten	6
	Arbetstunnel Londonviadukten och station Sofia	6
	Arbetstunnel Hammarby fabriksväg	9
	Arbetstunnel Värmdövägen	11
	Järla och Nacka	13
	Arbetstunnel Sundstabacken och station Gullmarsplan	16
3.	Förberedelser för infiltration	18
3.1.	Färre känsliga objekt	18
3.2.	Färdigställda och planerade infiltrationsanläggningar	21
3.3.	Summering av förberedelser för infiltration	22
4.	Miljökonsekvenser	23
4.1.	Säkerställande av att inläckagevillkor efterlevs	23
4.2.	Norrmalm och Skeppsholmen	23
4.3.	Södermalm	25
4.4.	Sickla udde och västra Nacka	26
4.5.	Östra delen av Nacka	28
4.6.	Mårtensdal och Hammarby sjöstad	29
4.7.	Söderort, inklusive Sockenplan	31

1. Inledning

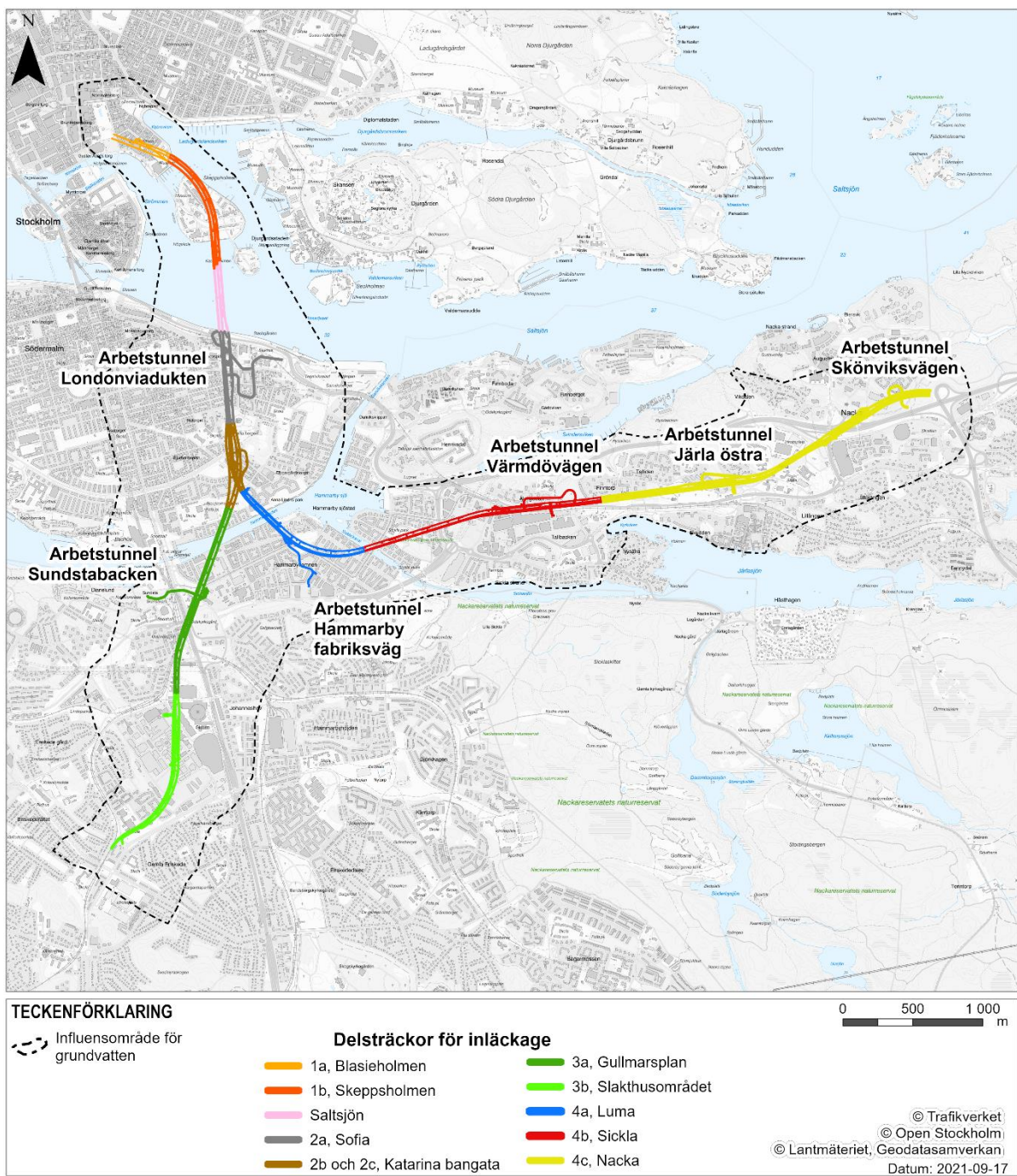
Region Stockholm, Förvaltning för utbyggd tunnelbana, ("**Regionen**"), har genom Mark- och miljödomstolens vid Nacka tingsrätt deldom den 19 juni 2019 meddelats tillstånd till bortledning av grundvatten och infiltration för anläggandet av tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och Söderort. Tillståndet är förenat med ett antal villkor. Bland annat ska Regionen utföra tätningsarbeten så att inläckaget av grundvatten till tunnlarna begränsas. Olika inläckagevillkor gäller för bygg- och drifttid. Inläckagevillkoren gäller som begränsningsvärden, vilket innebär att överskridanden är direkt straffsanktionerade.

Efter meddelandet av tillståndet har Regionen genomfört ytterligare förundersökningar för detaljprojektering och därutöver har tunneldrivning för vissa arbetstunnlar påbörjats. Undersökningarna visar att det finns färre känsliga objekt inom influensområdet än vad som har redovisats i ansökan. Undersökningarna och den inledande tunneldrivningen visar samtidigt att det finns fler svaghetszoner i berget än vad som ursprungligen prognosticerats. De tillkommande svaghetszonerna har medfört ett ökat inläckage till tunnlarna. Svaghetszonerna har därutöver visat sig svåra att täta, vilket medfört att arbetet med tätningsåtgärder tagit längre tid än förväntat.

Detta leder sammantaget till en stor osäkerhet för Regionen, särskilt mot bakgrund av att villkoret för högsta tillåtna inläckage under byggtiden formulerats som ett begränsningsvärde. Vid ett inläckage som bedöms kunna leda till att inläckagevillkoret överskrids, måste Regionen få tillräckligt med tid till att utföra de åtgärder som krävs för att villkoret ska kunna innehållas. Mot bakgrund av detta ansöker Regionen om att ändra villkor 4 i tillståndet, avseende inläckage under byggtiden, så att det istället uttrycks som ett riktvärde.

Denna PM beskriver de undersökningar som utförts, inledande erfarenheter från tunneldrivningen och de förberedelser som utförts för infiltration. Dessutom beskrivs förväntade miljökonsekvenser av ett temporärt högre inläckage under byggtiden.





Figur 1.1 Översiktskarta över tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och Södertörn med beslutade delsträckor för högsta tillåtna inläckage markerade.

2. Tätning av tunnlar

2.1. Metodik för tätning av tunnlar

Regionen arbetar efter en metodik som innebär att det genomförs en omfattande förinjektering av alla tunnlar. Vid passage av svaghetszoner sker kompletterande förinjektering, både genom att fler borrhål borrar i samband med varje injektering och genom att injekteringen utförs i fler omgångar. Vid behov utförs också efterinjektering. Några ytterligare insatser för att täta tunnarna, till exempel klä in hela anläggningen i betong (så kallad betonglining), bedöms inte motiverade sett till den begränsade miljönyttan jämfört med ökade kostnader och förlängd byggtid. En sådan åtgärd skulle dessutom inte hinna bli klar förrän i slutet av byggtiden, varför behovet av villkorsändringen ändå skulle kvarstå under huvuddelen av byggtiden.

2.2. Ändrade geologiska förutsättningar

Som nämnts ovan har nya svaghetszoner i berget identifierats sedan miljödomen erhöles. Detta gäller framför allt inom delsträckorna 4b Sickla och 4c Järla och Nacka. Sammantaget innebär de ytterligare svaghetszonerna att berget i genomsnitt är betydligt mer vattenförande än vad som tidigare var känt. I ansökningshandlingarna angavs att berget i Nacka i genomsnitt hade en hydraulisk konduktivitet på $1,0 \times 10^{-8}$ m/s, men enligt de nya undersökningarna antas nu att den är likartad som i Stockholm, $3,0 \times 10^{-8}$ m/s. Injekteringsinsatserna kommer därför att behöva ökas, och arbetena med tätningar kommer att ta betydligt längre tid än vad som var förväntat.

2.3. Erfarenheter från injekteringsarbeten

Erfarenheterna från hittills genomförd tunneldrivning av arbetstunnlar och spårtunnlar visar att metodiken för tätning av berget med förinjektering fungerar väl i de flesta områden. Tunneldrivningen har dock passerat ett antal svaghetszoner. Den sammantagna erfarenheten från drivning genom dessa zoner är att berget i dessa områden är mer besvärligt att täta och att arbetet med tätningsåtgärder därmed tar längre tid än förväntat. Nedan följer en beskrivning av hittills vunna erfarenheter av injekteringsarbeten och inläckage för de olika delsträckorna.

För att följa upp inläckaget i tunnarna har inläckageprognoser tagits fram för respektive delsträcka. För de sträckor som har olika inläckagevillkor för byggtid och drifttid har olika prognoser tagits fram, en för byggtiden och en för drifttiden. Genom att arbeta med inläckageprognoser skapas ett bra underlag för att bedöma hur projektet ligger till i förhållande till inläckagevillkoren. Regionen arbetar systematiskt enligt en handlingsplan, där inläckage och genomförd injektering utvärderas löpande och injekteringen anpassas efter de förhållanden som råder. Generellt har inläckaget legat under prognosen i de arbetstunnlar där berget är av relativt god kvalitet. Vid passage av svaghetszoner läcker det dock in mer vatten än beräknat.

Arbetstunnel Londonviadukten och station Sofia

Tunneldrivning av arbetstunnel Londonviadukten påbörjades i mars 2020 och grundvattenbortledning inleddes i juni samma år. I oktober 2021 hade arbetstunneln drivits hela vägen ner till spårtunnlarna och en del av servicetunneln och spårtunnlarna hade drivits ut. Framdriften för tunneldrivningen visas i figur 2.1. Arbetstunneln ingår i delsträcka 2a.

Inläckagemätningar utförs löpande och dessa jämförs med prognos, se figur 2.2. Eftersom det finns olika inläckagevillkor för byggtid och drifttid har två prognoser tagits fram. Arbetstunneln drevs inledningsvis i berg med bra kvalitet och inläckaget följde den stränga prognosen för

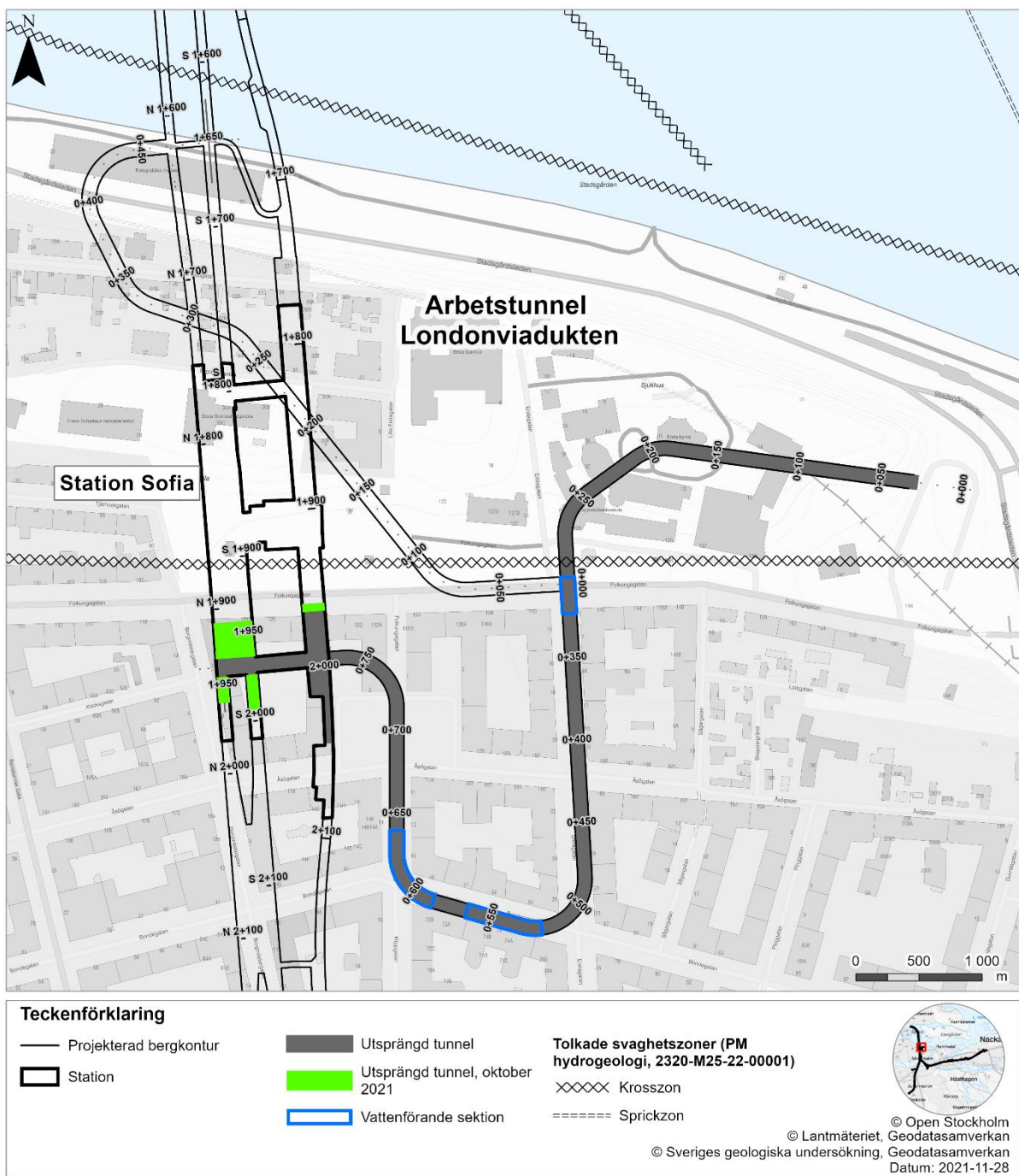


drifftiden. Efter att tunneln vek av söderut i november 2020 passerade den en vattenförande svaghetszon, som löper parallellt med Folkungagatan (se figur 2.1). Berget var besvärligt att både tätta och förstärka och stora insatser fick genomföras under drivningen. Omfattande förinjektering utfördes inför drivningen och när injekteringen utförts i flera omgångar konstaterades det att berget riskerade att falla sönder ifall fler borrhål för injektering utfördes. En sprängsalva genomfördes för att få färsk påhugg för injekteringsborrningen och därefter utfördes förnyad injektering. Trots detta ökade inläckaget markant vid drivning genom zonen och ytterligare injekteringar utfördes. Inläckaget följde efter passagen prognosen för byggtidens villkor. Efter detta har kompletterande efterinjektering med kemiska tätningsmedel utförts, vilket har begränsat inläckaget något ytterligare.

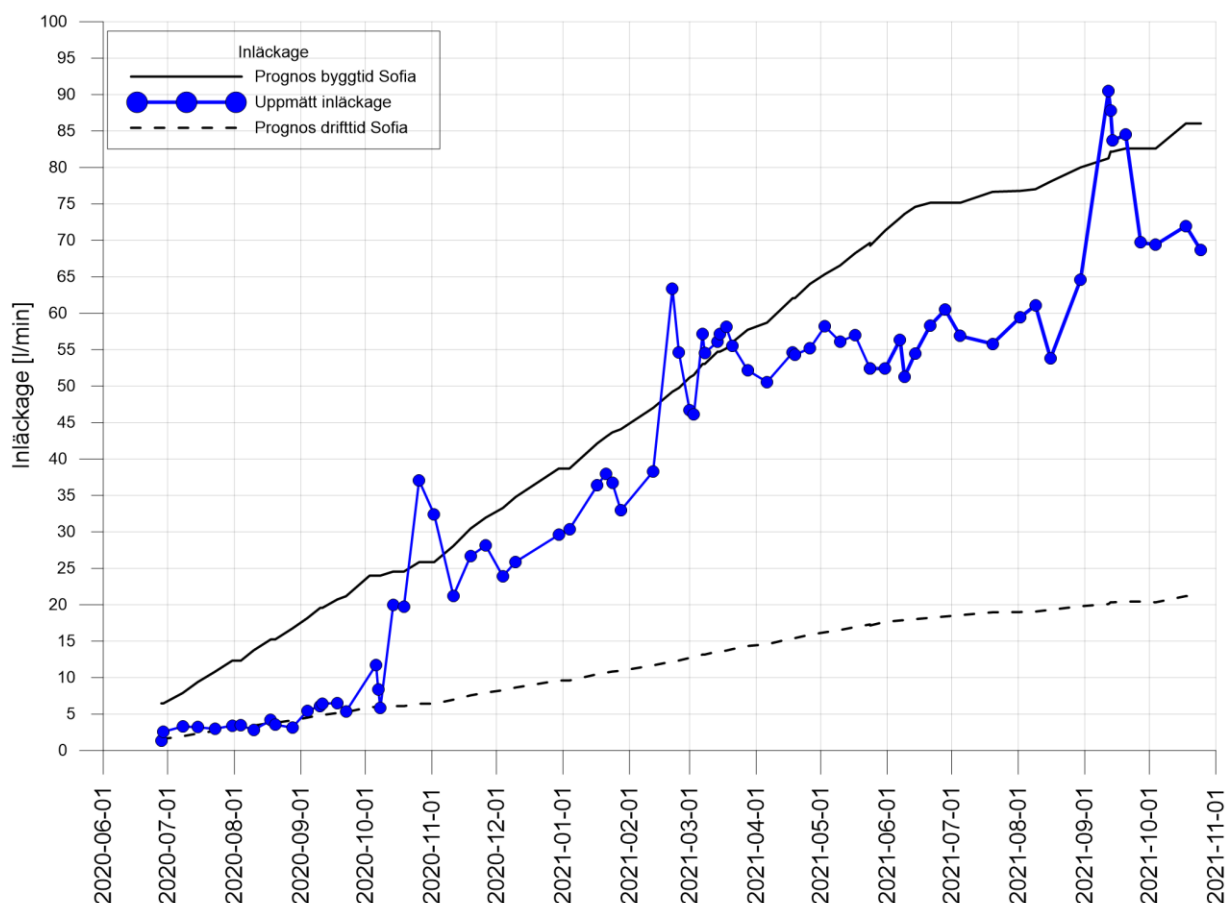
Ytterligare en svaghetszon passerades under mars 2021 i kurvan ner mot spårtunnlarna. Även här utfördes extra injekteringar, men inläckaget ökade ändå markant. Ytterligare tätningsinsatser och tekniska anpassningar av injekteringen har dock medfört att inläckaget minskat successivt. Sedan dess har inläckaget ökat även vid drivningen av stationen på grund av uppsprucket berg.

För närvarande pågår planering av injektering med tanke på att svaghetszonen vid Folkungagatan ska passeras igen med såväl servicetunnel som spårtunnlar. Dessutom utreds möjligheter till efterinjektering i de vattenförande passagerna. Regionen kommer emellertid att behöva tid för att utföra sådana åtgärder.





Figur 2.1 Framdrift i arbetstunnel Londonviadukten i oktober 2021.



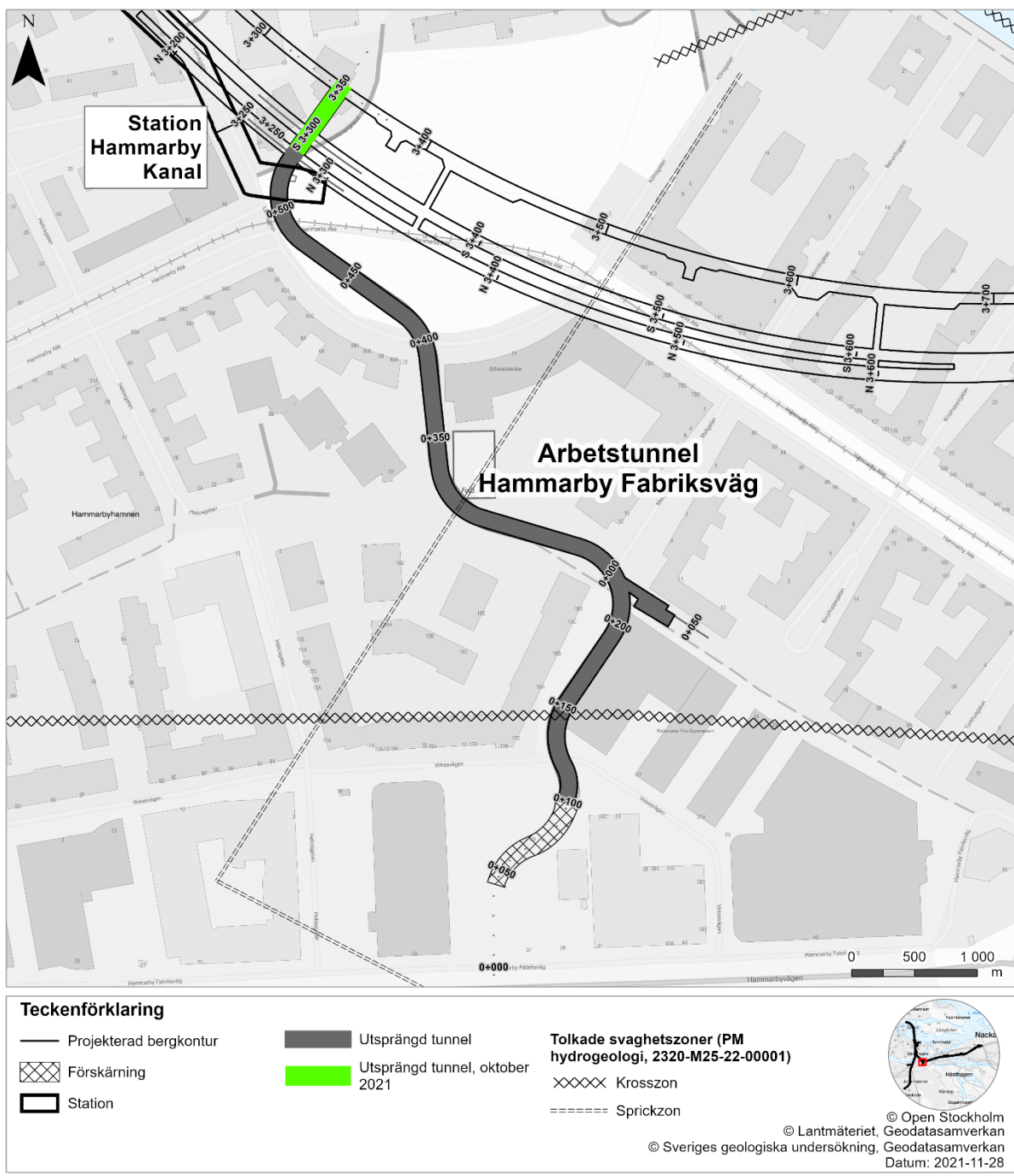
Figur 2.2 Inläckage under drivningen av arbetstunnel Londonviadukten, samt jämförelse med inläckageprognos. Inläckaget följer prognosen för drifttiden i början av tunnelndrivningen, men ökar markant i samband med passage av vattenförande zoner i oktober 2020, mars 2021, samt september 2021.

Arbetstunnel Hammarby fabriksväg

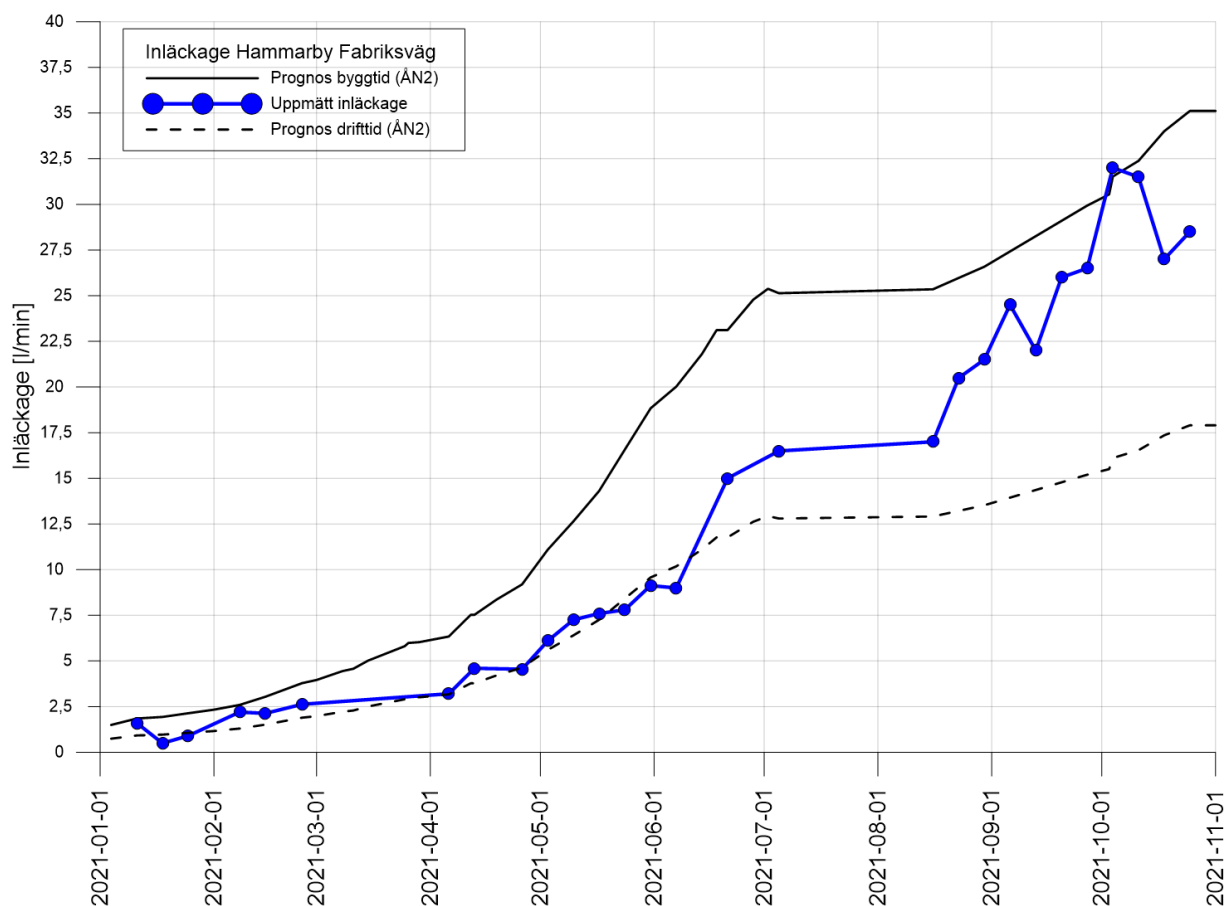
Tunnelndrivning av arbetstunnel Hammarby fabriksväg påbörjades i november 2020.

Grundvattenbortledning inleddes i december 2020. I oktober 2021 hade hela arbetstunneln drivits ut. Framdriften för tunnelndrivningen visas i figur 2.3. Arbetstunneln ingår i delsträcka 4a.

Inläckagemätningar utförs löpande och dessa jämförs med prognos, se figur 2.4. Eftersom det finns olika inläckagevillkor för byggtid och drifttid har två prognoser tagits fram. Tunneln drevs inledningsvis i berg med bra kvalitet och inläckaget har följt den stränga prognosen för drifttiden. Under sommaren 2021 har tunneln passerat enstaka vattenförande sprickzoner och extra injektering har behövt utföras. Trots den extra injekteringen har inläckaget ökat så att det nu ligger över prognosen för drifttiden, dock under prognosen för byggtiden. Större vattenförande zoner kommer att passeras under Hammarby kanal längs delsträckan och det vore önskvärt att inläckaget ligger under prognosen för både byggtiden och drifttiden, i syfte att skapa marginal för ökade inläckage. Regionen jobbar därför aktivt med att minska inläckaget genom att kontinuerligt anpassa injekteringen.



Figur 2.3 Framdrift i arbetstunnel Hammarby fabriksväg i oktober 2021.

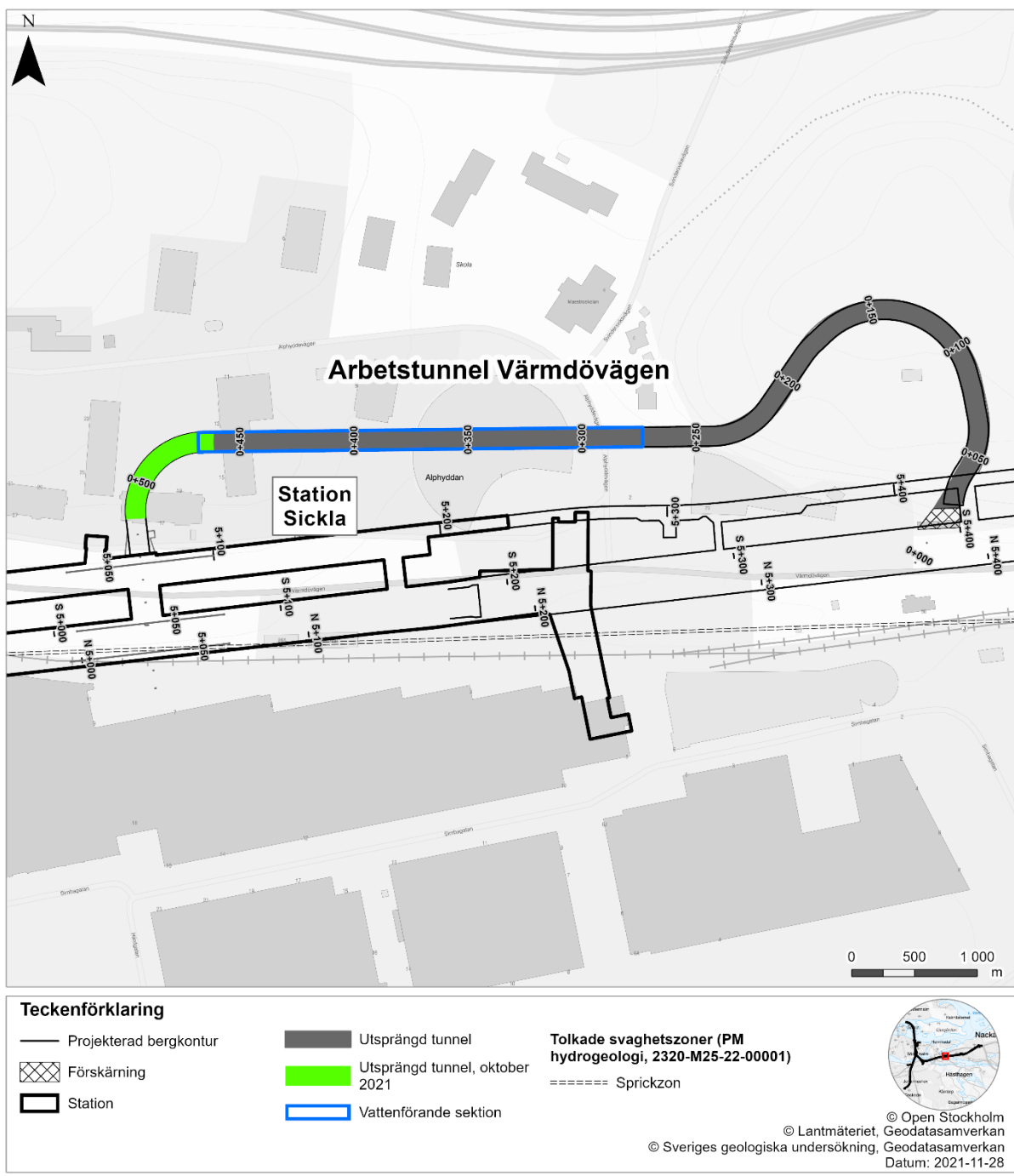


Figur 2.4 Inläckage under drivningen av arbetstunnel Hammarby fabriksväg, samt jämförelse med inläckageprognos. Inläckaget följer prognosen för drifttiden i början av tunneldrivningen, men ökar något i samband med passage av vattenförande sprickor under sommaren och hösten 2021.

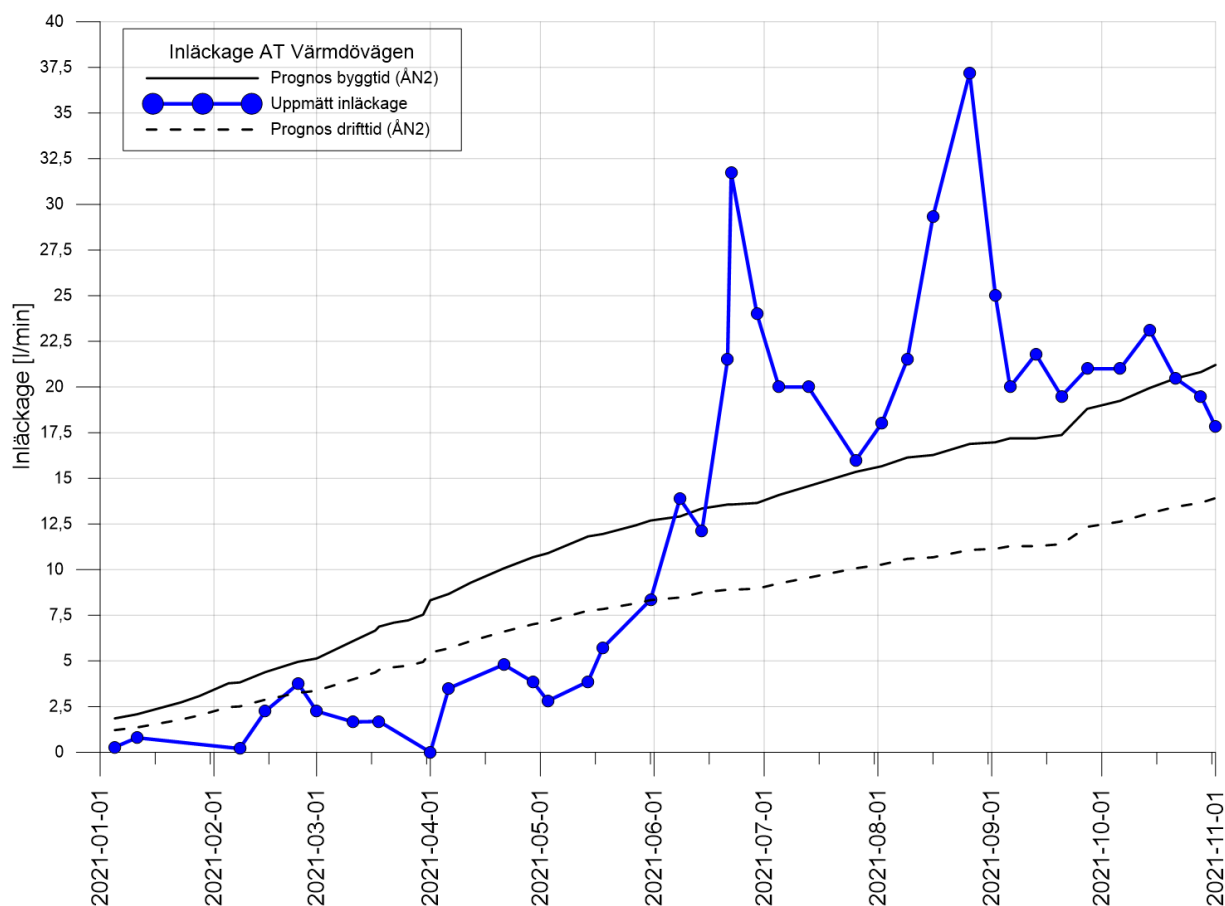
Arbetstunnel Värmdövägen

Tunneldrivning av arbetstunnel Värmdövägen påbörjades i september 2020 och grundvattenbortledning inleddes i december 2020. Under oktober 2021 hade arbetstunneln nästan drivits klart. Framdriften för tunneldrivningen visas i figur 2.5. Arbetstunneln ingår i delsträcka 4b.

Inläckagemätningar utförs löpande och dessa jämförs med prognos, se figur 2.6. Eftersom det finns olika inläckagevillkor för byggtid och drifttid har två prognoser tagits fram. Arbetstunneln drevs inledningsvis i berg av bra kvalitet och inläckaget följde den strängare prognosen för drifttidens villkor. Under sommaren 2021 passerades en större vattenförande svaghetszon med grafit. Zonen följde tunneln på en sträcka av mer än 100 meter, se figur 2.5. Trots ökade injekteringsinsatser ökade inläckaget, och det låg temporärt över prognosen för både bygg- och drifttid. Läckande bultar och bulthål vid zonen har bidragit till det ökade inläckaget. Efterinjektering har därefter utförts och inläckaget ligger nu strax under prognosen för byggtiden. Flera svaghetszoner passerar stationsområdet och förberedelser utförs också för att anpassa injekteringen till det.



Figur 2.5 Framdrift i arbetstunnel Värmdövägen i oktober 2021. Tunneln passerade en svaghetszon med grafit under sommaren.

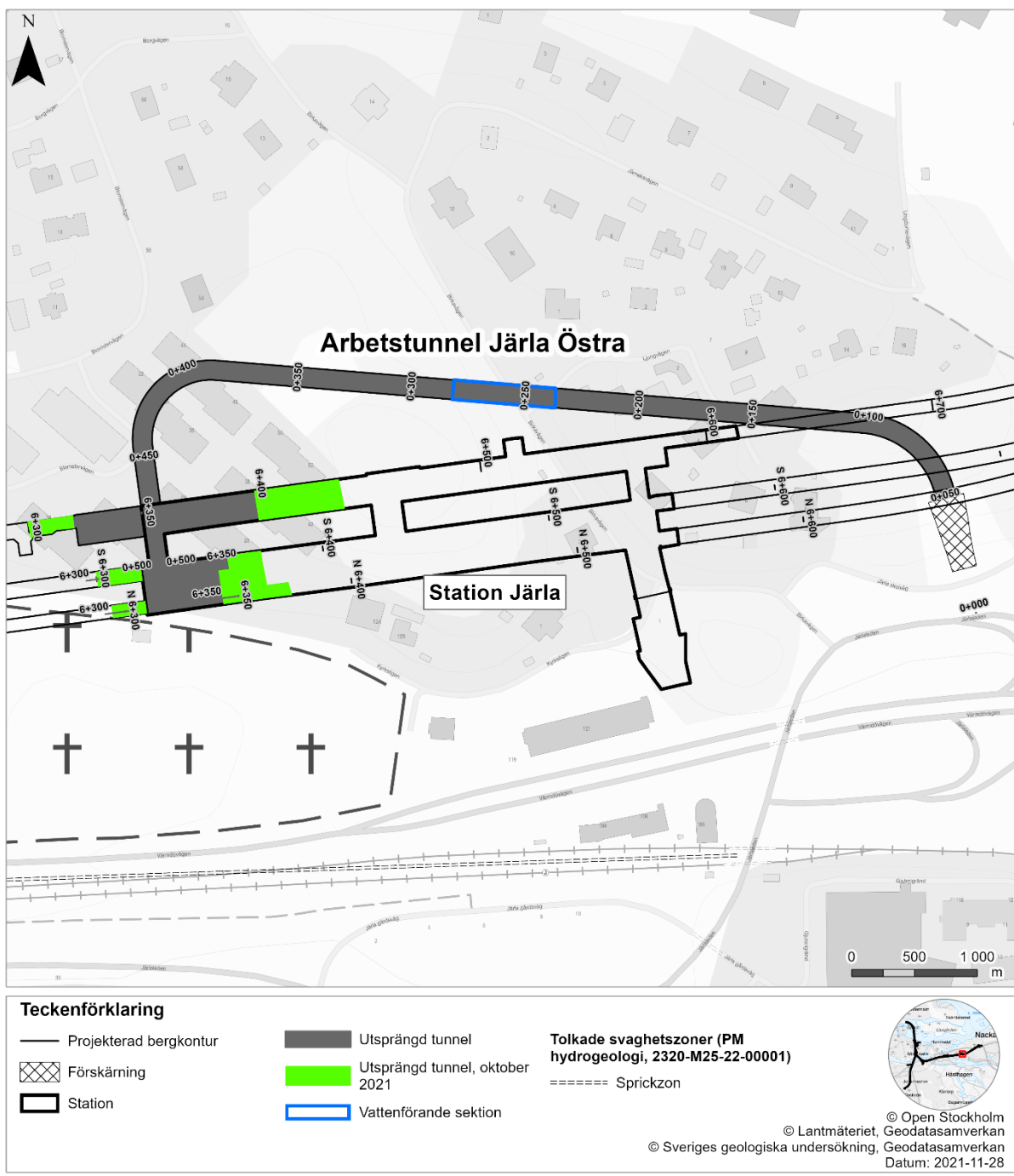


Figur 2.6 Inläckage under drivningen av arbetstunnel Värmdövägen, samt jämförelse med inläckageprognos. Inläckaget följer prognosen för drifttiden i början av tunneldrivningen, men ökar under sommaren när tunneln passerar svaghetszonen med grafit. Den tillfälliga minskningen av inläckage under juli bedöms bero på låga grundvattennivåer.

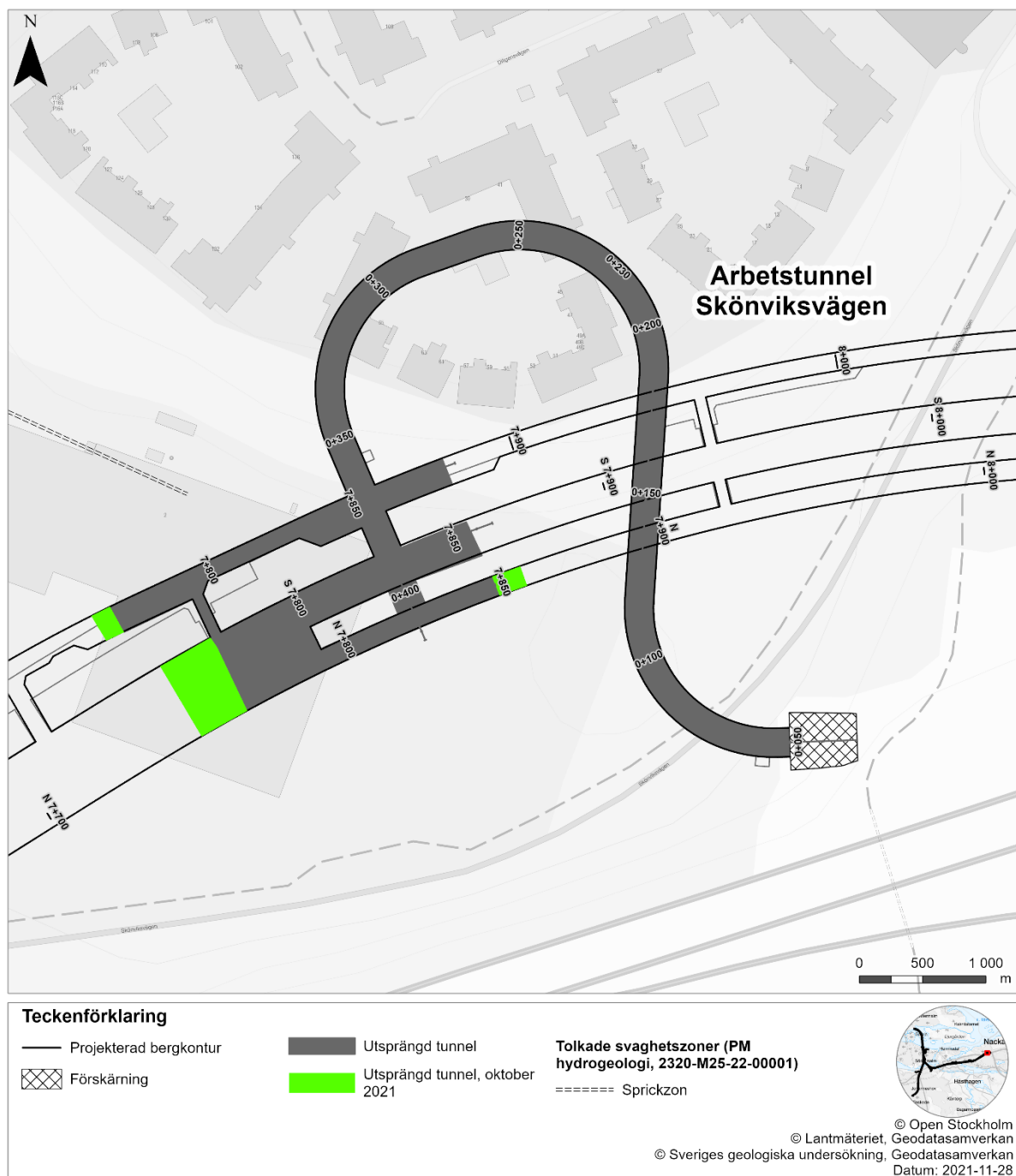
Järla och Nacka

Tunnel drivning för arbetstunnel Järla Östra påbörjades under juli 2020 och grundvattenbortledning inleddes i november 2020. Under oktober 2021 hade hela arbetstunneln på ca 500 meter samt en del av servicetunneln och spårtunnelarna, sprängts ut. Framdriften för tunnel drivningen visas i figur 2.7. Arbetstunneln ingår i delsträcka 4c.

Tunnel drivning i arbetstunnel Skönviksvägen påbörjades i november 2020 och grundvattenbortledning inleddes i februari 2021. Under oktober 2021 hade hela arbetstunneln på ca 400 meter, samt en del av servicetunneln och spårtunnelarna, sprängts ut. Framdriften för tunnel drivningen visas i figur 2.8. Arbetstunneln ingår i delsträcka 4c.

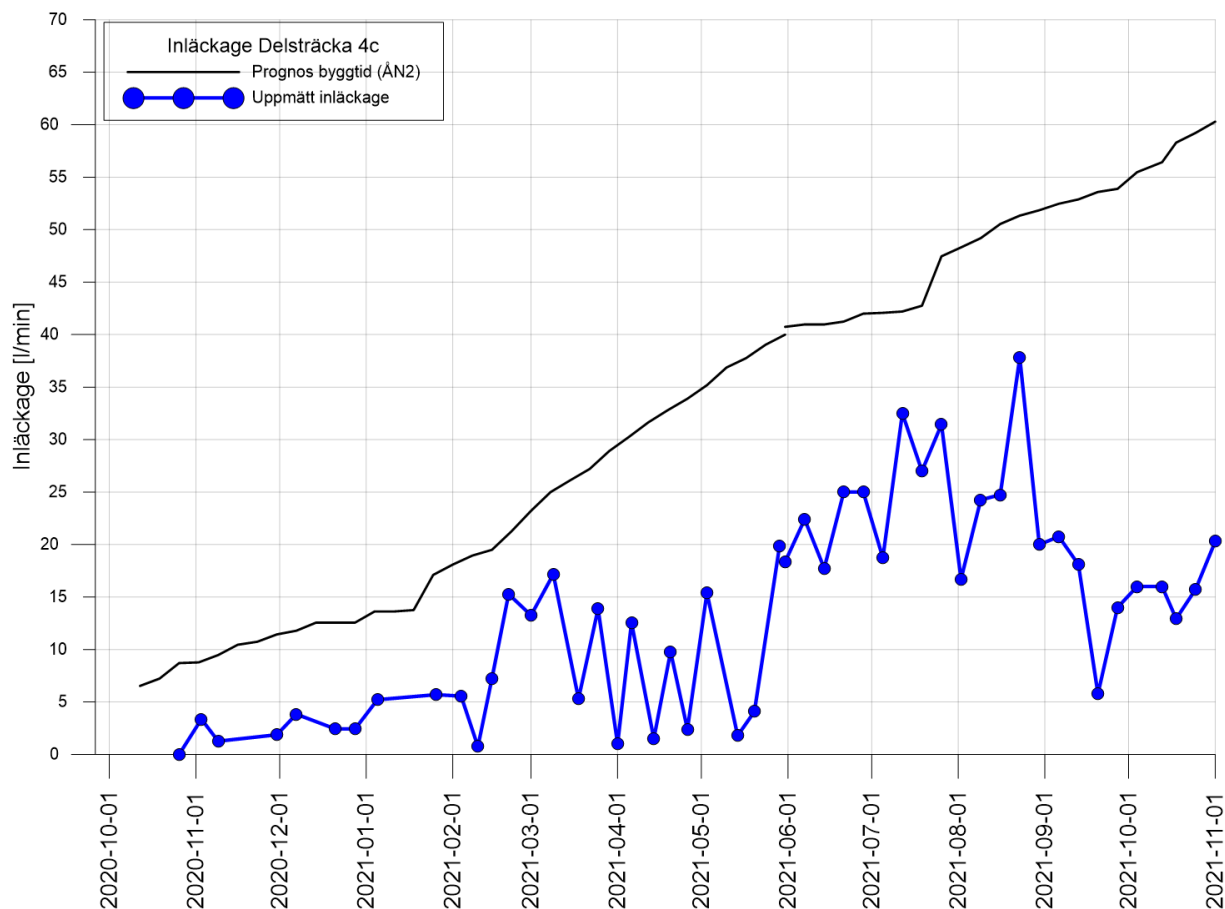


Figur 2.7 Framdrift i arbetstunnel Järla Östra i oktober 2021. Tunneln passerade en svaghetszon i februari.



Figur 2.8 Framdrift i arbetstunnel Skönviksvägen i oktober 2021. Tunneln har drivits i berg av bra kvalitet.

Inläckagemätningar för arbetstunnel Järsla och Skönviksvägen utförs löpande och dessa jämförs med prognos för delsträckan, se figur 2.9. Inläckaget har legat under prognosen, med markanta ökningar av inflödet i mars och juli. I februari passerades en vattenförande svaghetszon i Järsla, med begränsad bergtäckning, och inläckage från bland annat läckande bultar uppkom. Efter tätning minskade inläckaget. I juli nådde arbetstunneln vid Järsla servicetunneln och spårtunnlarna, och det ökade inläckaget till arbetstunneln beror sannolikt på att tunneldrivning påbörjades i alla dessa tunnlar. Arbetstunneln vid Skönviksvägen har drivits i berg av bra kvalitet och injekteringen har fungerat väl. Flera svaghetszoner har emellertid påträffats vid förundersökningar vid både station Järsla och station Nacka. Berget i det området bedöms idag vara mer vattenförande än vad som var känt vid tillståndsprövningen.

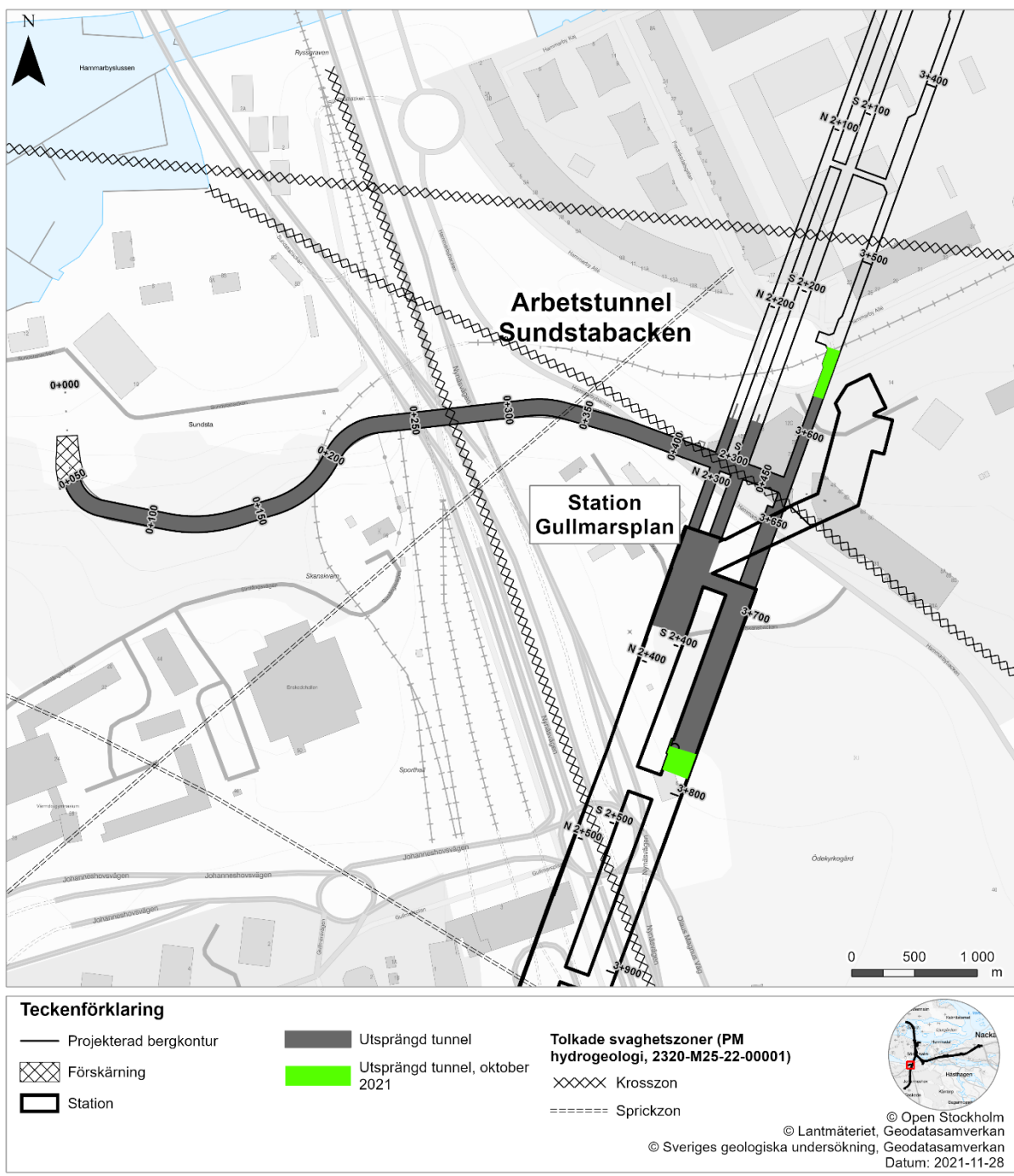


Figur 2.9 Inläckage under drivningen av arbetstunnel Järla Östra och Skönviksvägen, samt jämförelse med inläckageprognos. Inläckaget har legat kring prognosen och markanta ökningar av flödet har skett vid passage av en vattenförande zon i Järla i februari och när arbetstunneln Järla nådde servicetunneln och spårtunnlarna i juli. Under hösten 2021 har inläckaget legat under prognosen.

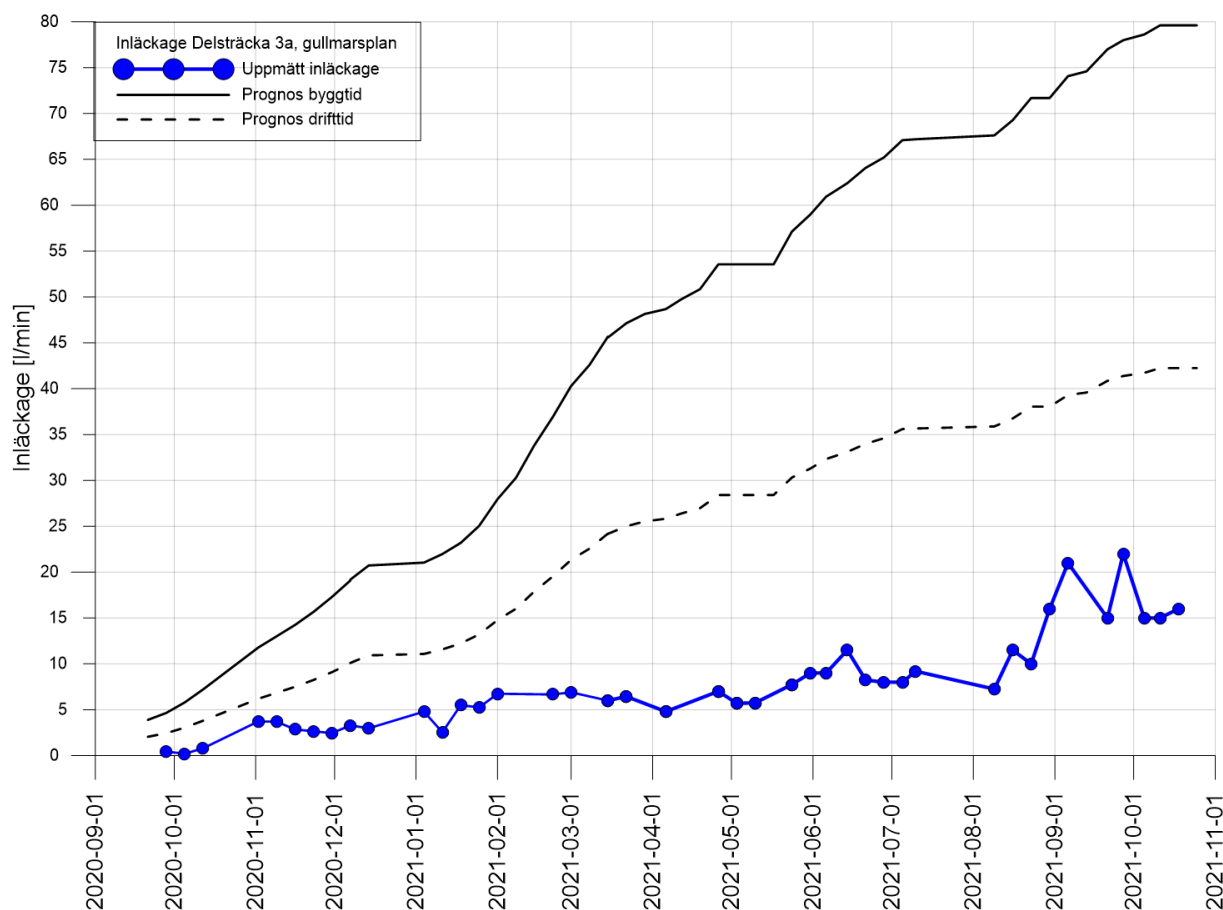
Arbetstunnel Sundstabacken och station Gullmarsplan

Tunneldrivning av arbetstunnel Sundstabacken påbörjades i augusti 2020 och grundvattenbortledning inleddes i september samma år. Hela arbetstunneln med en längd på ca 410 meter och ca 120 m tunnel för södergående och norrgående spår, samt ca 165 meter av servicetunneln har drivits ut. Framdriften för tunneldrivningen visas i figur 2.10. Arbetstunneln ingår i delsträcka 3a.

Inläckagemätningar utförs löpande och dessa jämförs med prognos, se figur 2.11. Eftersom det finns olika inläckagevillkor för byggtid och drifttid har två prognoser tagits fram. Tunnlarna har huvudsakligen drivits i berg av bra kvalitet och injekteringen har fungerat väl. De svaghetszoner som preliminärt skulle passeras har inte påträffats. Det är dock välkänt att en mycket besvärlig svaghetszon förekommer strax norrut under Hammarby kanal. När en ledningstunnel drevs genom denna zon för snart 60 år sedan skedde ett ras och zonen visade sig vara både vattenförande och besvärlig att förstärka.



Figur 2.10 Framdrift i arbetstunnel Sundstabacken i oktober 2021. Tunneln har drivits i berg av bra kvalitet.



Figur 2.11 Inläckage under drivningen av arbetstunnel Sundstabacken, samt jämförelse med inläckageprognos för bygg- och drifttid. Inläckaget har legat under prognoserna.

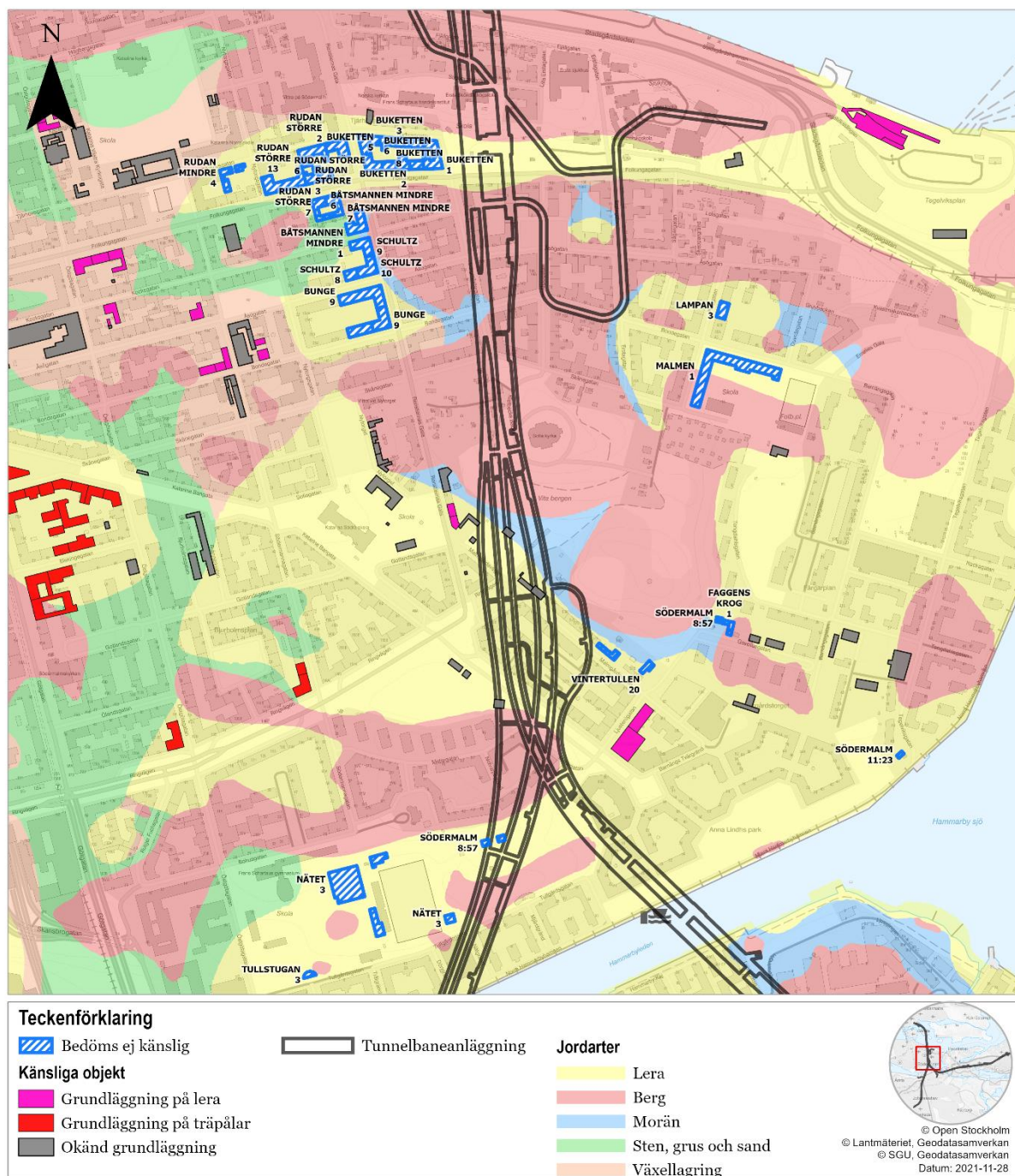
3. Förberedelser för infiltration

3.1. Färre känsliga objekt

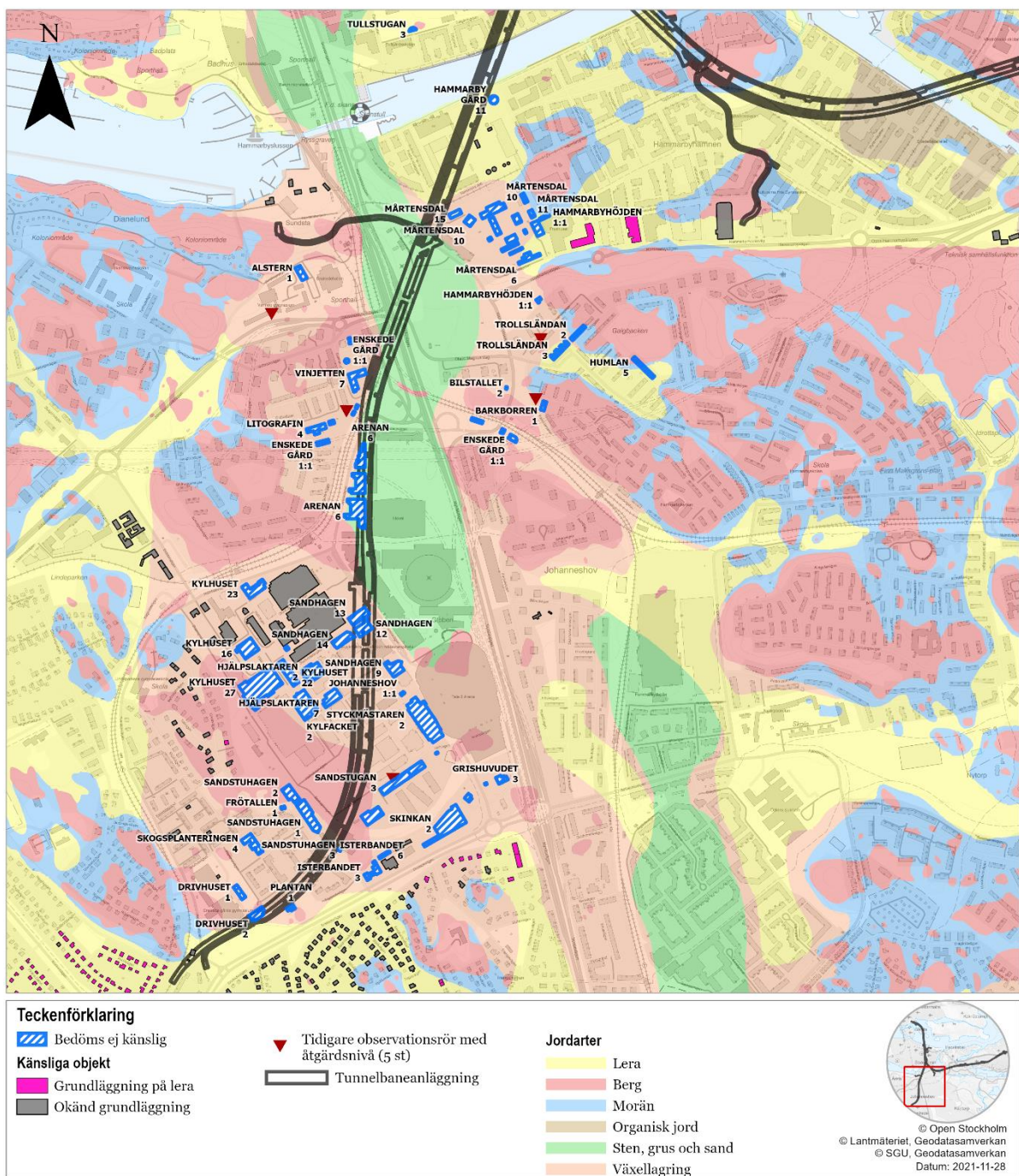
Infiltration styrs av åtgärdsnivåer för grundvatten, som tas fram för grundvattenrör i närheten av känsliga objekt. Inför upprättandet av ansökningshandlingarna valde Regionen ett konservativt arbetssätt, som innebar att även sådana objekt som inte var fastställda som känsliga ändå betraktades som känsliga. I det fortsatta arbetet har Regionen utrett sådana byggnader och flera av de osäkra objekten har visat sig vara okänsliga för grundvattennivåsänkningar. Utredningarna har redovisats för länsstyrelsen inom ramen för tillsynen och kontrollprogrammet har uppdaterats i takt med att nya utredningar slutförts. De kvarvarande känsliga byggnaderna och anläggningarna inom influensområdet redovisas i avsnitt 4.

Objekt har utretts inom hela det bedömda influensområdet, men det är särskilt i några områden där flera objekt har kunnat avskrivas (se figur 3.1–3.3). På Södermalm, längsmed Folkungagatan, har det visat sig att grundvattennivån ligger under lerans underkant och gjort så under en lång tid. De byggnader eller anläggningar som inte är fast grundlagda i området påverkas därför inte av grundvattennivåsänkningar. I Mårtensdal har flera byggnader med okänd grundläggning studerats vidare och konstaterats vara okänsliga för grundvattennivåsänkningar. Vidare har åtskilliga byggnader i Slakthusområdet kunnat konstateras vara okänsliga för grundvattenpåverkan och några av byggnaderna har därefter rivits eller kommer att rivas. Hela Slakthusområdet kommer att omformas när staden bygger en ny stadsdel. I Järila har flera byggnader med tidigare okänd

grundläggning visat sig vara grundlagda på berg och dessa är därmed inte känsliga för grundvattennivåsänkningar.

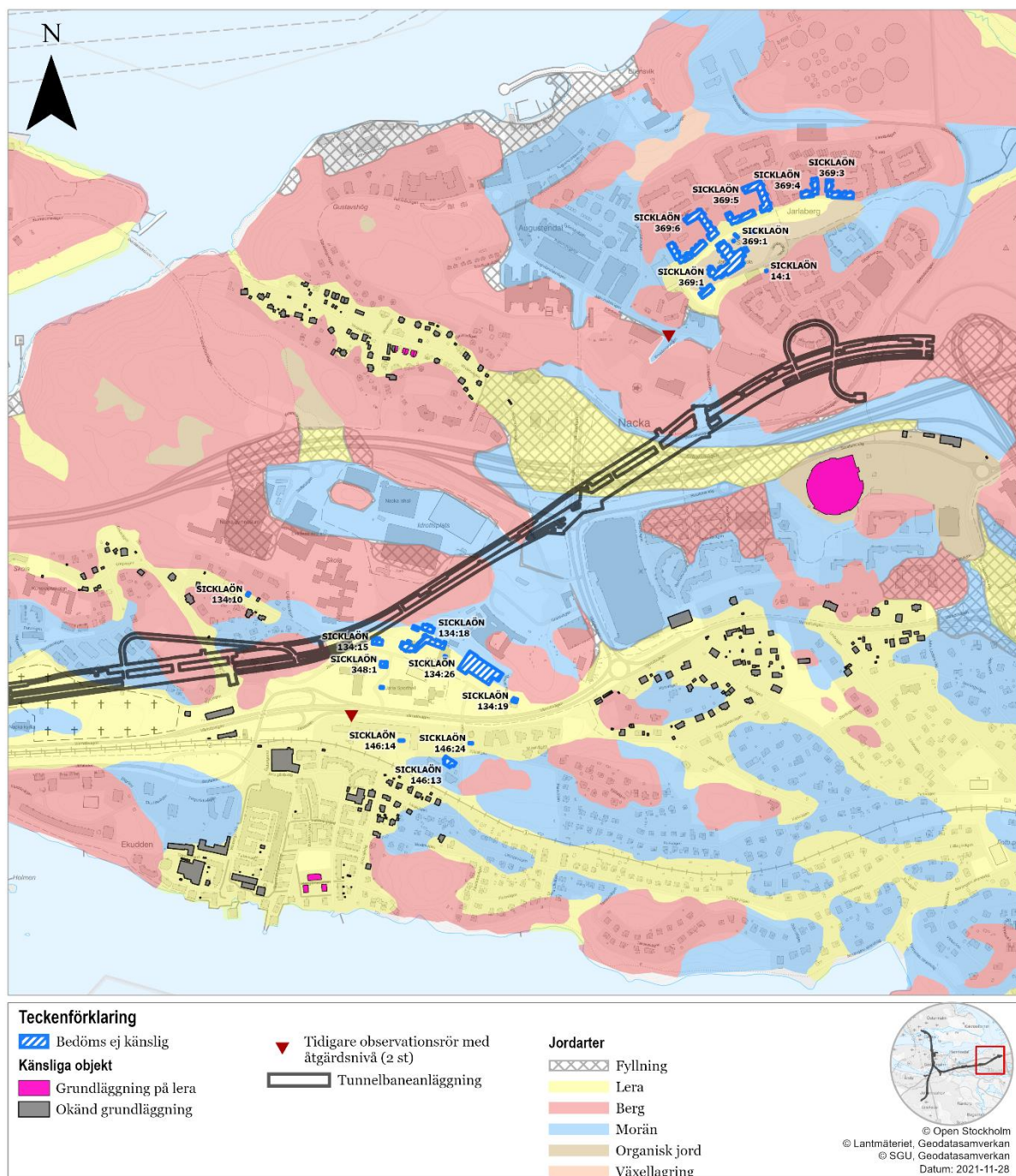


Figur 3.1 Känsliga objekt på Södertälje. Fortsatta utredningar har visat att flera objekt framför allt vid station Sofia inte är känsliga för grundvattennivåsänkning, beroende på att grundvattnet redan är avsänkt under leran.



Figur 3.2

Känsliga objekt i Söderort. Fortsatta utredningar har visat att flera objekt vid Slakthusområdet och Mårtensdal inte är känsliga för grundvattennivåsänkning.

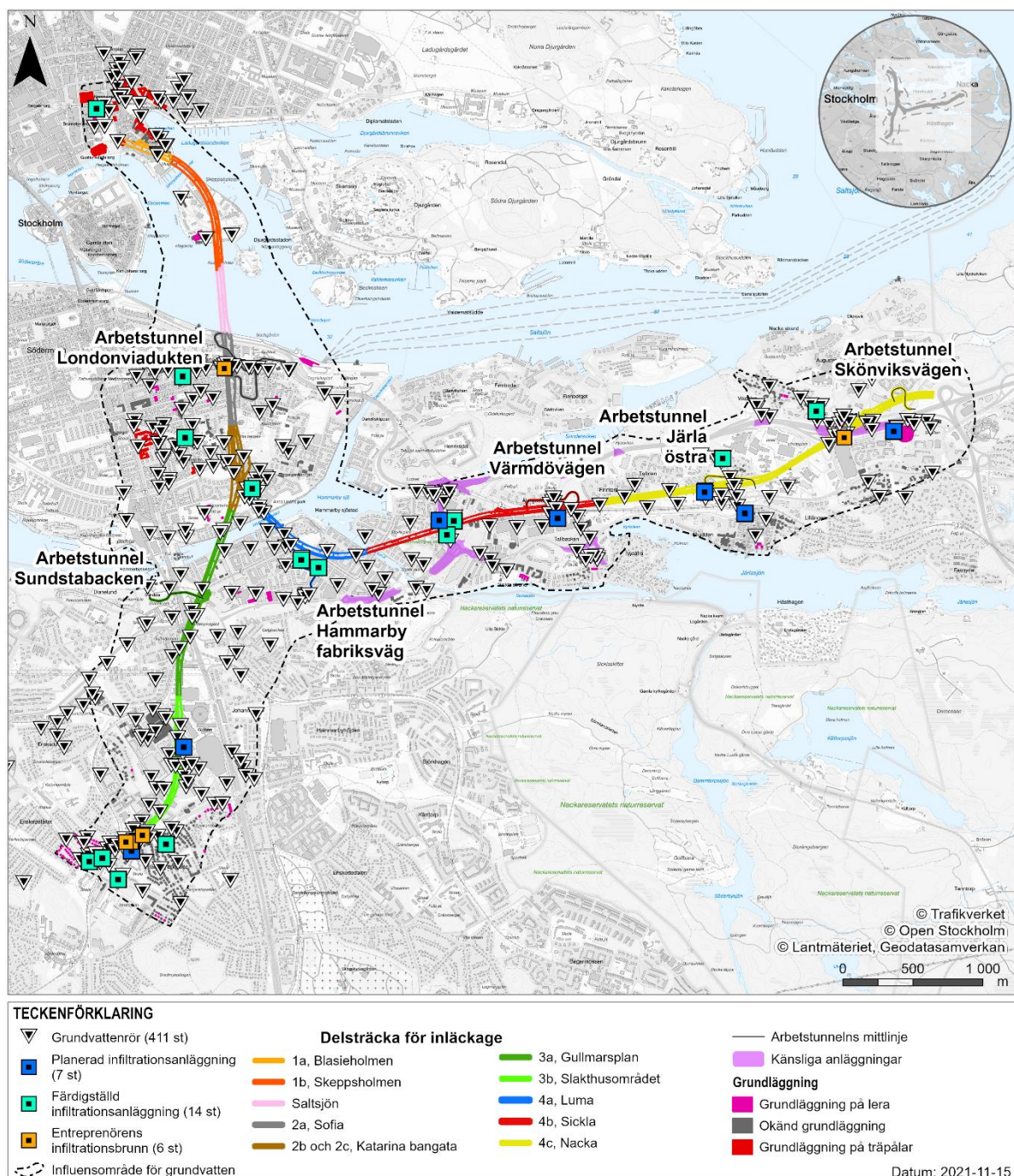


Figur 3.3 Känsliga objekt i Järla och Nacka. Ett flertal objekt vid stationen i Järla och norr om arbetstunneln vid Skönviksvägen har visat sig inte vara känsliga för grundvattennivåsänkning.

3.2. Färdigställda och planerade infiltrationsanläggningar

De flesta infiltrationsanläggningar som kommer att behövas är redan anlagda och funktionsprövade. Regionen har redovisat ett flertal av dessa prövningar i tillsynsrapporter till länsstyrelsen. Färdigställda infiltrationsanläggningar visas i figur 3.4. Anläggningarna ligger i Kungsträdgården, på Folkungagatan och vid Katarina Bangata på Södermalm, vid Luma, i Sickla köp kvarter, vid Järla och vid Sockenplan (ett flertal anläggningar). Resultatet från infiltrationstester visar att dessa anläggningar fungerar mycket väl för att motverka eventuella grundvattennivåsänkningar.

Det pågår arbete med att bygga ytterligare infiltrationsanläggningar. De områden som är aktuella är Slakthusområdet, vid ICA Maxi i Nacka och vid Skönviksdalen i Nacka. Regionen har tidigare planerat att samnyttja Trafikverkets anläggning i Sickla, men har efter funktionstester valt att planera för ytterligare en anläggning i detta område. Förutom dessa anläggningar finns det ett flertal grundvattenrör som kan nyttjas för infiltration. Vid behov dras vatten temporärt fram till rören från brandposter.



Figur 3.4 Färdigställda och planerade infiltrationsanläggningar.

3.3. Summering av förberedelser för infiltration

Sammantaget har förberedelser för infiltration fungerat mycket väl och huvuddelen av de anläggningar som bedöms behövas under byggtiden är klara eller under utförande. Effekten från brunnarna är god på grundvattennivåer.

4. Miljökonsekvenser

Beskrivning av bedömda miljökonsekvenser utgår från att inläckaget under byggtiden temporärt överstiger villkoren och att åtgärder därefter vidtas för att minska inläckaget. Sådana åtgärder bedöms ta cirka 3–12 månader att genomföra beroende på svaghetszonernas utbredning och karaktär.

4.1. Säkerställande av att inläckagevillkoret efterlevs

Som inläckagevillkoret för byggtiden är utformat skulle konsekvensen av ett större inläckage till tunnelanläggningen, som temporärt överskrider värdena för högsta tillåtna inläckage enligt villkoret, innebära att tunneldrivningen behöver avbrytas. Ett sådant överskridande skulle också vara straffsanktionerat, oberoende av om överskridandet skulle leda till några skador eller inte. Skada till följd av ett större inläckage till tunnelanläggningen kan motverkas genom att påbörja eller utöka infiltration.

Kostnaden för att stanna tunneldrivningen är hög, då entreprenören behöver ersättas fullt ut även fast det inte är någon framdrift i tunnlarna. Att avstanna tunneldrivningen innebär också att den nya tunnelbanan tas i drift senare än planerat.

Regionen vill med föreslagen villkorsändring skapa tid för att utföra åtgärder för att kunna innehålla inläckagevillkoret för byggtiden. Även om inläckaget temporärt riskerar överskrida villkoret ska det så snart som möjligt reduceras genom att utföra kompletterande injektering. Det kan konstateras att de tätningsinsatser som hittills utförts i projektet har varit lyckosamma, även om det tagit längre tid än förväntat att utföra tätningsarbeten. Regionen bedömer att temporära högre inläckage över villkoren kan inträffa under cirka 3–12 månader längs de olika delsträckorna.

Vad gäller uppföljning av villkoren, både vad avser inläckage och infiltration, så rapporterar Regionen varje månad till länsstyrelsen. Med den täta uppföljningen säkerställs att Regionen hela tiden arbetar med kompletterande tätning vid temporärt högre inläckage, samt att infiltration utförs för att motverka att skador uppkommer.

4.2. Norrmalm och Skeppsholmen

Inom området ligger delsträcka 1a Blasieholmen, 1b Skeppsholmen och Saltsjön. Det är bara delsträcka 1a Blasieholmen som har inläckagevillkor under byggtiden. Inga byggarbeten har påbörjats inom området.

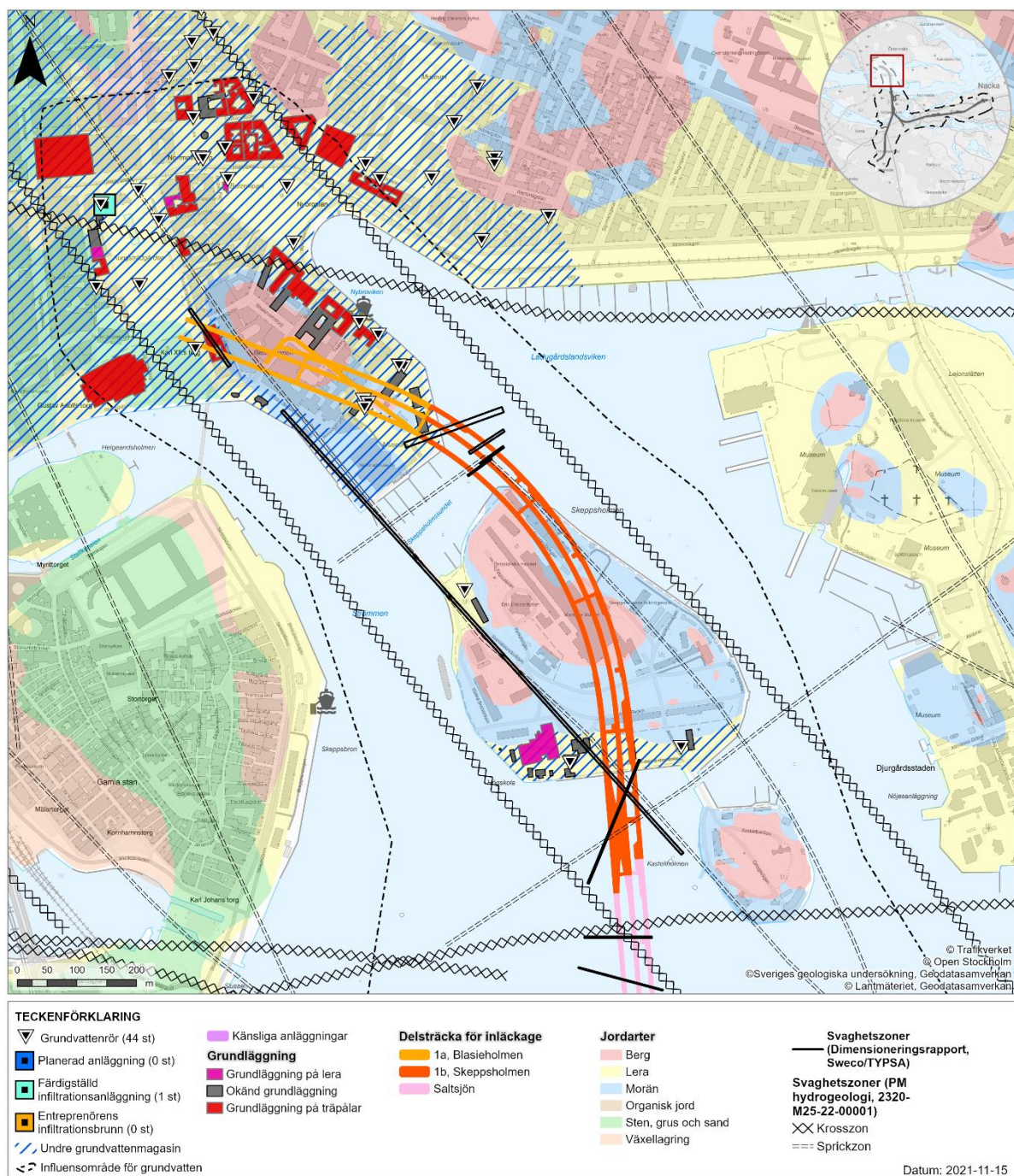
De planerade tunnlarna inom delsträcka 1a Blasieholmen förväntas huvudsakligen sprängas ut i berg med bra kvalitet. Den västligaste delen mot Kungsträdgården som syns på kartan i figur 4.1 utgörs av tunnlar som redan är byggda, men som ska fördjupas något i botten. Inläckaget förväntas här bli lågt. I den del som ligger närmast vattnet i sydost kommer emellertid en svaghetszon i berget att passeras. Liksom alla stora förkastningar i Stockholm som löper längs djupa svackor i berget kan berget ställvis vara av mycket dålig kvalitet. Risker för större inläckage till tunnlarna i denna del är under byggtiden höga och omfattande injekteringsinsatser bedöms bli nödvändiga.

Det finns flera känsliga objekt i det grundvattenmagasin som förekommer vid Kungsträdgården. Sedan tidigare har det varit känt att grundvattnet längs kajerna på Blasieholmen har en direkt kommunikation med Saltsjön och att nivåsänkningar till följd av inläckage till tunnlarna inte



riskerar uppkomma. Att magasinet vid Kungsträdgården samvarierar med Saltsjön beskrevs i PM hydrogeologi i ansökan till mark- och miljödomstolen. Det har dock inte varit känt att grundvattennivån i hela magasinet vid Kungsträdgården är mycket vattenförande och helt styrs av nivåvariationerna i Saltsjön. Ett infiltrationstest har utförts i magasinet (brunnens läge visas i figur 4.2) och trots ett flöde på ca 100 l/min kunde inte nivåvariationer i Saltsjön överbryggas. Resultaten visar att magasinet inte är känsligt för påverkan och att någon sådan inte riskerar uppkomma till följd av planerad vattenverksamhet för den nya tunnelbanan. Ett temporärt högre inläckage vid passage av svaghetszonen närmast vattnet kommer inte att ge någon negativ påverkan på känsliga objekt.

Sammantaget bedöms påverkan av ett temporärt högre inläckage till delsträckorna under byggtiden bli marginell och inga negativa konsekvenser kommer att uppkomma.



Figur 4.1 Översikt över område Norrmalm och Skeppsholmen.

4.3. Södermalm

Inom området ligger delsträcka 2a Sofia och 2b och 2c Katarina Bangata mot söderort respektive mot Nacka. Inom den norra delen av området (2a), har tunneldrivning för arbetstunneln Londonviadukten påbörjats, och även en bit av servicetunneln och spårtunnlarna har drivits ut.

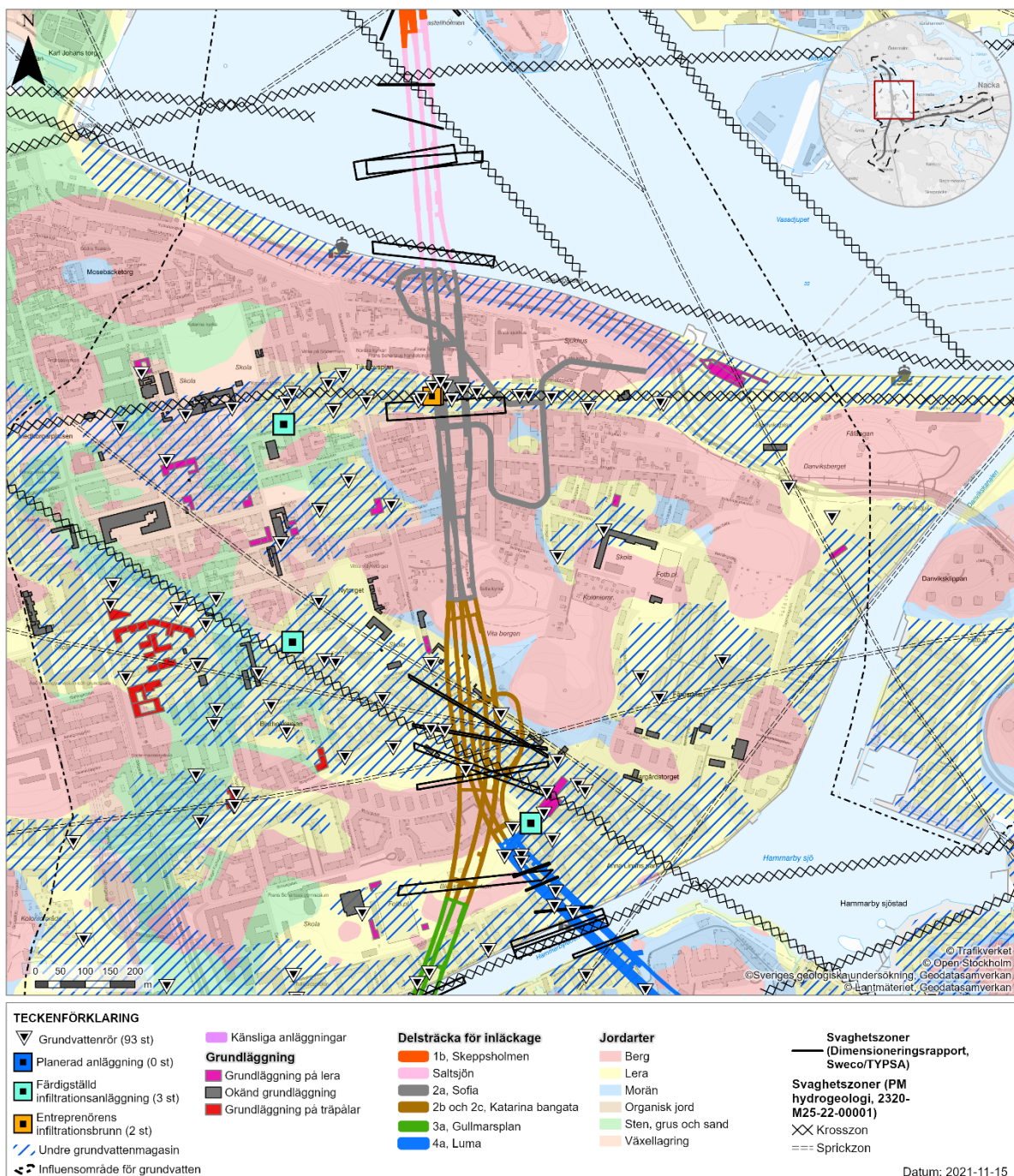
De planerade tunnlar kommer att passera flera svaghetszoner längsmed sträckan. På Södermalm följer de stora svaghetszonerna lerfyllda sänkor i berget och sådana förekommer både på norra och södra delen. Längst i norr förekommer svaghetszoner längsmed kajen på Södermalm, men det är där oklart ifall de är belägna inom delsträcka 2a. Inom delsträcka 2a förekommer också en kraftigt vattenförande zon under den lerfyllda dalgången längsmed Folkungagatan. Tunneldrivning genom zonen med arbetstunneln har visat att injekteringen behöver ökas kraftigt och att inläckaget till arbetstunneln trots detta är relativt högt. Inom delsträcka 2b och 2c kommer flera svaghetszoner att passeras som löper under den lerfyllda dalgången längsmed Katarina Bangata. Dessutom förekommer svaghetszoner längsmed sänkan under Hammarby kanal och delsträckorna skulle kunna påverkas av detta.

I ansökan har åtskilliga känsliga objekt redovisats i den lerfyllda dalgången längsmed Folkungagatan i norr, inom delsträcka 2a. Vidare studier har dock visat att grundvattennivån sedan tidigare är avsänkt under lerans underkant och att de flesta objekt som tidigare bedömts som känsliga därför inte är känsliga. Infiltrationsbrunnar har anlagts och de fungerar väl. Jordlagren utgörs av sten och grus och infiltrationskapaciteten är hög och hela magasinet kommunicerar hydrauliskt. Vid infiltrationstester var kapaciteten på brunnarna ca 200 l/min. Villkoret för delsträcka 2a är 325 l/min och även ifall inläckaget temporärt skulle vara högre bedöms kapaciteten i anlagda brunnar vara tillräcklig. Dock planeras ytterligare brunnar inom arbetsområdet kring Stigbergsparken, vilket gör att det kommer att finnas en överkapacitet i infiltration, samtidigt som behovet av infiltration är litet beroende på få känsliga objekt.

Det finns några känsliga objekt i det grundvattenmagasin som förekommer längsmed Katarina Bangata inom delsträcka 2b och 2c. Infiltrationsbrunnar har anlagts både uppströms och nedströms planerade tunnlar och infiltrationstest har utförts. Testerna visar att jordlagren har hög vattenförande förmåga och att kapaciteten på brunnarna är hög. Nordvästra brunnen infiltrerades med ca 120 l/min och den sydöstra med ca 60 l/min. Villkoret för delsträckorna 2b och 2c under byggtiden är 140 l/min. Även om inläckaget temporärt skulle vara högre bedöms de installerade infiltrationsanläggningarna helt kunna motverka grundvattennivåsänkningar. Erfarenheterna hittills bekräftar detta. Åtgärdsnivå 2 har underskridits vid ett fåtal tillfällen och infiltration har då omgående startats, varvid nivån snabbt stigit över åtgärdsnivån. Ett temporärt ökat inläckage till planerade tunnlar kan därför motverkas med en ökad infiltration.

Sammantaget bedöms påverkan till följd av ett temporärt högre inläckage till delsträckorna under byggtiden bli liten och inga negativa konsekvenser förväntas uppkomma.





Figur 4.2 Översikt över område Södermalm.

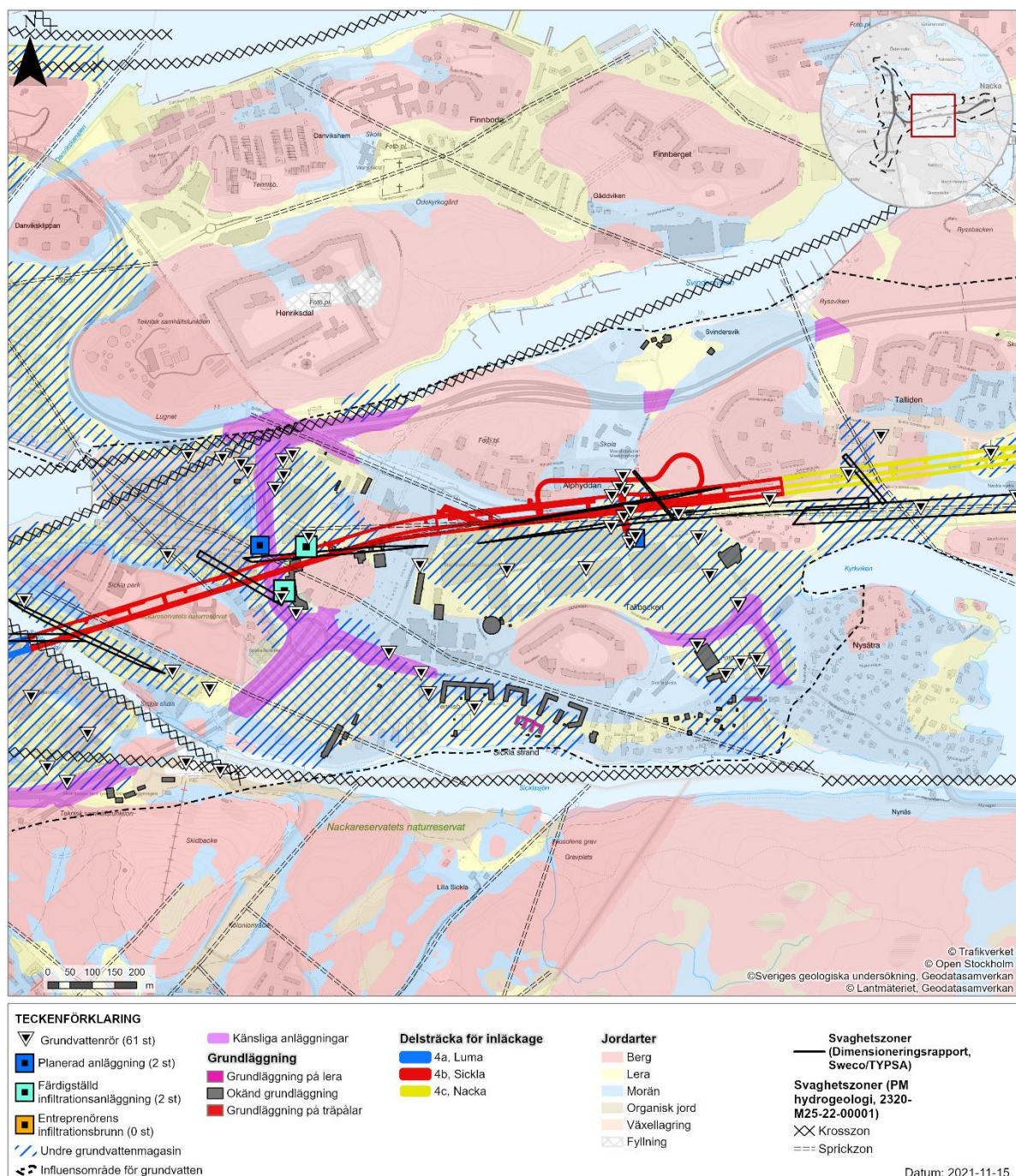
4.4. Sickla udde och västra Nacka

Inom området ligger delsträcka 4b Sickla och del av 4c Nacka. Inom delsträcka 4b har tunneldrivning för arbetstunnel Värmdövägen påbörjats.

Arbetstunneln vid Värmdövägen har passerat en markerad svaghetszon bestående av grafit. Zonen har varit besvärlig att både täta och förstärka. Svaghetszonen kommer troligen att passeras igen med spår- eller servicetunnlar. Flera större svaghetszoner förväntas korsa stationen i Sickla. Dessutom förekommer flera svaghetszoner västerut. Vid korsningen med Södra länken förekommer en svaghetszon och en annan förekommer längsmed Fannys väg invid befintliga infiltrationsanläggningar (se figur 4.3). Ytterligare en svaghetszon förekommer under kanalen vid gränsen till delsträcka 4a i väster.

Det finns få känsliga objekt längs sträckan, men förberedelser för infiltration har utförts. Trafikverkets brunnar har testats och dessutom planeras ytterligare en brunn i detta område. Vid Sickla station har en brunn borrats och vatten har temporärt dragits fram och en mer permanent lösning håller på att tas fram. Infiltration har tidvis skett för att motverka nivåsjänkningarna från arbetstunneln och med infiltrationen har nivån stigit över åtgärdsnivåer. Kapaciteten för brunnen är god. Inom kommande entreprenad för station Sickla ingår även ytterligare infiltrationsbrunnar inom arbetsområdet.

Sammantaget bedöms påverkan till följd av ett temporärt högre inläckage under byggtiden till delsträckan att bli liten och inga negativa konsekvenser förväntas uppkomma.



Figur 4.3 Översikt över område Sickla udde och västra Nacka.

4.5. Östra delen av Nacka

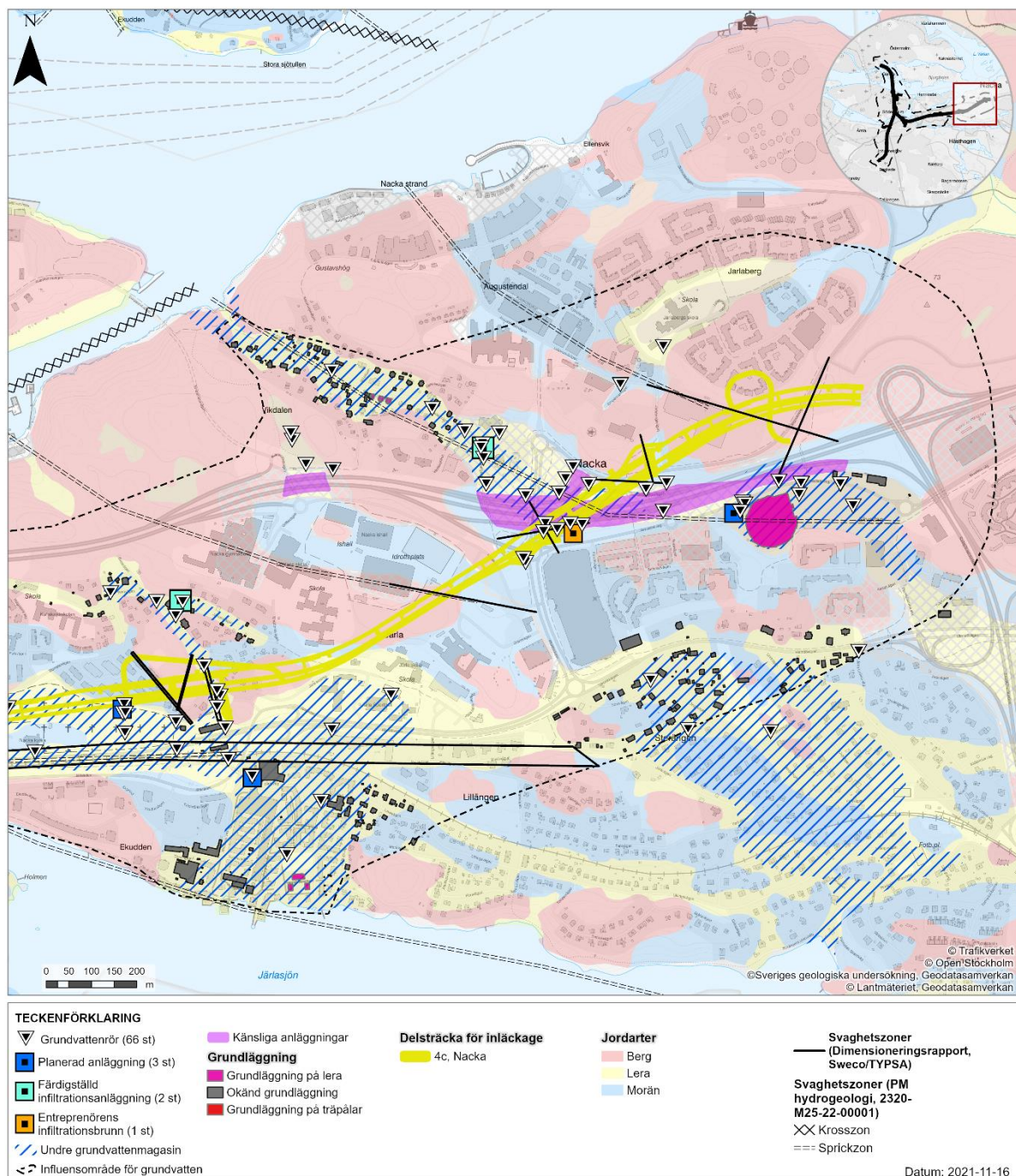
Inom området ligger delsträcka 4c Nacka. Inom området har tunneldrivning för arbetstunnel Järla östra och arbetstunnel Skönviksvägen påbörjats.

Arbetstunneln vid Skönviksvägen har drivits i bra och tätt berg. Arbetstunneln vid Järla östra har passerat en vattenförande svaghetszon. Trots ökade injekteringsinsatser ökade inläckaget markant vid passagen. Vid fortsatt tunneldrivning kommer flera svaghetszoner att passeras vid station Nacka C. Inom den delen är dimensionerna på tunnlarna större och det kan därför vara svårare att täta berget. Även vid station Järla kommer svaghetszoner att passeras.

Det finns få känsliga objekt längs sträckan, men förberedelser för infiltration har utförts. I Järla har en brunn anlagts norr om arbetstunneln. Brunnen fungerar väl, men har inte behövt användas trots att en svaghetszon korsades med arbetstunneln. Ytterligare en brunn planeras att anläggas söder om planerad station och en på kyrkogården till Nacka kyrka. Den lerfyllda sänka som passerar station Nacka C inrymmer ett antal känsliga objekt och förberedelser för infiltration pågår. Brunnar har anlagts både mot öster och mot väster, varav den västra är klar och den fungerar väl för att motverka nivåsenkningar. Dessutom kommer ytterligare brunnar att anläggas inom kommande entreprenad för station Nacka C. Risken för påverkan vid de känsliga objekten är liten, beroende på att de ligger långt från planerade tunnlar. Dessutom fungerar infiltration väl och förväntas kunna motverka all nivåsenkning, även om inläckagen skulle bli högre än prognostiserats under byggtiden.

Sammantaget bedöms påverkan till följd av ett temporärt högre inläckage till delsträckan under byggtiden bli liten och inga negativa konsekvenser förväntas uppkomma.





Figur 4.4 Översikt över området östra delen av Nacka.

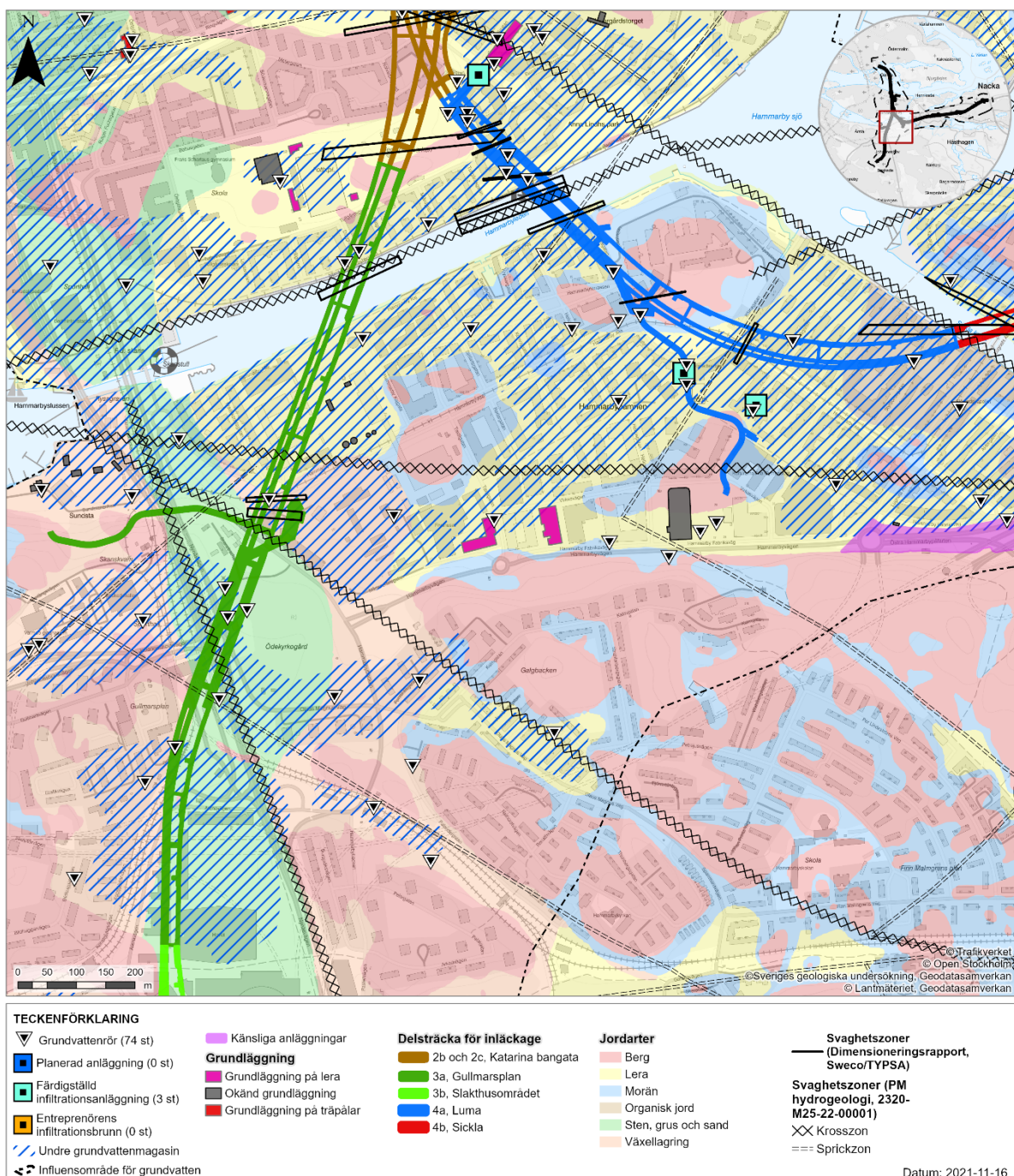
4.6. Mårtensdal och Hammarby sjöstad

Inom området ligger delsträcka 4a Luma och 3a Gullmarsplan. Inom delsträcka 4a har tunneldrivning för arbetstunnel Hammarby fabriksväg påbörjats, och inom delsträcka 3a har tunneldrivning för arbetstunnel Sundstabacken påbörjats.

Båda arbetstunnlarna har huvudsakligen drivits i bra och tätt berg. Svaghetszoner längs sträckorna utgörs framför allt av zoner längsmed Hammarby kanal. Som tidigare nämnts har det historiskt uppkommit stora svårigheter vid tunneldrivning genom området. Risken finns att större inläckage temporärt uppkommer under byggtiden av tunnelbanan vid drivning under kanalen. Emellertid bedöms det inte påverka grundvattennivåerna, då grundvattnet samvarierar med kanalen och friktionsjorden är mycket vattenförande.

Det finns få känsliga objekt längs sträckorna, men förberedelser för infiltration har utförts. Två brunnar har anlagts inom ett lerområde som korsas av både arbetstunnel Hammarby fabriksväg och spårtunnlarna. Infiltrationskapaciteten är mycket hög i båda brunnarna och bedöms vara tillräckliga för att motverka eventuell nivåsenkning från inläckage till planerad tunnelbana. Infiltration har temporärt utförts under tunneldrivningen av arbetstunneln för att motverka nivåsenkningar, med gott resultat.

Sammantaget bedöms påverkan av ett temporärt högre inläckage till delsträckan under byggtiden bli försumbar och inga negativa konsekvenser förväntas uppkomma.



Figur 4.5 Översikt över området Mårtensdal och Hammarby sjöstad.

4.7. Söderort, inklusive Sockenplan

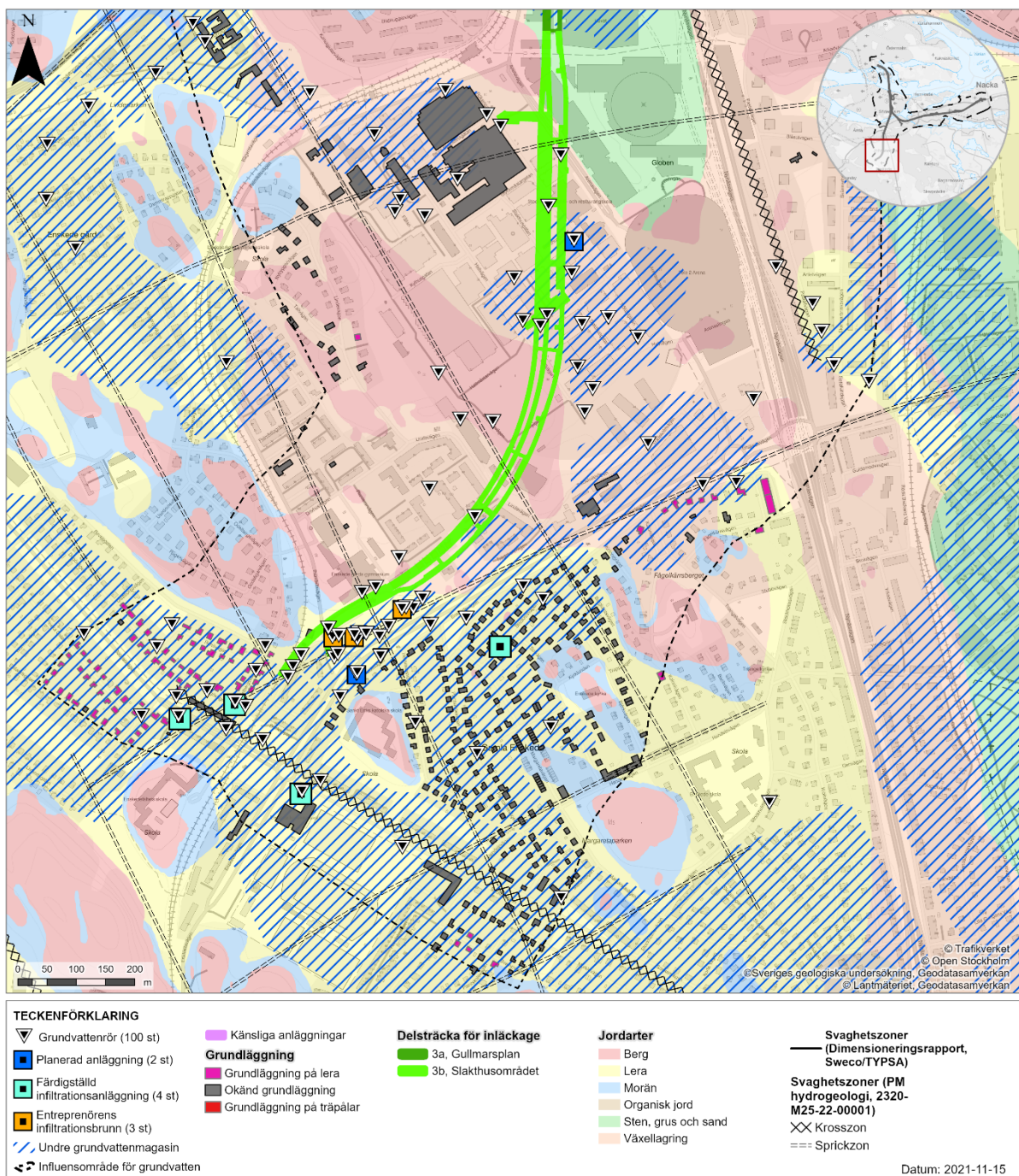
Inom området ligger delsträcka 3b Slakthusområdet. Inom delsträcka 3b har schakten vid Sockenplan påbörjats.

Utredningar av känsliga objekt längsmed sträckan har visat att ett flertal objekt inom framför allt Slakthusområdet antingen är rivna, ska rivas, eller är fast grundlagda. Inom Slakthusområdet förekommer det därför få känsliga objekt. Infiltration ska dock förberedas inom detta område. Eftersom området utgör ett randområde till Stockholmsåsen är det högst sannolikt att grundvattenmagasinet är mycket vattenförande och att infiltrationsbrunnar kommer att fungera mycket väl.

Området kring Sockenplan påverkas inte av ansökt villkorsändring eftersom det för den öppna schakten saknas inläckagevillkor. Men i sammanhanget kan det nämnas att åtskilliga infiltrationsbrunnar har anlagts och att de fungerar väl. Ingen negativ påverkan från schakten vid Sockenplan förväntas uppkomma.

Sammantaget bedöms påverkan av ett temporärt högre inläckage till delsträckan under byggtiden bli försumbar och inga negativa konsekvenser förväntas uppkomma.





Figur 4.6 Översikt över området Söderort inklusive Sockenplan.