

Tunnelbana från Odenplan till Arenastaden – ansökan om ändring av provisorisk föreskrift

Bilaga 1
PM Hydrogeologi

PM Hydrogeologi,

Tunnelbana från Odenplan till Arenastaden,
underlag för ansökan om ändring av provisorisk
föreskrift

Titel: PM Hydrogeologi, underlag för ansökan om ändring av provisorisk föreskrift
Författare: Ellinor Stålhammar & Felicia Sköllerfelt
Projektchef: Malin Harders
Bilder & illustrationer: Region Stockholm
Dokumentid: 3143-P31-12-00231
Diarienummer: FUT 2026-0393
Utgivningsdatum: 2025-06-25
Distributör: Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana
Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 737 25 00.

Sammanfattning

Region Stockholm erhöll 2018-05-25 tillstånd av Mark- och miljödomstolen till bortledning av grundvatten med anledning av anläggande och drift av tunnelbana från Odenplan till Arenastaden (mål nr M 598-17). Provisoriska föreskrifter för inläckage föreskrevs för två olika delsträckor. Delsträcka 1 omfattar arbets- och servicetunnel vid Norra stationsområdet, station Hagastaden med anslutande tunnlar norrifrån, samt tunneldelar söderut som ansluter till station Odenplan.

Schakt och grundvattenbortledning påbörjades år 2020. Vid den inledande tunneldriften inom delsträcka 1 under 2020–2021 uppmättes ett större inläckage i den tillfälliga delen av arbetstunneln jämfört med vad som prognostiserats, detta på grund av sämre och mer vattenförande berg. Med anledning av det tillkommande inläckaget ansökte Region Stockholm hösten 2021 om en ändring av provisoriska föreskrifter (deldom meddelades 2022-02-22) som resulterade i att delsträcka 1 delades in i två delar, där den tillfälliga delen av arbetstunneln fick ett separat riktvärde på 45 l/min. Eftersom den tillfälliga delen av arbetstunneln skulle pluggas och fyllas igen inför driftskedet, gjordes vid denna tidpunkt bedömningen att inget inläckage från denna del skulle kvarstå till driftskedet. Inläckaget som inledningsvis läckte in genom tunnelns tillfälliga del bedöms dock efter fortsatt tunneldrift istället dräneras till djupare belägna permanenta anläggningsdelar inom samma grundvattenmagasin. Förflyttningen av inläckage har medfört att nuvarande riktvärde för delsträcka 1 ej inryms då det tillkommande inläckaget belastar riktvärdet för arbetstunneln, stationsutrymmet och spårtunneldelar istället för den tillfälliga delen av arbetstunneln.

Under 2025 avslutades tunneldriften för delsträcka 1. Med allt berg uttaget och med täta konstruktioner uppförda kring stationerna på delsträckan har mer säkra mätningar av inläckage kunnat genomföras som visar på ett inläckage mellan 100–120 l/min för delsträcka 1, vilket överskrider nuvarande provisoriskt riktvärde på 96 l/min för den permanenta delen. Samtidigt underskrids det provisoriska riktvärdet på 45 l/min för den tillfälliga delen av arbetstunneln där inläckaget mäts till ca 10–15 l/min. Region Stockholm ansöker därför om en ändring av de provisoriska föreskrifterna där den tillfälliga delen föreslås ingå i delsträcka 1 men utan att det sammanlagda flödet ändras. Det innebär en summering av riktvärden till totalt 141 l/min för samtliga tunneldelar inom delsträcka 1. Region Stockholms bedömning är att den ansökta ändringen ej medför någon skillnad gällande vare sig omgivningspåverkan eller behov av skyddsinfiltration för delsträcka 1.

Under byggskedet bedöms en grundvattenpåverkan ha uppkommit inom fyra grundvattenmagasin inom delsträcka 1. I grundvattenmagasin Norra station, västra delen, samt Nya Karolinska finns inga känsliga, grundvattenberoende objekt, varför inga skador kan uppkomma till följd av grundvattensänkningen. Längre österut i korsningen mellan Norra stationsgatan och Hälsingegatan har en grundvattensänkning observerats inom grundvattenmagasinet Norra station, östra delen, som i nuläget inte kan uteslutas delvis har uppkommit till följd av Regionens verksamhet. Region Stockholm utför skyddsinfiltration som upprätthåller

grundvattennivåerna i området och inga skador på känsliga objekt eller ökade sättningsrörelser har uppkommit under byggskedet. Vidare utförs skyddsinfiltration inom grundvattenmagasinet sänkan norr om Vasaparken. Grundvattennivåerna i området upprätthålls och inga skador på grundvattenberoende, känsliga objekt eller ökade markrörelser har noterats under byggskedet. Sammanfattningsvis bedöms omgivningspåverkan inom delsträcka 1 vara mycket begränsad.

Både före och efter den tidigare omprövningen har omfattande arbete lagts på att utveckla och anpassa förinjekteringskonceptet efter rådande lokala förhållanden och fortlöpande erfarenheter under tunneldriften. Detta för att möta de utmaningar med sämre bergkvalitet som visades initialt i arbetstunneln och för att kunna innehålla riktvärdet för inläckage. Den systematiska uppföljningen och utvärderingen av förinjekteringen bedöms ha bidragit till att begränsa inläckaget i framför allt stationsutrymmet och spårtunnlarna. Efterinjektering med både cement- och kembaserat bruk har därtill utförts i de tunneldelar där, trots en gedigen förinjektering, mer omfattande inläckage har noterats.

De möjliga tätningsåtgärder som kvarstår för att minska inläckaget för delsträcka 1 begränsas till delar av arbetstunneln, där kostnaden för en efterinjekteringskampanj skulle uppgå till omkring 32–45 miljoner kronor för produktionskostnader, samt störningar och förseningar för övrig produktion. Dock bedöms det inte troligt att dessa tätningsåtgärder skulle åstadkomma en sådan sänkning av inläckaget att rådande provisoriska föreskrifter för delsträcka 1 kan inrymmas. Vidare tätningsåtgärder skulle heller inte resultera i någon minskning av omgivningspåverkan eller minskad risk för skada, då inläckaget till både arbetstunneln och den tillfälliga delen av arbetstunneln kommer från magasinet Norra station, västra delen, som ej har några omkringliggande, grundvattenberoende objekt.

Innehållsförteckning

1	Inledning och syfte	6
2	Bakgrund	7
2.1	Anläggning och utförd tunneldrivning.....	7
2.2	Föreslagen ändring av provisoriska föreskrifter	9
3	Geologiska förhållanden.....	10
3.1	Arbets- och servicetunnel	10
3.2	Stationsutrymmet och spårtunnlar	12
4	Inläckage.....	15
4.1	Arbets- och servicetunneln.....	18
4.2	Stationsutrymmet och spårtunnlar	19
5	Skadeförebyggande åtgärder	20
5.1	Injektering	20
5.1.1	Arbets- och servicetunnel	21
5.1.2	Stationsutrymmet och spårtunnlar	22
5.2	Skyddsinfiltration	25
6	Grundvattenpåverkan och utförd skyddsinfiltration.....	26
6.1	Norra station, västra delen	27
6.2	Nya Karolinska	28
6.3	Norra station, östra delen.....	29
6.4	Sänkan norr om Vasaparken	30
7	Möjliga ytterligare åtgärder och bedömda inläckage	31
7.1	Möjliga ytterligare tätningsåtgärder	31
7.2	Bedömda inläckage i driftskedet	32
8	Bedömda konsekvenser	32

Bilaga 1 – Översiktskarta framdrift

Bilaga 2 – Översiktskarta grundvattenmagasin

1 Inledning och syfte

Region Stockholm erhöll 2018-05-25 tillstånd av Mark- och miljödomstolen till bortledning av grundvatten med anledning av anläggande och drift av tunnelbana från Odenplan till Arenastaden (mål nr M 598-17). Domstolen beslutade att under en prøvotid motsvarande byggtiden skjuta upp avgörandet av slutliga villkor avseende inläckande grundvatten. Under prøvotiden gäller provisoriska föreskrifter för inläckage, uttryckta som rullande 4-månadersmedelvärde och riktvärde uppdelade på delsträcka 1 och delsträcka 2. Delsträcka 1 omfattar arbets- och servicetunnel vid Norra stationsområdet, station Hagastaden med anslutande tunnlar norrifrån, samt tunneldelar söderut som ansluter till station Odenplan. Delsträcka 2 omfattar sträckan strax norr om station Hagastaden till och med station Arenastaden.

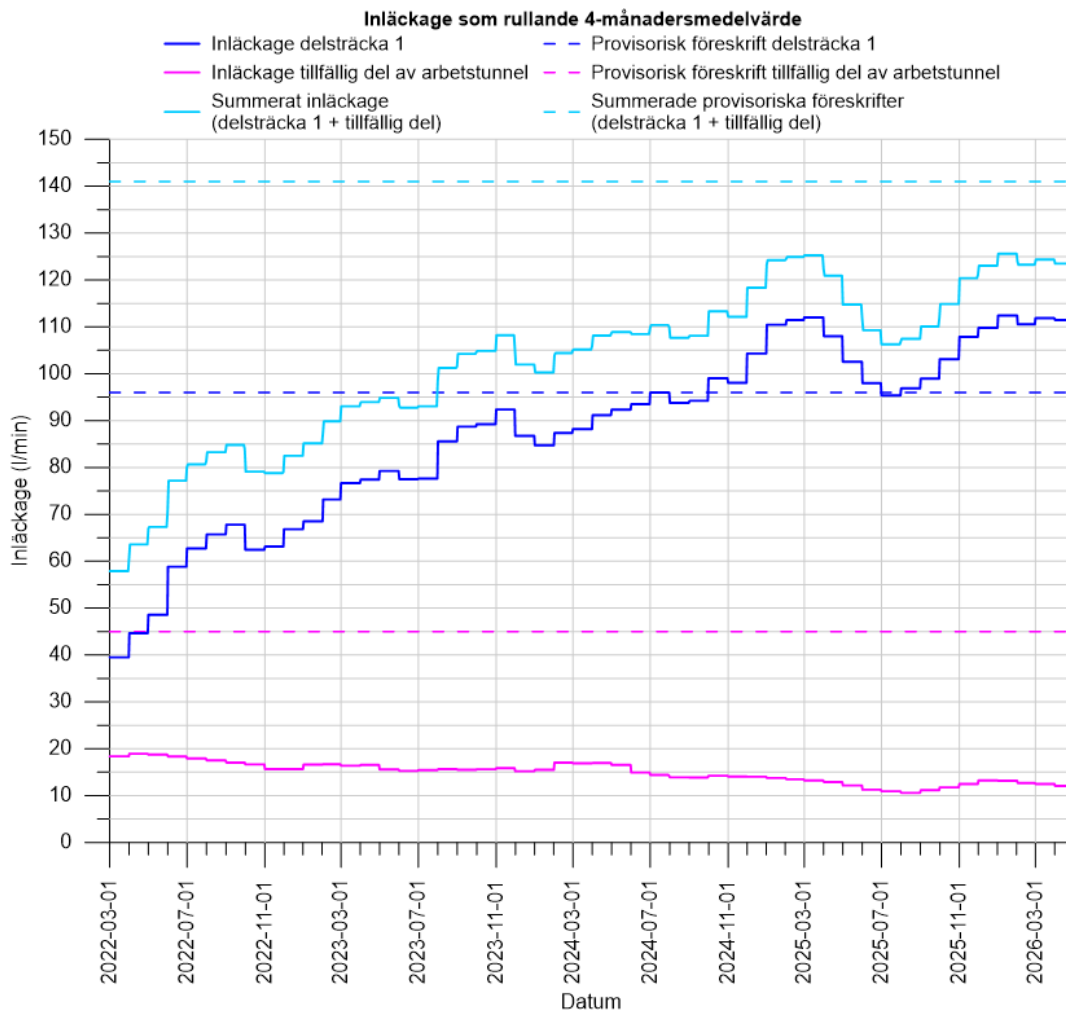
Redan vid inledande drivning av arbetstunnel vid Norra stationsområdet uppstod ett större inläckage än förväntat. Det större inläckaget uppkom i den del av arbetstunneln som ska pluggas och fyllas igen inför att arbetena avslutas, en sträcka på ca 180 m. Denna sträcka benämns i fortsättningen *den tillfälliga delen*. Region Stockholm initierade därför år 2021 en prövning av ändring av riktvärdena för delsträcka 1, där den tillfälliga delen bröts ut och fick ett eget riktvärde (deldom meddelades 2022-02-22).

Sedan en mätvall anlagts i slutet av den tillfälliga delen hösten 2021 har ett lägre inläckage uppmätts i sektionen än vad som uppmättes fram till den tidpunkt då ansökan om ändring lämnades in till Mark- och miljödomstolen. Inläckaget som inledningsvis läckte in genom tunnelns tillfälliga del bedöms efter fortsatt tunneldrift istället dräneras till de permanenta, djupare delarna av arbetstunneln och belastar således riktvärdet för övriga tunneldelar inom delsträcka 1.

Region Stockholm har utifrån erfarenheterna från drivningen av arbetstunneln utfört omfattande förinjektering i resterande anläggningsdelar och även utfört flera efterinjekteringskampanjer med ambitionen att kunna minska inläckaget till under prognos och därmed innehålla riktvärdet för delsträcka 1. Trots omfattande åtgärder kan det efter avslutad bergdrift konstateras att inläckaget överskrider riktvärdet för delsträcka 1 varför Region Stockholm initierar ytterligare en ändring av den provisoriska föreskriften.

I Figur 1 visas nuvarande provisoriska föreskrifter för inläckage samt föreslagen ändring. Föreslagen ändring är att summera riktvärdet för den tillfälliga delen på 45 l/min med riktvärdet för delsträcka 1 (exklusive den tillfälliga delen) på 96 l/min. Totalt erhålls då ett riktvärde på 141 l/min, som rullande 4-månadersmedelvärde, för hela delsträcka 1 inklusive hela arbets- och servicetunneln.

Syftet med denna PM är att beskriva vilka miljökonsekvenser och risker för skador som kan uppkomma vid föreslagen ändring av de provisoriska föreskrifterna inom delsträcka 1.



Figur 1. Inläckage som rullande 4-månadersmedelvärde (l/min) inom delsträcka 1 samt nuvarande och ansökta riktvärden för inläckage.

Höjdangivelser i denna PM är angivna i rikets höjdsystem RH 2000.

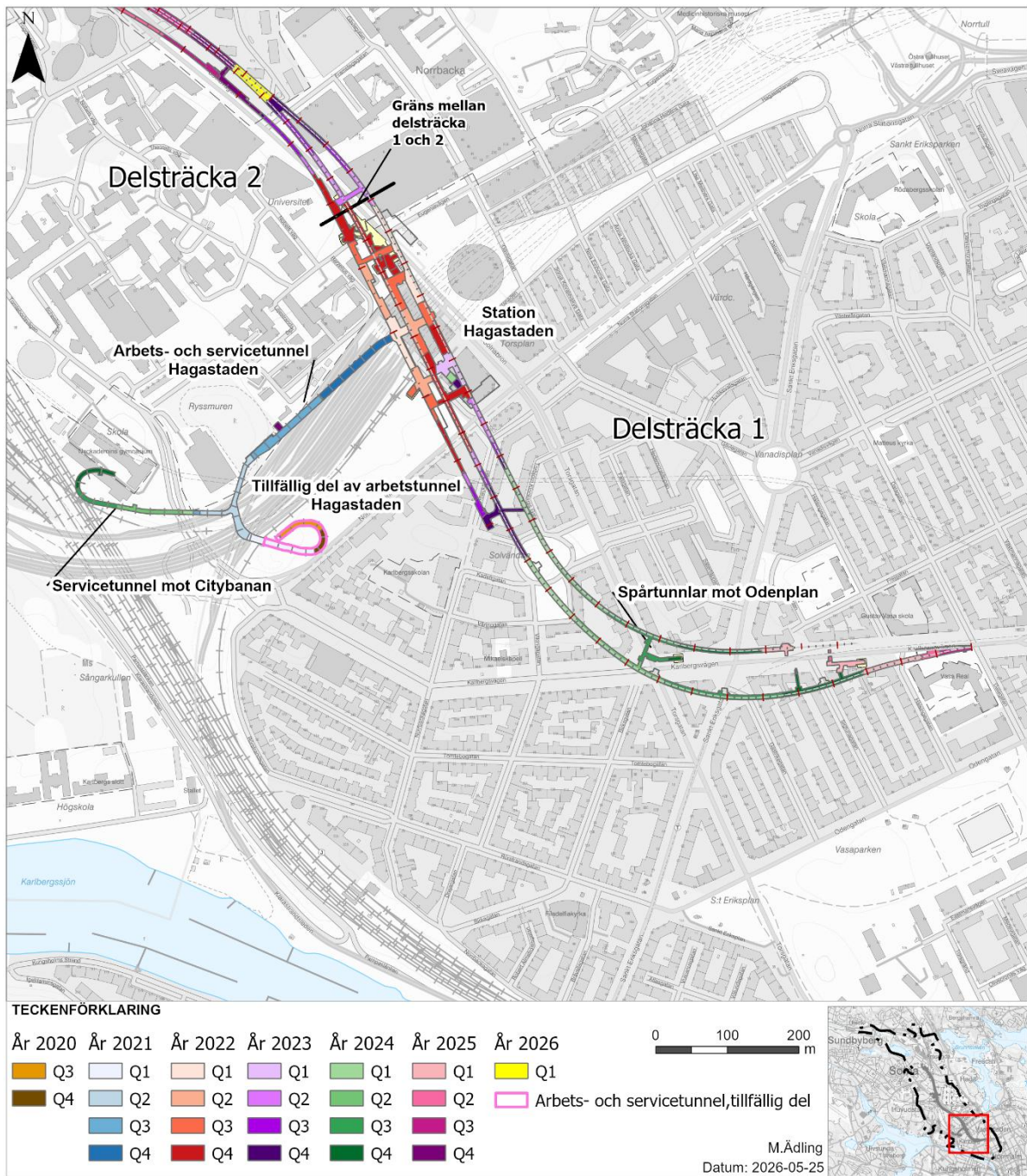
2 Bakgrund

2.1 Anläggning och utförd tunneldrivning

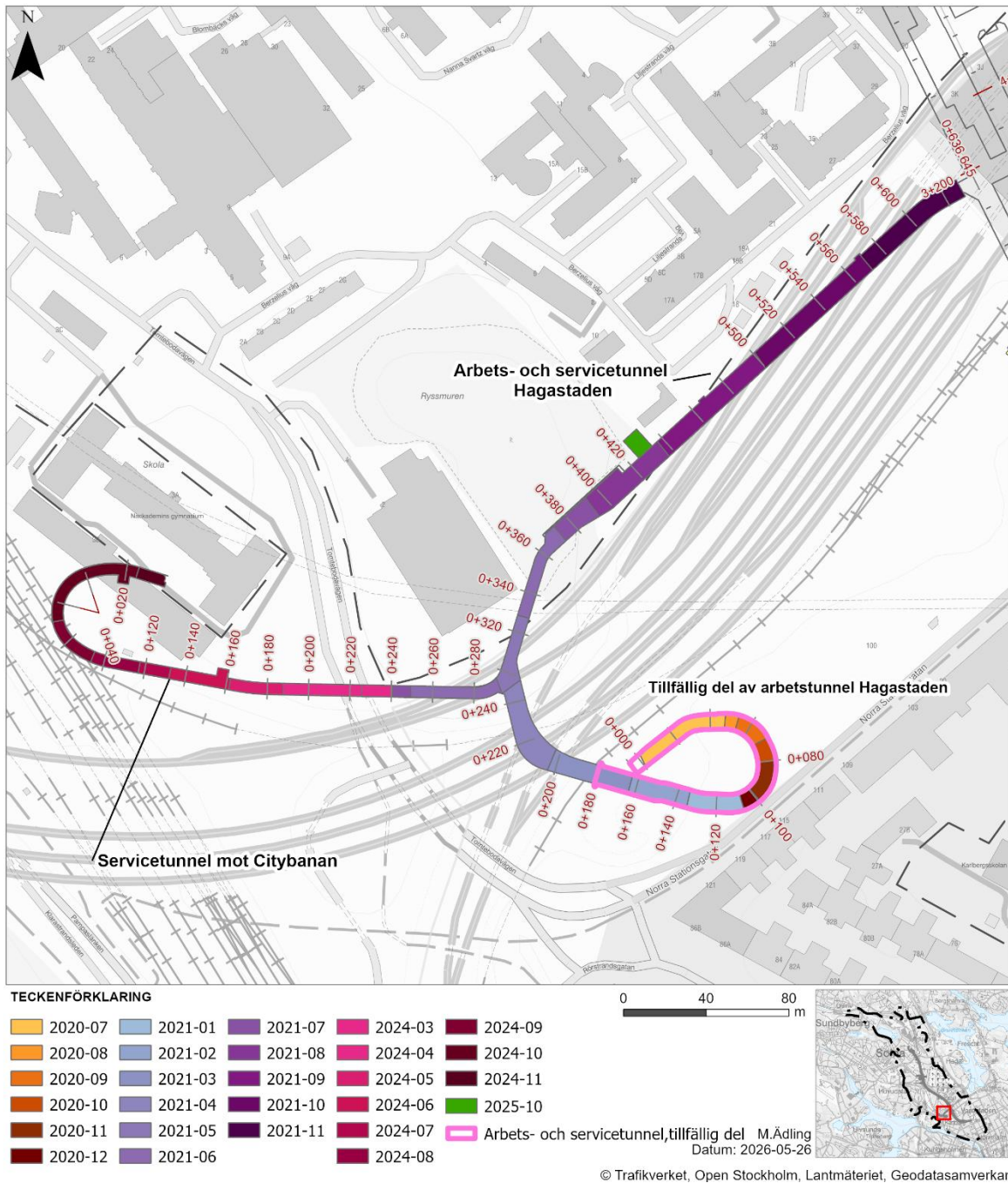
Delsträcka 1 omfattar arbets- och servicetunnel vid Norra stationsområdet, station Hagastaden med anslutande tunnlar norrifrån samt tunneldelar söderut som ansluter till station Odenplan. Delsträcka 2 omfattar tunneldelar norr om station Hagastaden till station Södra Hagalund och vidare bort till station Arenastaden. Gränsen mellan delsträckorna ligger strax norr om station Hagastaden, se Figur 2.

Grundvattenbortledningen inom delsträcka 1 inleddes under sommaren 2020 med bergschakt för arbets- och servicetunnel vid Hagastaden, där den månatliga framdriften för denna del visas i Figur 3. Kvartalsvis framdrift för hela anläggningen illustreras i Figur 2. Drivningen av stationsutrymmet påbörjades i början av 2022 och i slutet av 2023 hade hela stationen och anslutande spårtunnlar norr och söder om plattformsutrymmet drivits ut. Större delen av spårtunnlarna söderut mot Odenplan

drevs under 2024. Tunnelldrivningen avslutades i augusti 2025 efter färdigställandet av den sista tunnel delen som ansluter norrgående spårtunnel till befintlig grön linje. Det sista berguttaget inom delsträcka 1 utfördes under hösten 2025 och bestod av stigortsborrning av ett uteluftsintag i arbets- och servicetunneln.



Figur 2. Översiktskarta över delsträcka 1 med kvartalsvis framdrift.



Figur 3. Månadsvis framdrift i arbets- och servicetunneln.

2.2 Föreslagen ändring av provisoriska föreskrifter

Region Stockholm föreslår en ändring av provisoriska föreskrifter för delsträcka 1. Ändringen är en summering av riktvärde för delsträcka 1 (exklusive den tillfälliga delen av arbets- och servicetunneln) på 96 l/min och riktvärde för den tillfälliga delen för arbets- och servicetunneln på 45 l/min. Totalt erhålls då ett riktvärde på 141 l/min, som rullande 4-månadersmedelvärde, för hela delsträcka 1 inklusive arbets- och servicetunnel.

Nuvarande formulering

Under provotiden och till dess annat bestäms ska följande provisoriska föreskrifter gälla. P1. Region Stockholm ska driva tunnelanläggningen och utföra tätningsåtgärder så att flödet** av det till tunnelanläggningen inläckande grundvattnet, som rullande 4-månadersmedelvärde och riktvärde, inte överskrider

- på delsträcka 1, från station Odenplan t.o.m. station Hagastaden, exklusive den tillfälliga delen av arbets- och servicetunneln i Hagastaden, (cirka km 3+600 till km 4+900), 96 liter per minut,
- inom den tillfälliga delen av arbets- och servicetunneln i Hagastaden (från sektion 0/000 till sektion cirka 0/180), 45 liter per minut, och
- på delsträcka 2, från station Hagastaden t.o.m. station Arenastaden (cirka km 4+900 till km 7+400), 391 liter per minut.

** I flödena inräknas under byggtiden inte det grundvatten som kan komma att ledas bort från öppna schakt i jord.

Ansökt formulering

Under provotiden och till dess annat bestäms ska följande provisoriska föreskrifter gälla. P1. Region Stockholm ska driva tunnelanläggningen och utföra tätningsåtgärder så att flödet** av det till tunnelanläggningen inläckande grundvattnet, som rullande 4-månadersmedelvärde och riktvärde, inte överskrider

- på delsträcka 1, från station Odenplan t.o.m. station Hagastaden (cirka km 3+600 till km 4+900), inklusive arbets- och servicetunneln i Hagastaden, 141 liter per minut, och
- på delsträcka 2, från station Hagastaden t.o.m. station Arenastaden (cirka km 4+900 till km 7+400), 391 liter per minut.

** I flödena inräknas under byggtiden inte det grundvatten som kan komma att ledas bort från öppna schakt i jord.

3 Geologiska förhållanden

3.1 Arbets- och servicetunnel

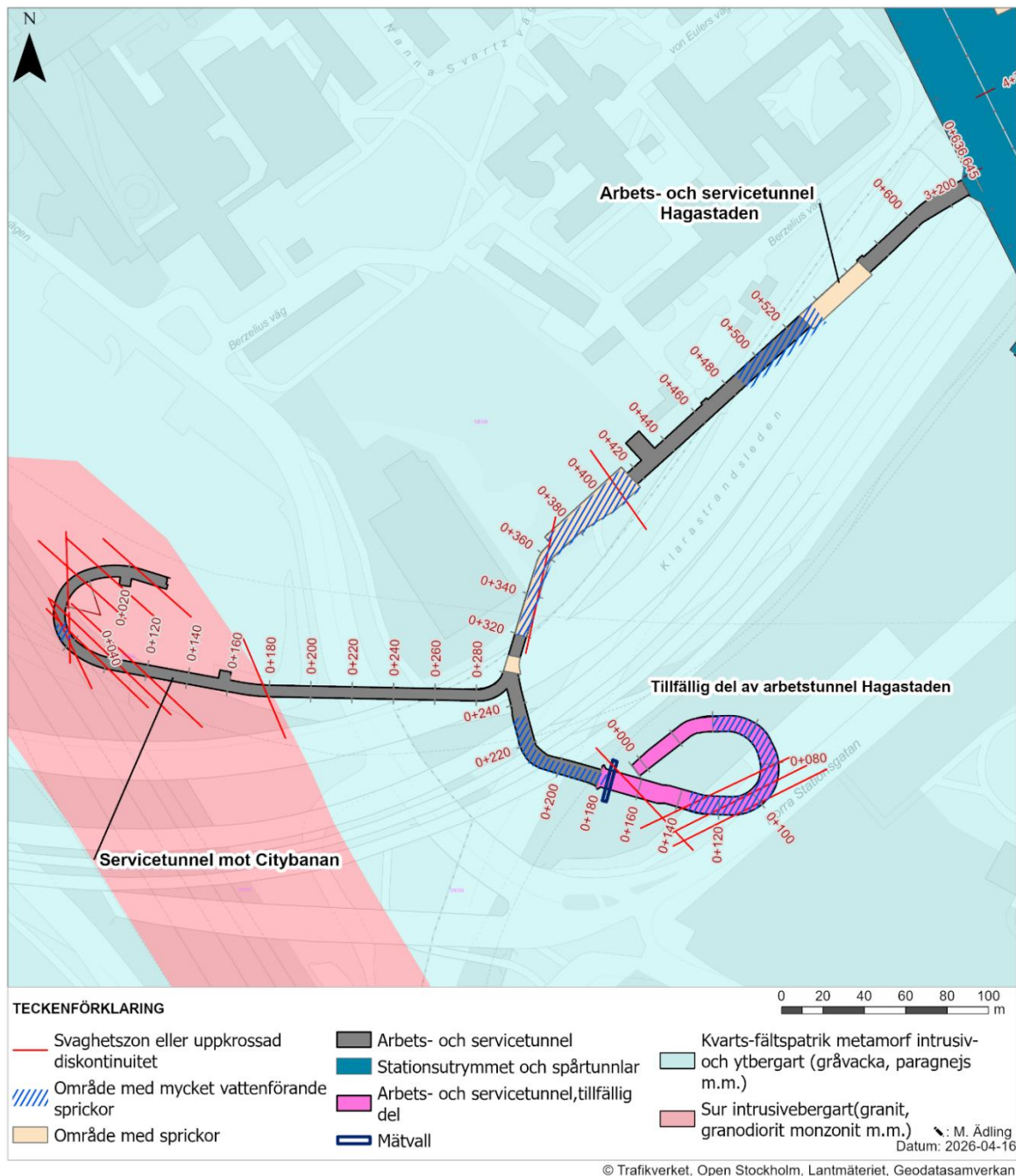
Berggrunden i området för arbets- och servicetunneln utgörs främst av Stockholmsgranit och sedimentådergnejs. När drivningen av arbets- och servicetunneln påbörjades visade det sig tidigt att berget i tunneln var betydligt sämre än förväntat vilket har bidragit till mer inläckage än prognostiserat på sträckan.

I den tillfälliga delen av arbetstunneln förekom flertalet krosszoner och vattenförande sprickor med både brant och flack stupning, främst mellan längdmätning 0+050 till 0+140, se Figur 4. Tunnelsektionen har en brant lutning och i de ytnära delarna (0+050 – 0+080) läckte mycket vatten in från främst flacka sprickor.

Vid längdmätning 0+160 påträffades en krosszon som korsade tunnelsträckningen och gick ner i tunnelväggen strax innan läget för mätvallen vid 0+175. Strax efter gränsen för den tillfälliga delen (0+180) förekom ett mindre område med mer synligt inläckage från flertalet sprickzoner.

Ett kraftigt inläckage noterades längre ned i arbetstunneln mellan längdmätning 0+300 till 0+415. Längs med sträckningen förekom ett korsande lerslag och flertalet vattenförande sprickgrupper med brant, vertikal och flack stupning vilka gav upphov till mer inläckage. Ytterligare ett större område med flertalet vattenförande sprickor förekom mellan 0+500 till 0+560, där främst sprickor med flack stupning bidrog till mer inläckage.

I servicetunneln mot Citybanan var berget generellt av bättre kvalitet med undantag för området västerut där tunnelsträckningen gör en kraftig U-sväng. I kurvan förekom flertalet på varandra efterföljande krosszoner med hög vittringsgrad. Synligt inläckage noterades från ett mindre antal vattenförande sprickor i området.



Figur 4. Arbets- och servicetunneln med karterade kross- och sprickzoner samt områden med mer synligt inläckage från vattenförande sprickor. Arbetstunnelns infart och tillfälliga del i öst och servicetunneln mot Citybanan i väst.

3.2 Stationsutrymmet och spårtunnlar

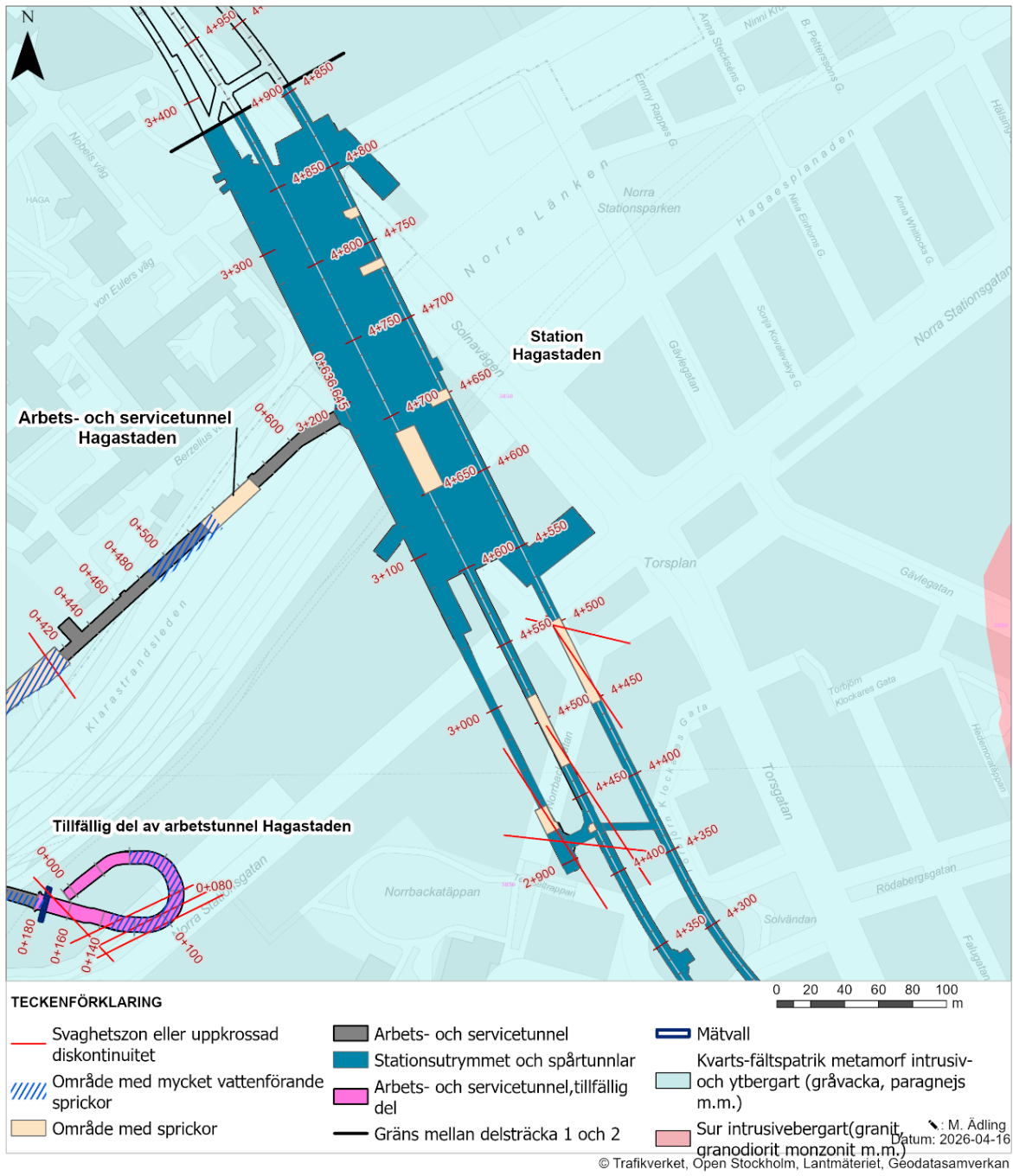
Berggrunden inom stationsutrymmet och spårtunnlarna utgörs likt arbetstunneln främst av sedimentådergnejs och Stockholmsgranit. Stationsutrymmet utgörs av tre parallella tunnlar; södergående spårtunnel i öster, norrgående spårtunnel i mitten samt servicetunneln i väster, se Figur 5.

Bergkvaliteten i stationsutrymmet var varierande och zoner med uppsprucket berg förekom på flertalet platser. Tre större spricksystem identifierades i stationsområdet, där den mest dominanta sprickgruppen utgjordes av flacka, nästan horisontella

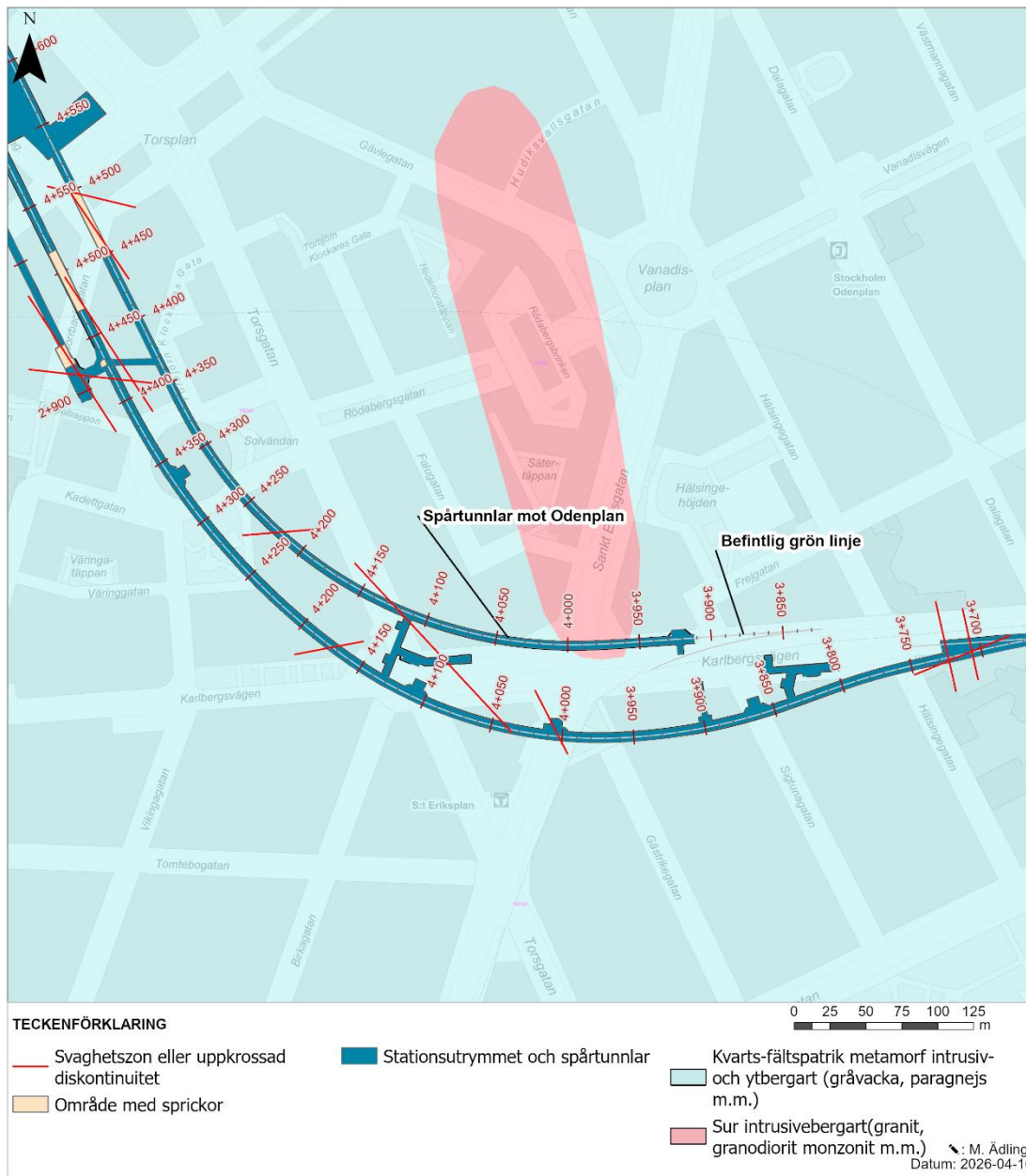
sprickor/bankningsplan. De andra sprickgrupperna bestod främst av vertikala och branta sprickor med olika stupningsriktning. I de södra delarna av stationsutrymmet påträffades flera områden med dåligt berg och mer inläckage varför flera kompletterande omgångar av förinjektering utfördes, se Figur 5 och avsnitt 5.1.2. Det sämre berget utgjordes främst av medelbranta sprickor med lerfyllning.

Strax söder om stationsutrymmet i spårtunnlarna mot Odenplan förekom flera områden med sämre berg och mer inläckage från främst vittrade ler- och kalcitfyllda sprick- och krosszoner, se Figur 5. I servicetunnelns södra ände förekom ytterligare ett område med sämre berg och lerfyllda sprickor. Sämre berg påträffades även norr om stationsutrymmet i södergående spårtunnel, se Figur 5. Generellt bedömdes främst flacka spricksystem ha bidragit till mer inläckage i spårtunnlarna i anslutning till stationsutrymmet.

Spårtunnlarna mot Odenplan under Vasastaden drevs genom en högre belägen bergplint och korsade under drivningen flera prognostiserade svaghetszoner. Generellt var dock berget betydligt bättre än inom stationsområdet och arbetstunneln. Uppkrossade sprick- och svaghetszoner förekom på ett antal platser längs med spårtunnelsträckningen, bland annat där spårtunnlarna korsar Torsgatan och där norrgående spårtunneln ansluter mot befintlig grön linje, se Figur 6. Drivningen av spårtunnlarna mot Odenplan resulterade inte i några större mängder inläckage trots flertalet passager av sprickzoner, vilket överensstämmer med tidigare erfarenheter från drivning av Citybanan och ledningstunnlar i samma område.



Figur 5. Stationsutrymme och spårtunnlar med karterade kross- och sprickzoner. Från öst till väst: södergående spårtunnel, norrgående spårtunnel och servicetunneln.



Figur 6. Spårtunnlar mot Odenplan med karterade kross- och sprickzoner. Norrgående spårtunnel i söder/väst och södergående spårtunnel i norr/öst. Österut ansluter spårtunnlarna mot befintlig grön linjes spårtunnlar.

4 Inläckage

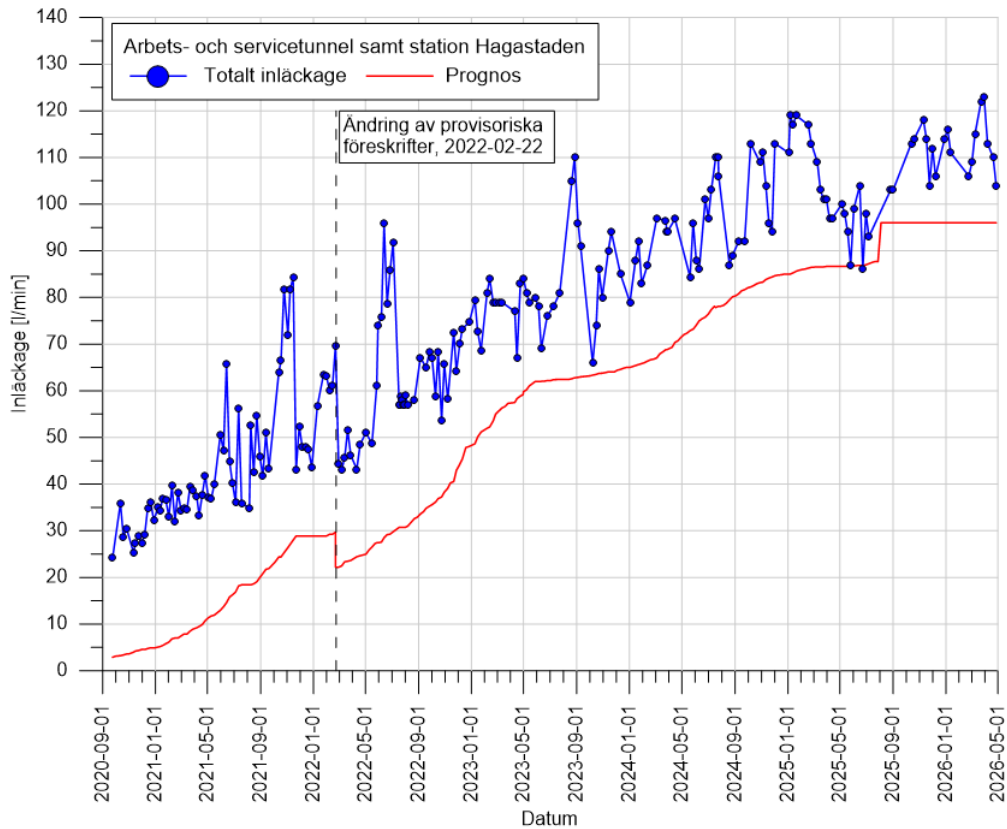
Inför byggstart togs en prognos för inläckage till olika anläggningsdelar fram i syfte att möjliggöra löpande uppföljning. Prognosen baserades på tillgänglig information om geologi och geologiska strukturer och redovisas tillsammans med uppmätt inläckage i Tabell 1. Inläckaget i den permanenta delen av arbetstunneln ligger över prognostiserat värde medan inläckaget i den tillfälliga delen ligger betydligt lägre än prognostiserat. I station Hagastaden samt service- och spårtunnlar ligger inläckaget i linje med prognostiserat värde. I Figur 7 visas uppmätt inläckage tillsammans med prognostiserat för den permanenta delen av delsträcka 1. Efter bergdriftens slut visar

mätningar på ett totalt inläckage mellan ca 100–120 l/min. Under tunneldrivningen efterföljande arbetstunneln har glappet mellan prognostiserat inläckage och uppmätt inläckage minskat. För den tillfälliga delen av arbetstunneln uppgår inläckaget till 10–15 l/min.

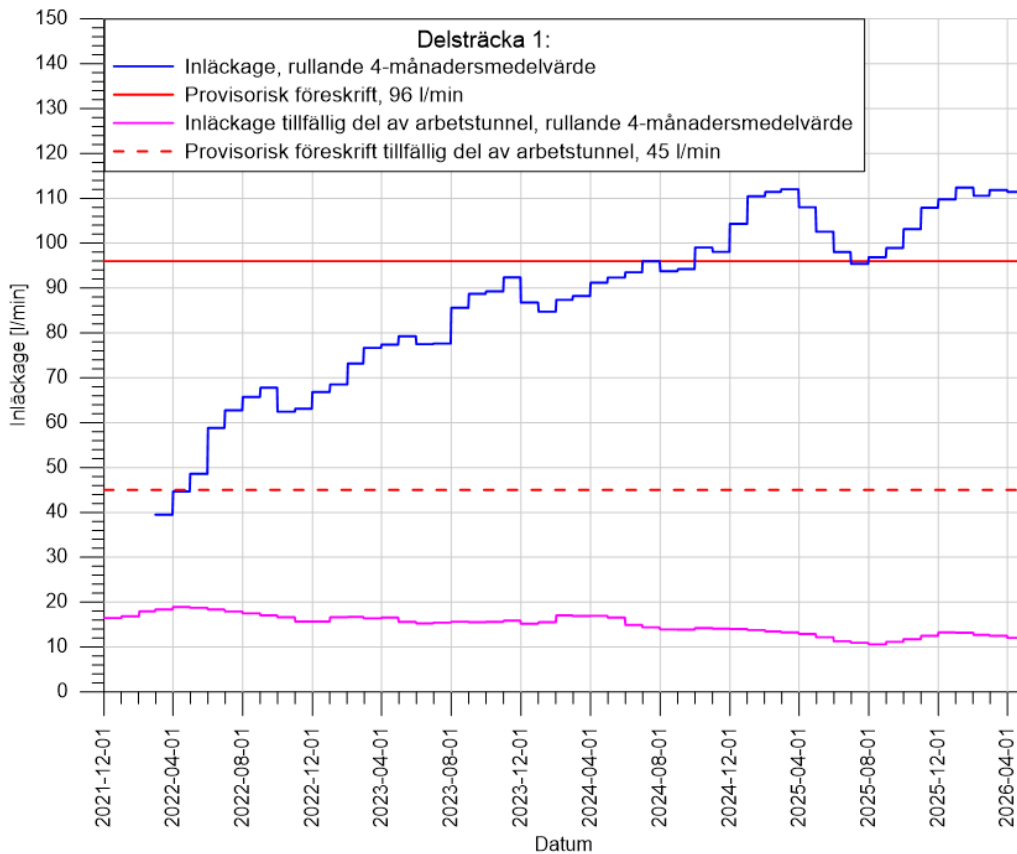
I Figur 8 visas rullande 4-månadersmedelvärde för inläckage inom delsträcka 1 samt den tillfälliga delen av arbetstunneln jämfört med provisoriska riktvärden. Inläckaget i tunneldelar inom delsträcka 1, exklusive den tillfälliga delen, överskred riktvärdet från oktober 2024. Under perioden när riktvärdet överskreds fluktuerade inläckaget mycket mellan de veckovisa mätningarna, se vidare i avsnitt 4.2. Under våren 2025 minskade inläckaget stadigt (se Figur 7) i samband med minskad bergdrift och en längre torrperiod, och i juli månad 2025 underskreds riktvärdet, se Figur 8. Hösten 2025 ökade inläckaget igen när grundvattennivåerna steg till följd av nederbörd. Efter bergdriftens slut konstateras att riktvärdet för den permanenta delen av delsträcka 1 överskreds med ca 15 l/min. Riktvärdet för den tillfälliga delen av arbetstunneln på 45 l/min underskreds.

Tabell 1. Uppmätta inläckagevärden för olika anläggningsdelar inom delsträcka 1 samt prognostiserade inläckagevärden. Uppmätt inläckage för arbetstunneln avser medelvärde av mätningar från oktober 2025 till april 2026. Uppmätt inläckage för station Hagastaden och spårtunneln avser medelvärde från januari 2025 till april 2026.

Anläggningsdel	Uppmätt inläckage (l/min)	Prognostiserat inläckage (l/min)
Arbetstunnel	44	28
Tillfällig del av arbetstunnel	10–15	45
Station Hagastaden, service- och spårtunnlar norrut samt service- och spårtunnlar söderut mot Odenplan	68	68



Figur 7. Uppmätt totalt inläckage för delsträcka 1, exklusive den tillfälliga delen, i förhållande till inläckageprognos.



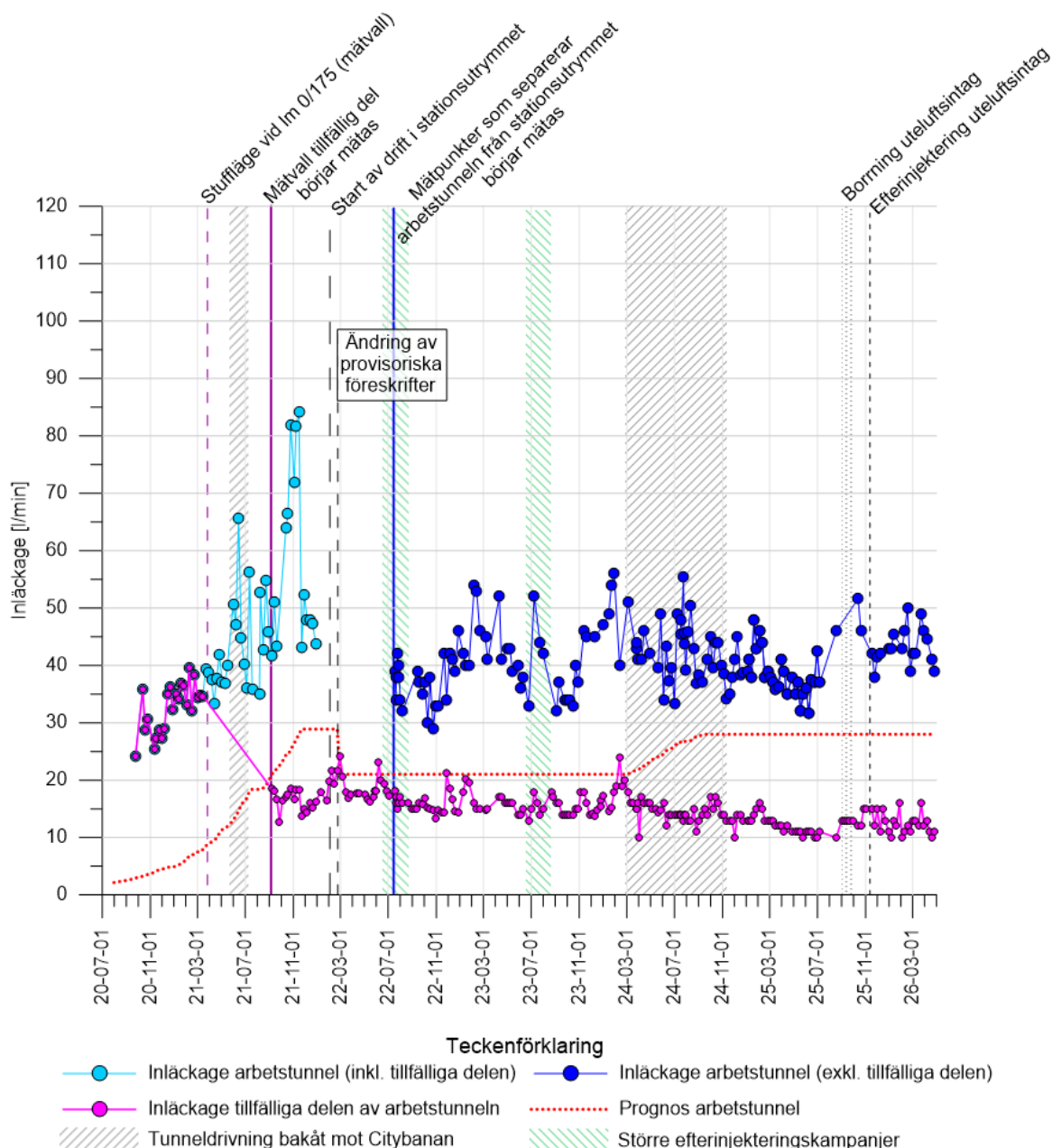
Figur 8. Rullande 4-månadersmedelvärde för inläckage inom delsträcka 1 samt den tillfälliga delen av arbetstunneln jämfört med riktvärden.

4.1 Arbets- och servicetunneln

Inläckagemätningarna i arbetstunneln påbörjades under slutet av sommaren/början av hösten 2020. I Figur 9 visas uppmätt inläckage i arbetstunnelns olika delar tillsammans med hålltider rörande bergschakt, tätningsåtgärder och inläckage. Redan vid de första mätningarna låg inläckaget ca 20 l/min över prognos och detta överskott har lett till att prognosen har överskridits under efterföljande bergschakt av arbetstunneln. Under 2024 drevs den del av arbetstunneln som går västerut och ansluter till Citybanans servicetunnel, vilket inte gav upphov till någon märkbar ökning av inläckaget. Under hösten 2025 stigortsborrades ett uteluftsintag tillhörande arbetstunneln, vilket ledde till att inläckaget ökade med några liter. Totalt har inläckaget för hela arbetstunneln, exklusive den tillfälliga delen, varierat mellan ca 30–50 l/min vilket kan jämföras med prognosen på 28 l/min.

Syftet med den ändring av provotidsföreskriften som tidigare beskrivits var att det höga inläckaget, som när omprövningen initierades uppmättes till ca 35 l/min i den tillfälliga delen av arbetstunneln, inte skulle belasta riktvärdet för resterande del av tunneln. Den differens på ca 20 l/min som uppstått efter fortsatt drivning av arbetstunneln, vilket uppmätts efter anläggande av mätvallen för att särskilja inläckaget i den tillfälliga delen av tunneln från den permanenta, bedöms bero på att inläckaget som initialt läckte in i den ytliga delen av tunneln istället dräneras till djupare delar av arbetstunneln. Inläckaget tillhör således samma grundvattenmagasin, men belastar i dagsläget arbets- och servicetunneln och inte den tillfälliga delen av arbetstunneln. Inläckaget, som vid tiden för omprövningen bedömdes som tillfälligt, har således blivit permanent och kommer kvarstå även i driftskedet.

I mars 2026 undersöktes tätheten hos mätvallen mellan den tillfälliga och permanenta delen av arbetstunneln (se Figur 4) för att säkerställa att inget vatten rann förbi mätvallen utan att inkluderas i uppmätta flöden i den tillfälliga delen. Undersökningen visade på att mätvallen fungerar på ett tillfredställande sätt.

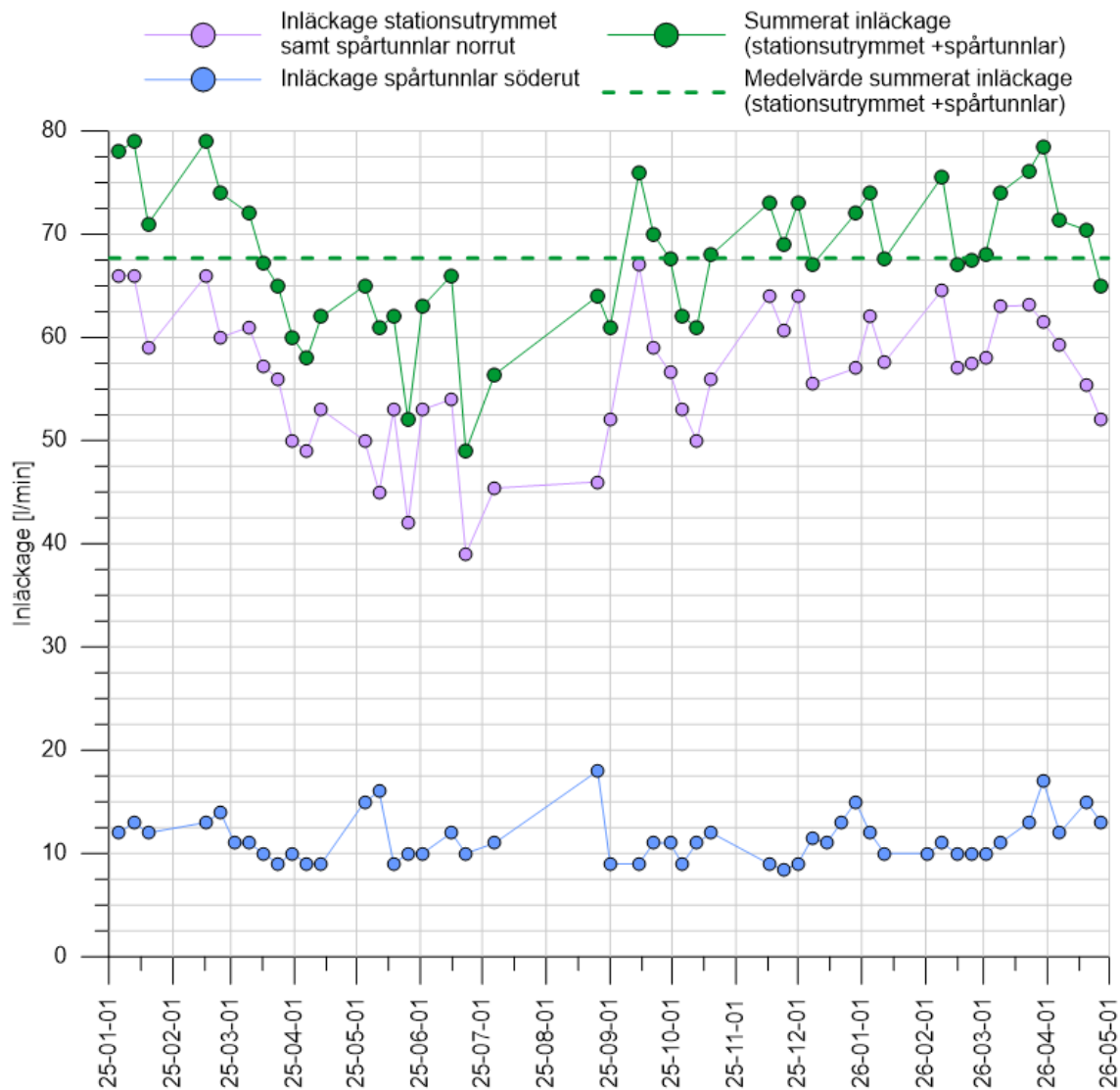


Figur 9. Inläckage i arbetstunneln och den tillfälliga delen av arbetstunneln samt prognos. Tunneldrivning västerut mot Citybanan visas i grått skrafferat och större efterinjekteringskampanjer visas i grönt skrafferat.

4.2 Stationsutrymmet och spårtunnlar

Inläckaget i stationsutrymmet och spårtunnlar ligger i linje med prognosen på 68 l/min, se Tabell 1 och Figur 10. På grund av lagring av processvatten i de större, flacka ytorna inom stationsutrymmet har det varit behäftat med svårigheter att etablera tillförlitliga mätningar av inläckaget. Denna problematik i kombination med svårigheter att mäta vatten från ovanjordsschakt, som ej ska inkluderas i jämförelse mot riktvärde för inläckage, har resulterat i osäkerheter och flödesfluktuationer i mätningarna. Osäkerheterna har minskat i takt med att tunneldrivningen färdigställdes och täta konstruktioner anlagts vid uppgångarna. Mätningarna i stationsutrymmet samt anslutande tunnlar norrut har det senaste året varierat mellan ca 40–67 l/min (medelvärde 56 l/min), se Figur 10.

Mätningar av inläckaget i spårtunnlarna söderut från stationsutrymmet mot Odenplan har varit lågt och varierat mellan ca 10–15 l/min. Även uppmätt inläckage i befintliga ledningstunnlar och erfarenhet från drivning av Citybanan har visat låga inläckage i berget på den aktuella sträckan.



Figur 10. Uppmätt inläckage (l/min) för stationsutrymme samt norr- och södergående spårtunnlar inom delsträcka 1.

5 Skadeförebyggande åtgärder

5.1 Injektering

Tätning av berget för att begränsa inläckaget har huvudsakligen skett med systematisk förinjektering med cementbaserade tätningsmedel. Det ursprungliga injekteringskonceptet baserades på erfarenheter från flera utförda stora projekt i Stockholmsområdet, till exempel Norra Länken och Citybanan. Efter att bergkvaliteten i arbetstunneln påvisade stora utmaningar med inläckande

grundvatten har ett omfattande arbete utförts löpande med att utveckla och anpassa förinjekteringskonceptet efter rådande lokala förhållanden och erfarenheter.

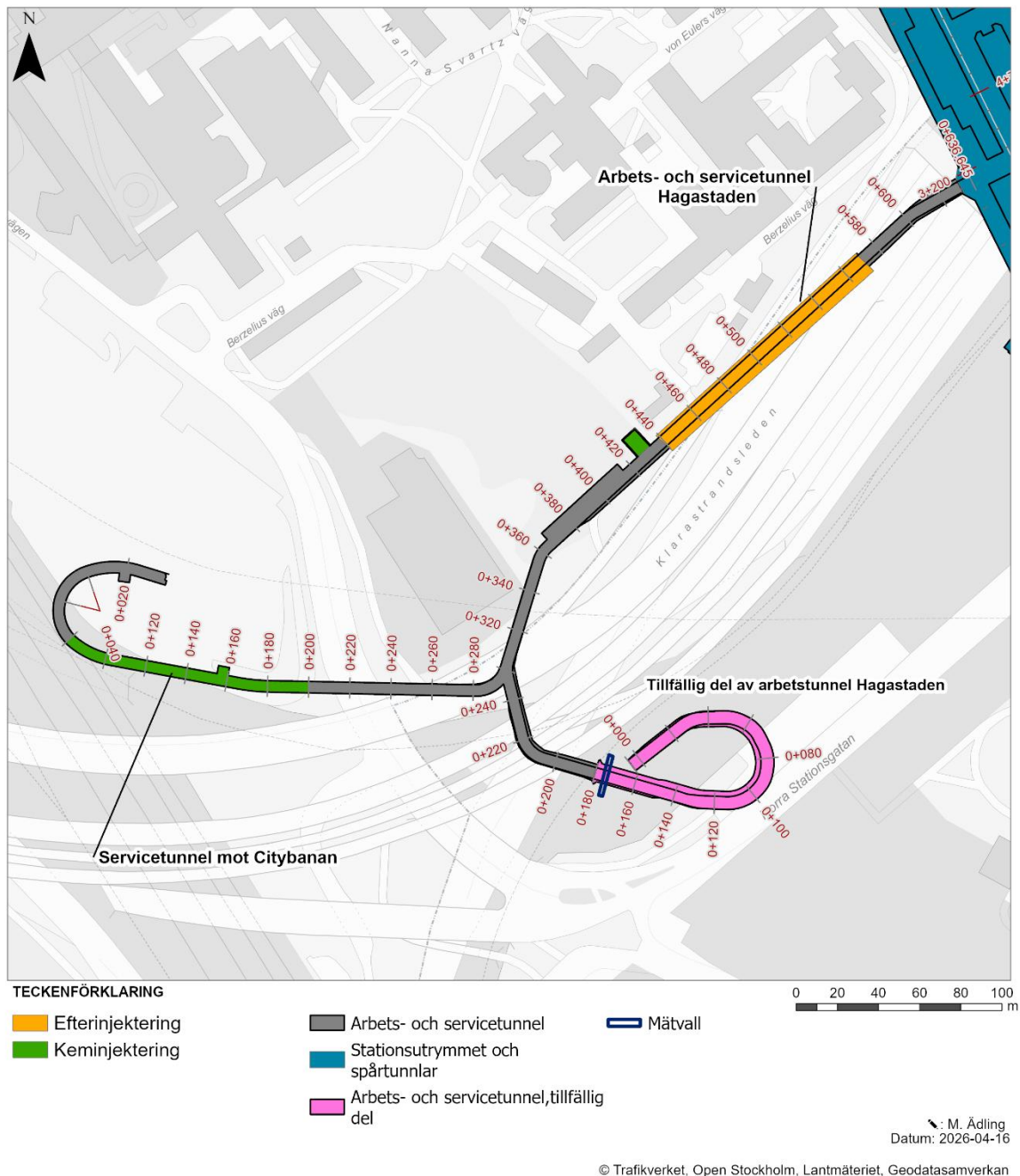
5.1.1 Arbets- och servicetunnel

I de delar av arbets- och servicetunneln som drevs under 2021 (se Figur 3) utfördes förinjektering enligt det injekteringskoncept som presenterades i den tekniska beskrivningen tillhörande tillståndsansökan. Det var projekterat att injekteringsklass 1 skulle användas för hela arbetstunneln, d.v.s. en omgång förinjektering med viss komplettering. Utfallet innebar att komplettering med ytterligare en eller flera omgångar förinjektering utfördes längs med majoriteten av tunnelsträckningen, till följd av sämre bergkvalitet än projekterat. Mellan längdmätning 0+300 till 0+356 var möjligheterna att utföra för- och efterinjektering begränsade till följd av närheten till Citybanans tunnelanläggning.

Under sommaren 2022 utfördes efterinjektering med cementbaserat bruk i arbetstunnelns väggar och tak, mellan längdmätning 0+440 till 0+570, se Figur 11. Bruksåtgången och antalet omgångar var större respektive fler i lägen med observerat sämre berg. Sommaren 2023 kompletterades efterinjekteringskampanjen med en botteninjektering i samma område. Bruksåtgången i varje hål var då relativt liten.

Den sista delen av servicetunneln mot Citybanan drevs under 2024 med ett reviderat förinjekteringskoncept, se avsnitt 5.1.2. Drivningen av servicetunneln bidrog inte till någon tydlig ökning av inläckaget i arbetstunneln, se Figur 9. En efterinjektering med kembaserat medel utfördes i januari 2025, i syfte att åtgärda punktläckage från enstaka sprickor och bultar längs med en längre sträckning av servicetunneln, se Figur 11.

Under hösten 2025 borrades ett vertikalschakt för uteluftsintag i nischen vid längdmätning 0+430, se Figur 11. I schaktet påträffades vattenförande sprickor vilka bidrog till ett ökat inläckage i arbetstunneln. Efterinjektering utfördes senare under hösten vilket resulterade i ett reducerat inläckage från schaktet.



Figur 11. Arbets- och servicetunnel med längdmätningar och områden där efterinjektering har utförts. Arbetstunnelns infart i öst och servicetunneln mot Citybanan i väst. Nischen med uteluftsintaget syns i höjd med längdmätning 0+430.

5.1.2 Stationsutrymmet och spårtunnlar

I samband med starten av tunneldriften inom stationsutrymmet (se Figur 2) inleddes ett omfattande arbete med att utvärdera och revidera förinjekteringskonceptet utifrån bergtekniska erfarenheter från drivningen av arbetstunneln. Syftet var att förbättra tätningen av berget och minimera inläckaget.

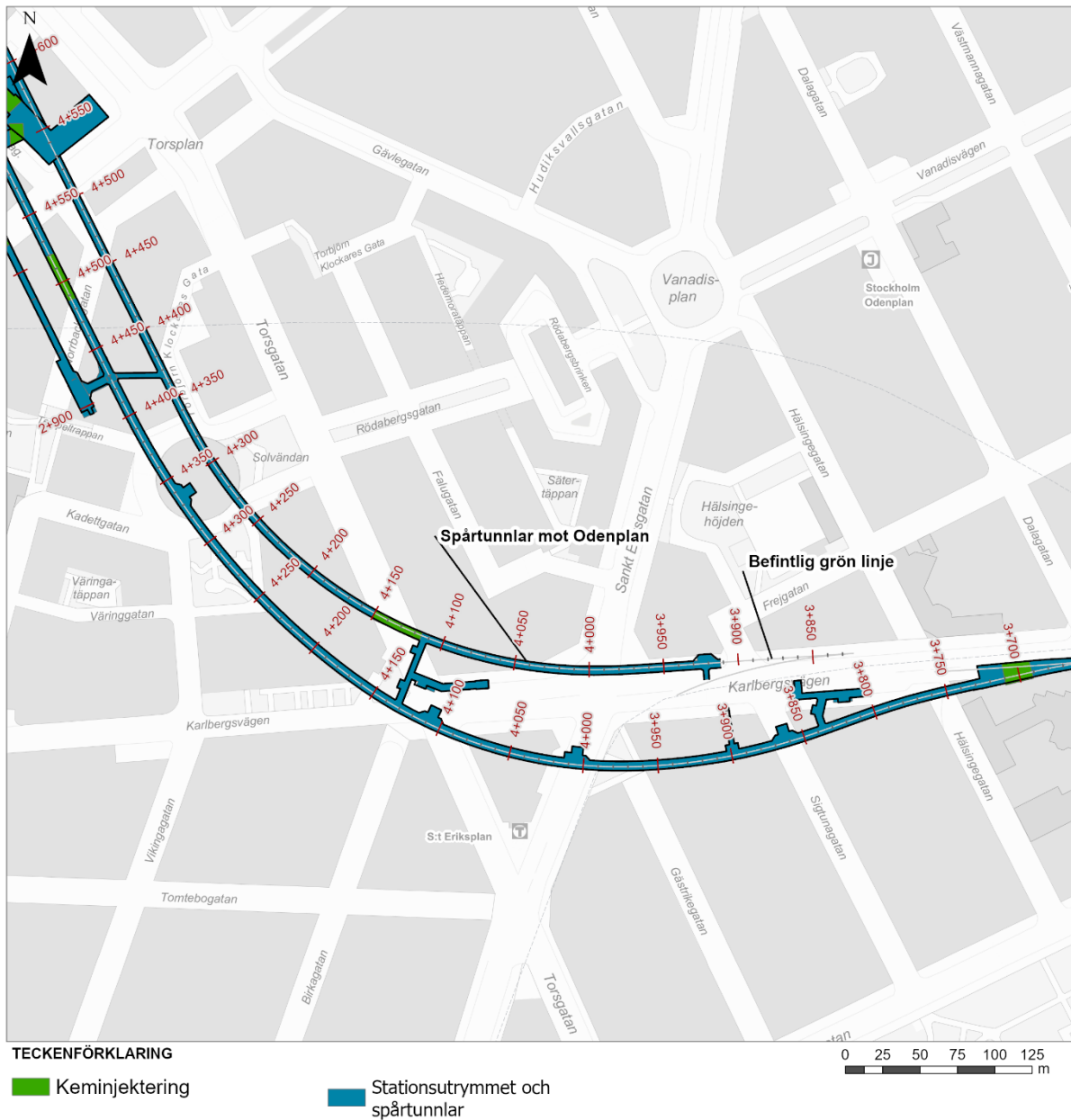
Den första revideringen av konceptet gjordes under juni 2022 och innebar att antalet injekteringsomgångar utökades från en till två vid samtliga skärmlägen. Jämfört med det ursprungliga injekteringskonceptet hade injekteringsklass 1 i det reviderade konceptet mer likheter med injekteringsklass 2 från tillståndsansökans tekniska

beskrivning. Ursprunglig projektering för hela stationsutrymmet innebar en omgång förinjektering med komplettering vid behov. I praktiken utfördes istället minst två omgångar förinjektering med några undantag för de inledande delarna. Under drivningen utvärderades resultatet från de två första omgångarna systematiskt, vid behov utfördes en tredje omgång och på vissa platser utfördes ytterligare omgångar.

Förinjekteringskonceptet reviderades flertalet gånger under tunneldriftens gång. I samband med drivningen av spårtunnlarna mot Odenplan gjordes de sista revideringarna av konceptet, där mängden injekteringsbruk i bottenhål justerades upp och antalet förinjekteringsomgångar behovsanpassades. Förändringen innebar direkt uppföljning och utvärdering av resultatet från injekteringsomgång 1 och att ytterligare injekteringsomgångar utfördes efter behov.

Den systematiska uppföljningen och utvärderingen av förinjekteringen bedöms ha bidragit till att begränsa inläckaget i stationsutrymmet och spårtunnlarna. Inom stationsområdet har dock, trots detta, flera efterinjekteringsinsatser med både cement- och kembaserat injekteringsmedel utförts för att minska inläckaget, se Figur 12. I två områden i stationsutrymmets södra delar efterinjekterades tunnelbotten med cement i flertalet omgångar. I samma områden krävdes även omfattande förinjektering med upp till sex omgångar i vissa skärmlägen. För att ytterligare få ner inläckaget i området utfördes en kembaserad efterinjektering i södergående spårtunnel för att komplettera den cementbaserade. Ytterligare efterinjektering med kembaserat injekteringsmedel har utförts inom stationsutrymmet för att minska inläckaget från enstaka sprickor och läckande bultar, se Figur 12.

I spårtunnlarna mot Odenplan har kembaserad efterinjektering utförts på några platser för att minska inläckage från enstaka sprickor och läckande bultar, se Figur 13.



Figur 13. Spårtunnlar mot Odenplan med längdmätningar och områden där efterinjektering och keminjektering har utförts. Norrgående spårtunnel i söder/väst och södergående spårtunnel i norr/öst. Österut ansluter spårtunnlarna mot befintlig grön linjes spårtunnlar.

5.2 Skyddsinfiltration

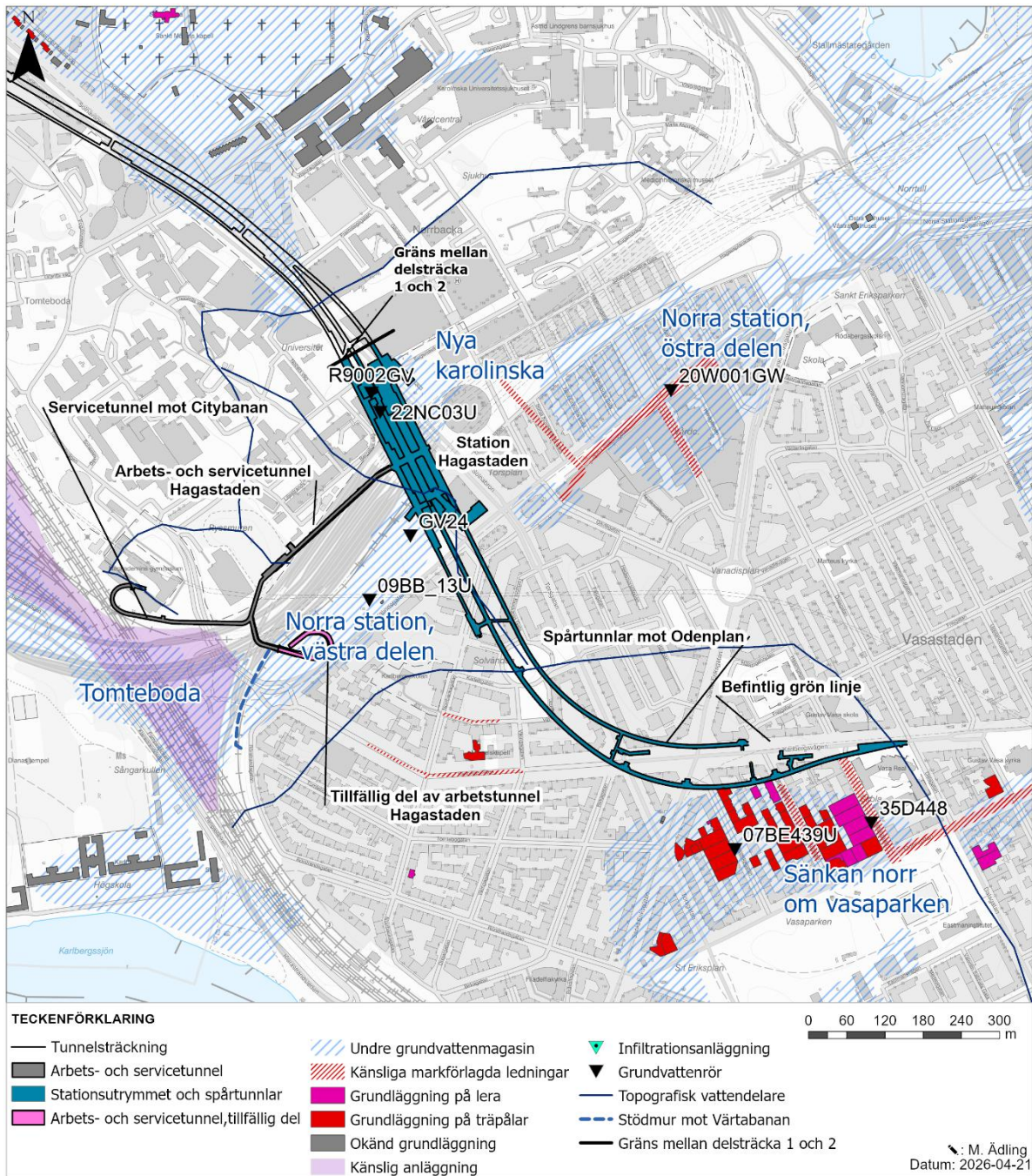
Skyddsinfiltration är en sekundär skyddsåtgärd, efter tätning av tunnlar, som utförts med syftet att upprätthålla grundvattennivåer vid känsliga, grundvattenberoende objekt. Region Stockholm infiltrerar idag ca 30–40 l/min inom grundvattenmagasinet Norra station, östra delen, samt ca 10,5 l/min inom grundvattenmagasinet sänkan norr om Vasaparken, vilket upprätthåller grundvattennivåerna, se avsnitt 6. Behovet

av permanent skyddsinfiltration är under utredning och kommer att färdigställas inför driftskedet.

6 Grundvattenpåverkan och utförd skyddsinfiltration

Under byggskedet har grundvattennivåer inom influensområdet kontrollerats inom ramen för kontrollprogrammet för grundvatten. Vid underskridande av åtgärdsnivå 2 har skyddsinfiltration utförts i det fall Region Stockholm haft pågående grundvattenbortledande arbeten i berört grundvattenmagasin.

Sammanfattningsvis har grundvattenpåverkan till följd av tunneldrivningen inom delsträcka 1 varit begränsad. Grundvattenpåverkan har dels noterats i grundvattenmagasinen Nya Karolinska och Norra station, västra delen, som ligger närmast station Hagastaden och arbetstunneln där inga känsliga objekt finns, dels har grundvattennivåerna påverkats inom avgränsade områden inom grundvattenmagasinen Norra station, östra delen, och sänkan norr om Vasaparken. Vid de två sistnämnda områdena vidtar Region Stockholm åtgärder i form av skyddsinfiltration, eftersom det i dessa magasin finns byggnader eller anläggningar som skulle kunna skadas vid en grundvattensänkning. Inga skador har konstaterats till följd av grundvattenpåverkan under byggskedet och omgivningspåverkan bedöms vara begränsad. I övriga grundvattenmagasin inom delsträcka 1 har ingen grundvattenpåverkan noterats under byggnationen av ny tunnelbana.



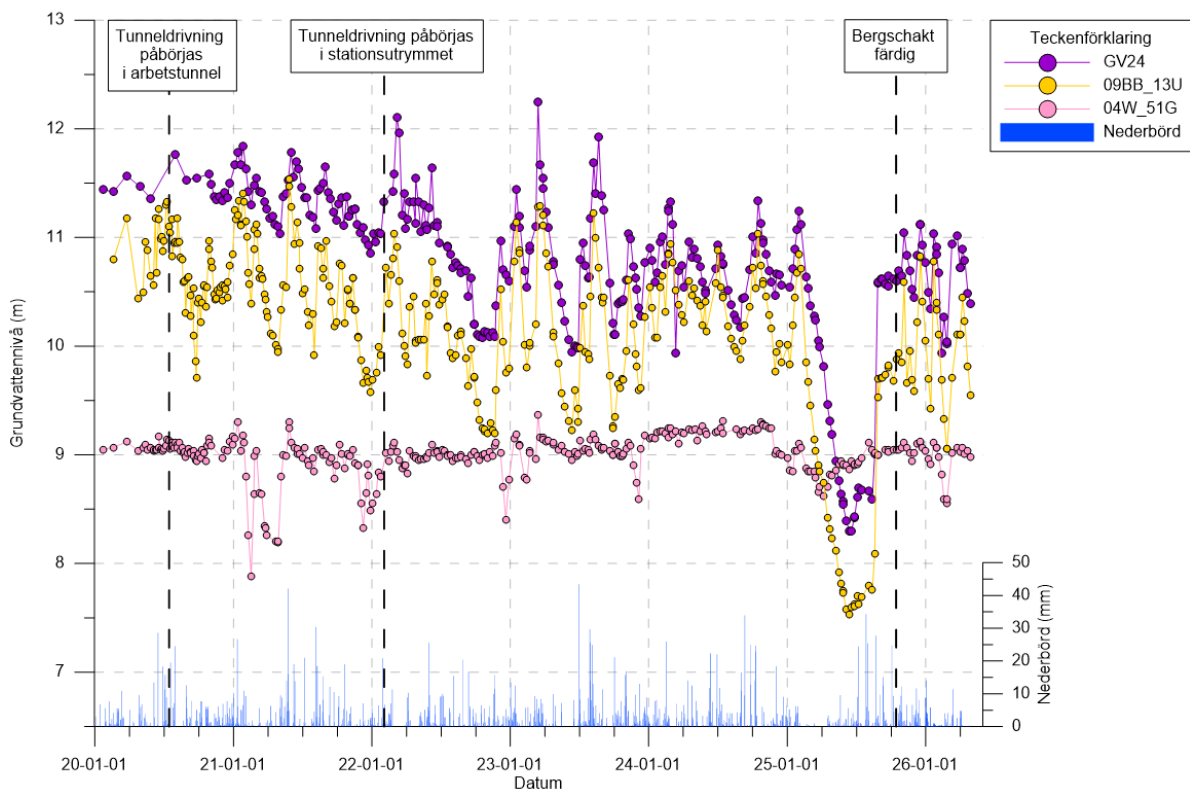
Figur 14. Tunnelanläggningen och grundvattenmagasin, topografiska vattendelare, grundvattenkänsliga objekt samt pågående infiltration. I kartan syns även utvalda grundvattenrör inom kontrollprogrammet för grundvatten.

6.1 Norra station, västra delen

Inom grundvattenmagasinet Norra station, västra delen, (Figur 14) har en grundvattensänkning uppmätts till följd av Region Stockholms arbeten. Grundvattenpåverkan kan konstateras närmast tunneln vid station Hagastaden och den södra biljetthallen samt vid arbetstunneln, se Figur 15. En sänkning av medelnivån kan observeras från och med sommaren 2022 i samband med uttag av stationsutrymme (grundvattenrör GV24, 09BB_13U). Under 2025 uppmättes en

tillfällig grundvattensänkning i hela grundvattenmagasinet från februari till slutet av augusti som bedöms bero på att det var mycket torrt jämfört med de normala för årstiden, se Figur 15. Västerut närmast den stödmur som löper längs med Värtabanan styrs grundvattennivån av dräneringsnivån i stödmuren, som ligger kring +9,14. Därför har grundvattennivån legat relativt konstant under byggskedet med undantag för tillfälliga nivåfluktuationer (grundvattenrör 04W_51G). Stödmuren utgör i praktiken en uppdämning av grundvattenmagasinet Norra station, västra delen, och upprätthåller grundvattennivån öster om muren.

Området för Norra station, västra delen, utgörs huvudsakligen av jordlager med överkonsoliderad lera med låg sättningsbenägenhet. Det finns inga känsliga objekt som är sättningskänsliga eller på andra sätt grundvattenberoende varför inga åtgärdsnivåer har underskridits och ingen skyddsinfiltation utförts. Vidtagna tätningståtgärder beskrivs i avsnitt 5.1.



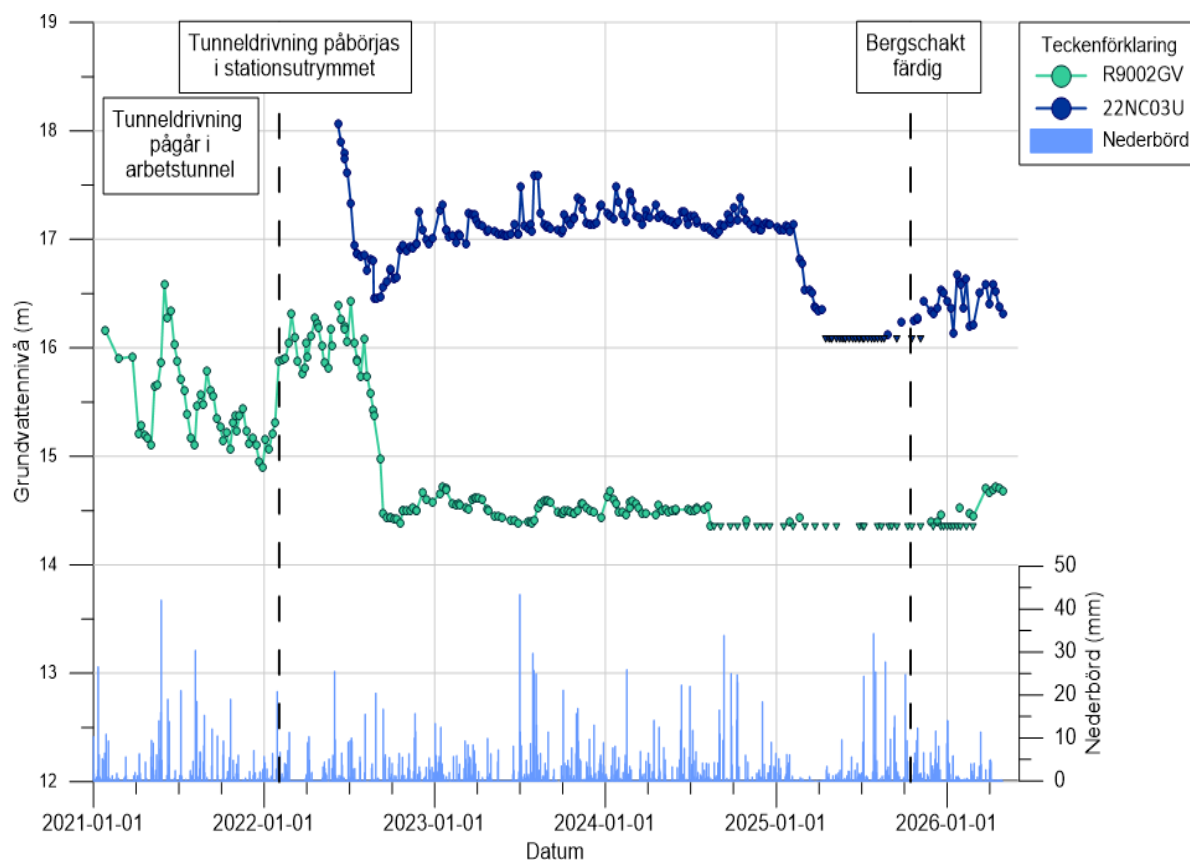
Figur 15. Grundvattennivåer inom grundvattenmagasinet Norra station, västra delen. Grundvattenrören är belägna enligt Figur 14.

6.2 Nya Karolinska

Inom grundvattenmagasinet Nya Karolinska har grundvattennivån påverkats av Region Stockholms arbeten med station Hagastaden och den norra uppgången, se Figur 16. Eftersom inga grundvattenberoende objekt finns i området har ingen infiltration utförts då inga skador kan uppkomma till följd av de sänkta nivåerna.

I samband med byggnationen av Nya Karolinska sjukhuset anlades en fast dräneringsnivå i grundvattenmagasinet norra del på cirka +14,5. Region Stockholm utökade den fasta dräneringen till magasinets sydvästra del i samband med

byggnationen av det norra rulltrappsschaktet vid station Hagastaden. I den sydvästra delen anlades dräneringsnivån på cirka +16,0. Den anlagda dräneringen ligger i höjd med medelgrundvattennivån i magasinet och innebär en permanent dränering av nivåöppar i magasinet.

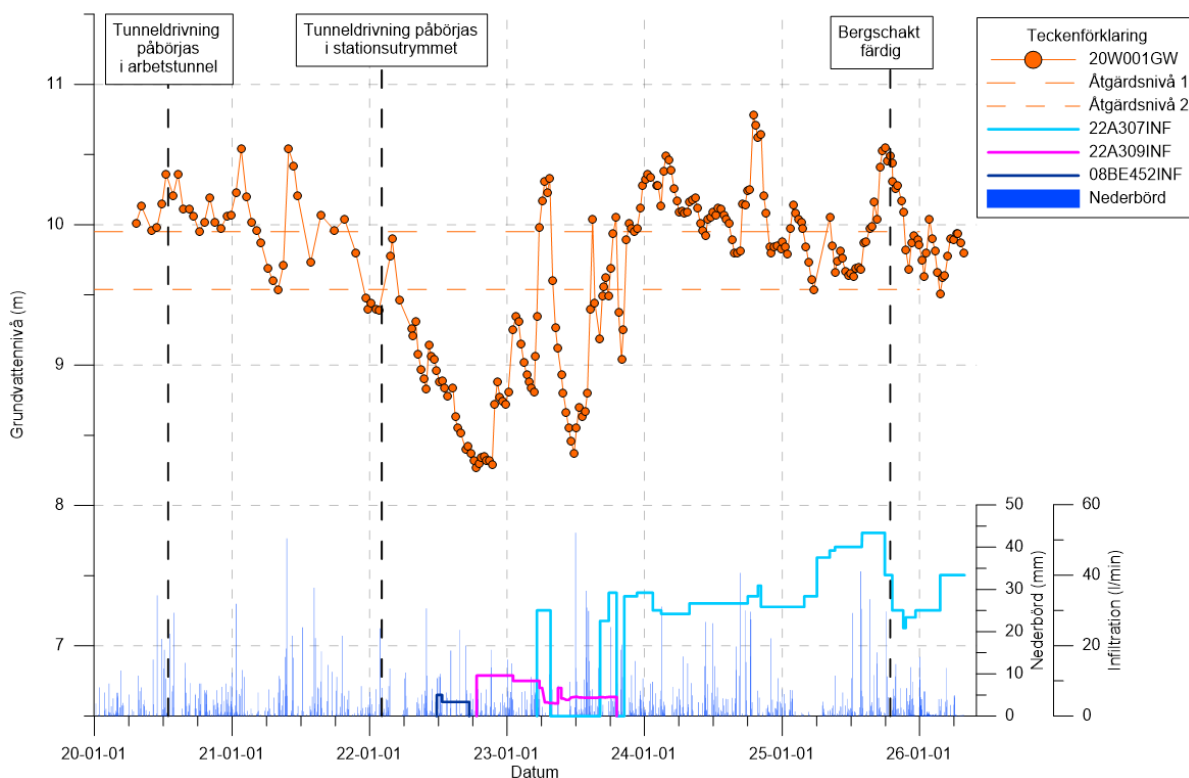


Figur 16. Grundvattennivåer inom grundvattenmagasinet Nya Karolinska. Torra grundvattenmätningar visas med trianglar. Grundvattenrören är belägna enligt Figur 14.

6.3 Norra station, östra delen

Längre bort från tunnlarna och på andra sidan vattendelaren har avsinkta grundvattennivåer uppmätts vid Hälsingegatan inom grundvattenmagasinet Norra station, östra delen, ca 500 m från station Hagastaden, se Figur 17. Grundvattennivåerna kring Hälsingegatan har påverkats historiskt till följd av andra grundvattenpåverkande verksamheter och en minskad grundvattenbildning till följd av hårdgörning av ytor. Sedan Region Stockholms påbörjade vattenverksamhet i området har en grundvattenpåverkan noterats i samband med ett omfattande borrhingsprojekt av energibrunnar inom närmaste kv. Blästern, beläget angränsande till Norra stationsgatan och Hälsingegatan. Borrhningarna utfördes från december 2020 till januari 2021 samt från februari till april 2022. Grundvattennivåerna fortsatte att sjunka under 2022 och Region Stockholm påbörjade därför skyddsinfiltation i enlighet med kontrollprogrammet. Det pågår arbete med att utreda behovet av permanent infiltation samt om det går att särskilja påverkan från de olika aktörerna. Vidare har energibrunnsborrning utförts inom kv. Blästern även under 2025 som inte har kunnat kopplas samman med ytterligare grundvattenpåverkan.

Region Stockholm infiltrerar idag ca 30–40 l/min i anläggning 22A307INF (Figur 14) och upprätthåller ansatta åtgärdsnivåer. Behovet av skyddsinfiltration kommer utredas inför driftskedet. Inga grundvattennivåer som skulle kunna bidra till ökade sättningsrörelser på känsliga objekt i form av markförlagda ledningar har uppkommit från tunneldriften. Region Stockholm mäter sättningar för utvalda kvarter i området vid Norra station, östra delen. Pågående rörelser och variationer bedöms bero av naturliga orsaker samt pågående eller tidigare verksamheter i området. Inga avvikande sättningsrörelser har uppmätts.

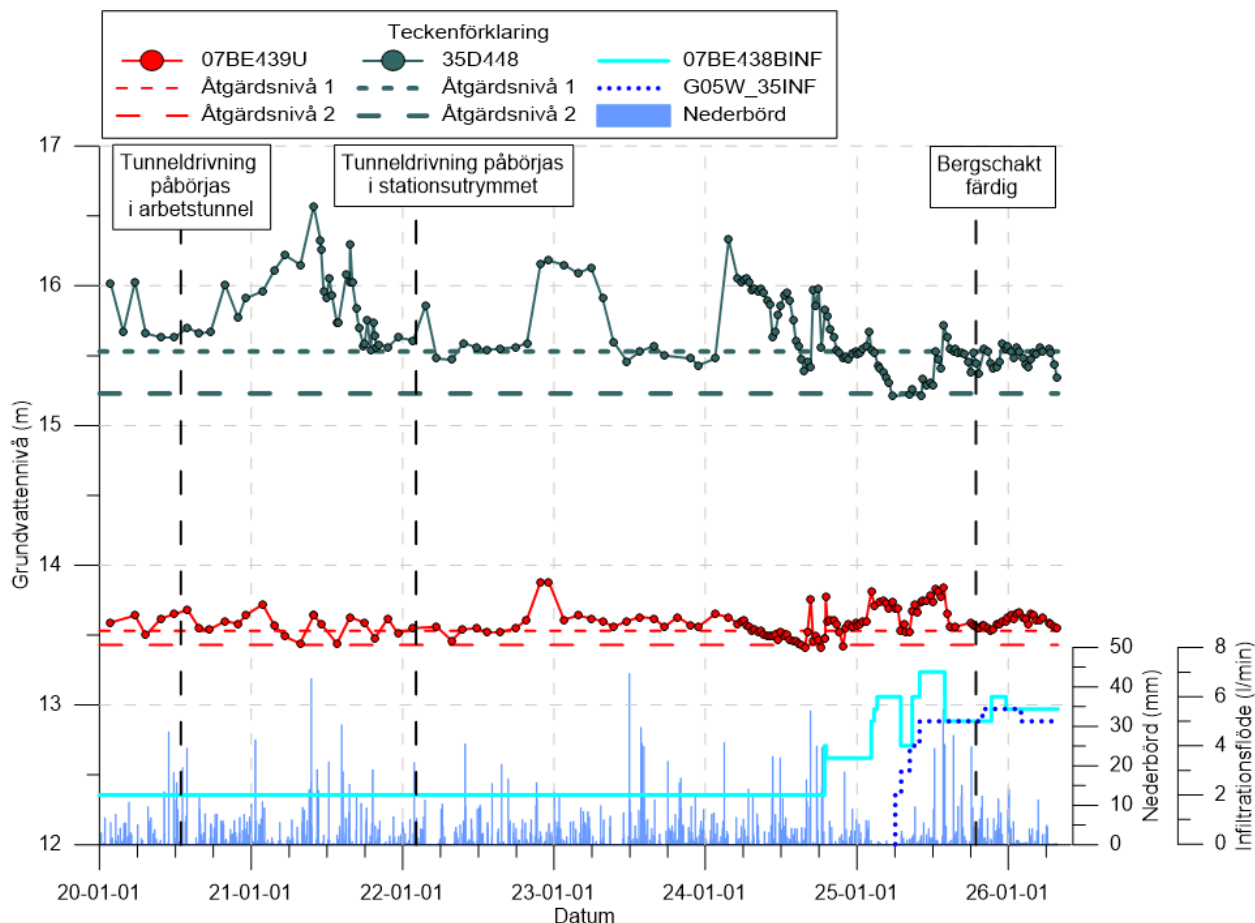


Figur 17. Grundvattennivåer inom grundvattenmagasinet Norra station, östra delen, samt infiltrationsflöde i infiltrationsanläggning. Grundvattenrören är belägna enligt Figur 14.

6.4 Sänkan norr om Vasaparken

Inom grundvattenmagasinet norr om Vasaparken har en mindre sänkning av grundvattennivåer uppmätts som kan härledas till tunneldrivningen mot Odenplan, se Figur 18. I samband med drivningen av Citybanan uppstod en grundvattensänkning som Trafikverket motverkat genom skyddsinfiltration i anläggning 07BE438INF, belägen vid Gästrikegatan (Figur 14). När spårtunnlarna för Nya tunnelbanan drevs observerades ytterligare avsänkning varför Region Stockholm ökat infiltrationsflödet i anläggningen. Infiltrationsflödet ligger idag på ca 5,5 l/min vilket upprätthåller grundvattennivåerna i närområdet. Vidare utförs infiltration inom samma grundvattenmagasin vid korsningen Hälsingegatan/Odengatan i anläggning G05W_35INF på ca 5 l/min (Figur 14). Ingen påverkan på känsliga objekt har uppkommit till följd av Region Stockholms vattenverksamhet. Känsliga objekt i området inkluderar byggnader grundlagda på lera och träpålar samt markförlagda ledningar (Figur 14). Tillfälliga, avvikande sättningsrörelser har uppmätts vilka har kunnat härledas till Regions Stockholm spräng- och vibrationsarbeten. Dessa rörelser

har varit snabba och övergående och de skadeutredningar som Region Stockholm utfört har kommit fram till att det saknas orsakssamband mellan vattenverksamhetens grundvattenpåverkan och uppstådda skador. Region Stockholms grundvattenpåverkan bedöms inte ha orsakat en ökning av de markrörelser som pågår i området till följd av naturliga orsaker eller tidigare verksamheter.



Figur 18. Grundvattennivåer inom grundvattenmagasinet sänkan norr om Vasaparken samt infiltrationsflöde i infiltrationsanläggningar. Region Stockholm ökade flödet i 07BE438BINF under oktober 2024 i samband med norrgående spårtunnel passerade under Gästrikegatan och grundvattenpåverkan observerades. Grundvattenrören är belägna enligt Figur 14.

7 Möjliga ytterligare åtgärder och bedömda inläckage

7.1 Möjliga ytterligare tätningsåtgärder

Den del av anläggningen där ytterligare tätningsåtgärder bedöms kunna ge viss effekt på inläckaget är i arbetstunneln. Region Stockholm har estimerat att rena produktionskostnader för en efterinjekteringskampanj på en sträcka om 250–300 meter skulle uppgå till cirka 12–15 miljoner kronor. Utöver det tillkommer kostnader på omkring 20–30 miljoner för störningar och förseningar för övrig produktion då

tillträdet till övriga anläggningsdelar skulle begränsas kraftigt under efterinjekteringsarbetet. För att undvika stora störningar i produktionen skulle åtgärderna behöva utföras vid senare tillfälle.

Det bedöms dock inte troligt att de tätningsåtgärder som kan utföras i arbetstunneln skulle åstadkomma en sådan sänkning av inläckaget att rådande provisoriska föreskrifter för delsträcka 1 kan inrymmas. De större efterinjekteringskampanjer som tidigare har utförts i arbetstunneln har inte resulterat i någon tydlig mätbar minskning av inläckaget, se Figur 9.

7.2 Bedömda inläckage i driftskedet

Inför kommande driftskede kvarstår inga arbeten som kan öka mängden inläckande grundvatten inom delsträcka 1, utan inläckaget bedöms fortsätta fluktuera mellan ca 100 och 120 l/min som medelvärde för den permanenta delen, se avsnitt 4. På sikt bedöms inläckaget för den permanenta delen inom delsträcka 1 kunna minska något till följd av en naturlig igensättning av sprickor i berget kring tunnlarna.

Den tillfälliga delen av arbetstunneln kommer inför färdigställandet av tunnelanläggningen avskärmas från den permanenta anläggningen med en tät betongkonstruktion och fyllas igen. Inläckaget på cirka 10–15 l/min som mäts inom den tillfälliga delen bör i teorin därefter inte längre läcka in i arbetstunneln. Den igenfyllda delen kommer inte att länshållas och över tid kommer grundvattennivåerna i närområdet att stiga. Detta kan komma att innebära en ökning av grundvattentrycket på den permanent dränerande tunnelanläggningen. Ett ökat grundvattentryck till följd av igenfyllningen skulle kunna leda till att mer inläckage läcker in i den permanenta delen av arbetstunneln under driftskedet. Det kommer dock inte röra sig om mer än de 10–15 l/min som idag mäts inom den tillfälliga delen. Det slutliga inläckaget till den permanenta anläggningen inom delsträcka 1 bedöms uppgå till som mest 141 l/min.

8 Bedömda konsekvenser

Det sämre och mer vattenförande berget i den tillfälliga delen av arbetstunneln har gett upphov till ett större inläckage än prognostiserat. Inläckaget har därför varaktigt överskridit prognosen sedan tunneldrivningen påbörjades för delsträcka 1.

Inläckaget bedöms efter vidare tunneldrivning ha dränerats djupare i arbetstunneln och läcker in i den permanenta delen av arbetstunneln. Förflyttningen av inläckage har medfört att nuvarande riktvärde för delsträcka 1 ej inryms då det tillkommande inläckaget belastar riktvärdet för arbetstunneln, stationsutrymmet och spårtunneldelar istället för den tillfälliga delen av arbetstunneln.

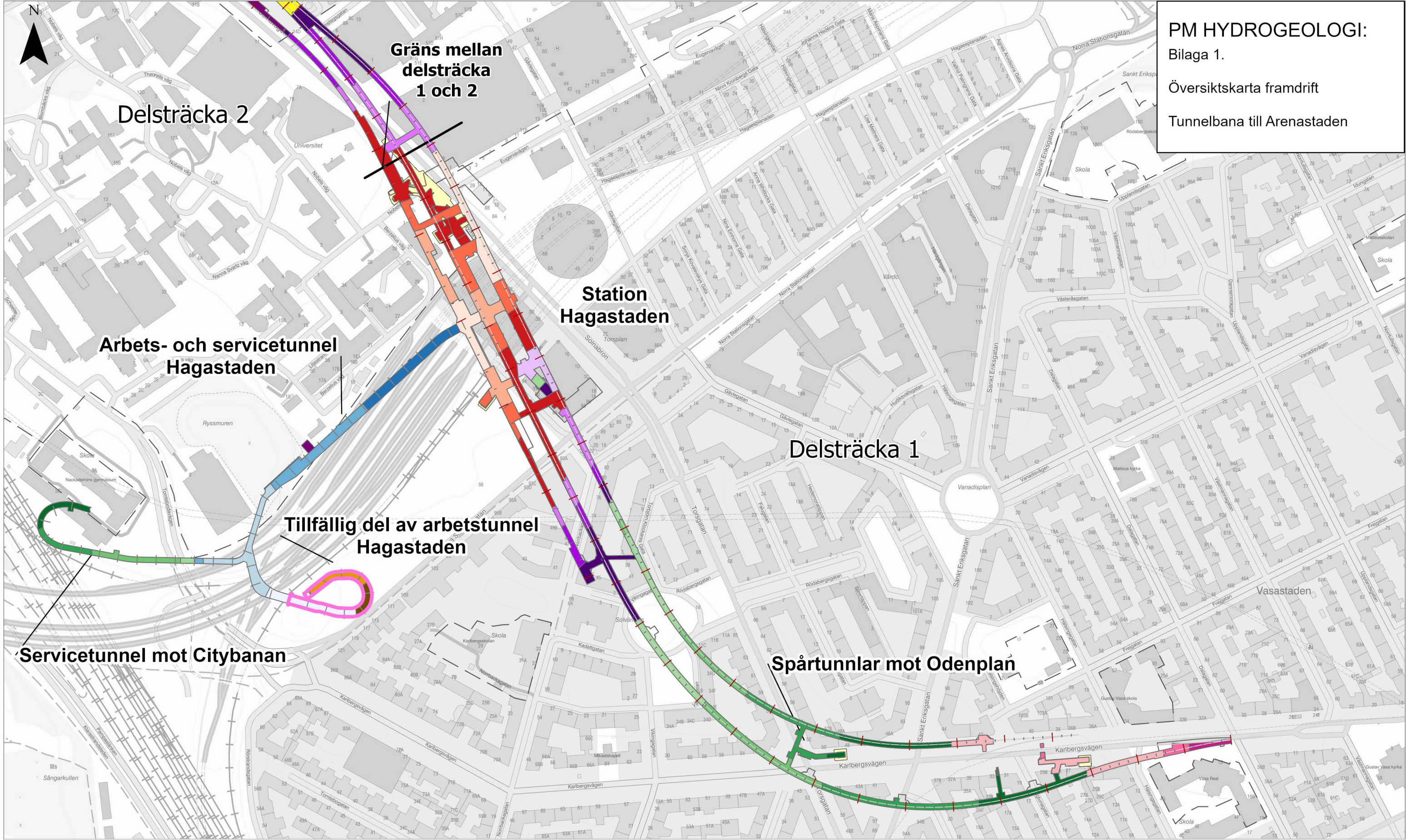
Inläckaget till hela arbets- och tillfartstunneln sker från samma grundvattenmagasin, Norra station, västra delen, och huruvida vattnet läcker in i tunnelns övre eller nedre

del utgör ingen skillnad för omgivningspåverkan. Inga känsliga, grundvattenberoende objekt som skulle kunna påverkas negativt av inläckaget finns inom området. Omfattande tätningsåtgärder har utförts inom delsträcka 1 i de tunneldelar där behov har förelagat, främst inom arbetstunneln och stationsutrymmet. De tätningsåtgärder som är möjliga att vidta för att i viss mån begränsa inläckaget ytterligare är lokaliserade till arbetstunneln. Då inga känsliga, grundvattenberoende objekt eller något behov av infiltration föreligger inom grundvattenmagasinet Norra station, västra delen, är Region Stockholms bedömning att fler tätningsåtgärder i arbetstunneln inte är motiverade eller rimliga av vare sig miljömässiga eller ekonomiska skäl. Vidare bedöms dessa tätningsåtgärder inte möjliggöra en sådan sänkning av inläckaget att rådande provisoriska föreskrifter för delsträcka 1 kan inrymmas.

En efterinjekteringskampanj i arbetstunneln skulle inte innebära en minskning av behovet av skyddsinfiltration. Detta då en minskning av inläckaget i arbetstunneln enbart kopplas till grundvattenmagasinet Norra station, västra delen, där det inte finns några grundvattenberoende eller sättningskänsliga objekt och därmed inte utförs någon skyddsinfiltration.

Region Stockholms bedömning är att den ansökta ändringen i form av en summering av nuvarande riktvärden ej medför någon skillnad gällande vare sig omgivningspåverkan eller behov av skyddsinfiltration för delsträcka 1.

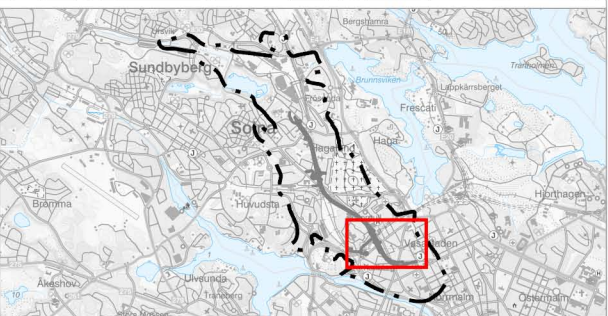
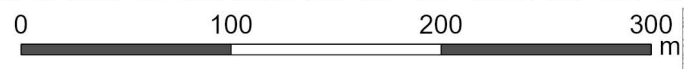




TECKENFÖRKLARING

År 2020	År 2021	År 2022	År 2023	År 2024	År 2025	År 2026
Q3	Q1	Q1	Q1	Q1	Q1	Q1
Q4	Q2	Q2	Q2	Q2	Q2	
	Q3	Q3	Q3	Q3	Q3	
	Q4	Q4	Q4	Q4	Q4	

Arbets- och servicetunnel, tillfällig del

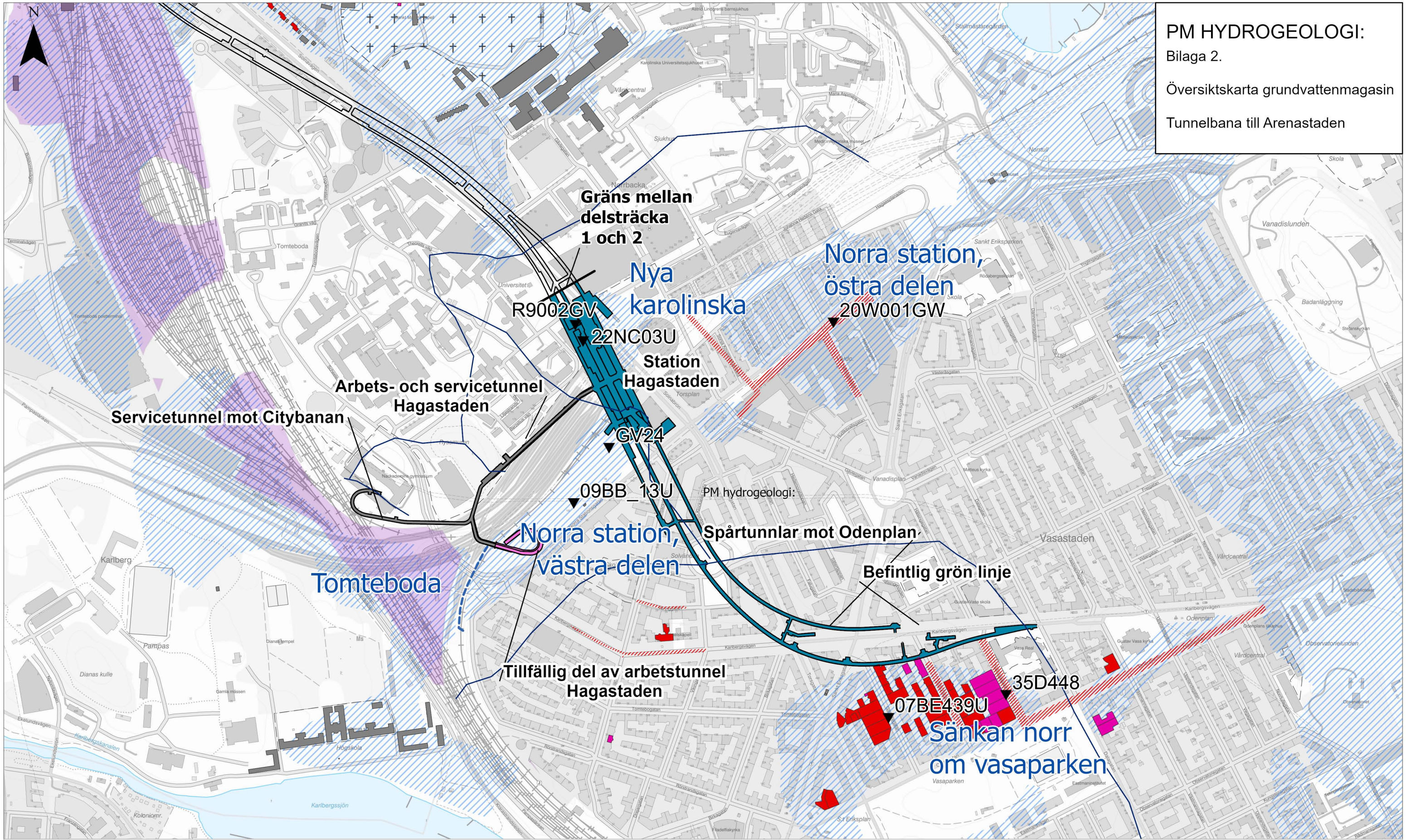


PM HYDROGEOLOGI:

Bilaga 2.

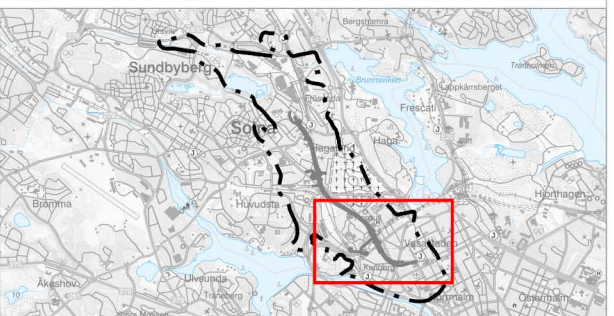
Översiktskarta grundvattenmagasin

Tunnelbana till Arenastaden



TECKENFÖRKLARING

- Tunnelsträckning
- ▬ Arbets- och servicetunnel
- ▬ Stationsutrymmet och spårtunnlar
- ▬ Arbets- och servicetunnel, tillfällig del
- ▨ Känsliga markförlagda ledningar
- ▨ Grundläggning på lera
- ▨ Grundläggning på träpålar
- ▨ Okänd grundläggning
- ▨ Känslig anläggning
- ▨ Undre grundvattenmagasin
- ▨ Infiltrationsanläggning
- ▾ Grundvattenrör
- Topografisk vattendelare
- ▬ Stödmur mot Värtabanan
- ▬ Gräns mellan delsträcka 1 och 2



Region Stockholm

M. Ädling
Koordinatsystem: SWEREF99 18 00
Skala (A3): 1:6 250
Datum: 2026-04-21