

Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga B

Ansökan om tillstånd till utökad grundvattenbortledning för tunnelbana till Nacka och Söderort

Titel: Miljökonsekvensbeskrivning

Uppdragsledare: Martin Hellgren

Författare: Ingrid Sjödel & Karl Persson

Bilder & illustrationer: Eva Meyer

Diarienummer: FUT 2024-0367

Utgivningsdatum: 2024-03-28

Distributör: Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan.fut@regionstockholm.se

Icke-teknisk sammanfattning

Den blå linjen av tunnelbanan anläggs för närvarande av Region Stockholm, Förvaltning för utbyggd tunnelbana ("Regionen"). Tunnelbanan förlängs med 11,5 km från Kungsträdgården till Nacka, med en koppling till Söderort norr om befintlig station Sockenplan. Byggandet har pågått sedan år 2019 och i januari 2024 hade ca 85% av tunnarna drivits ut. Planerad trafikstart för den nya tunnelbanesträckan är 2030.

Regionen har fått tillstånd enligt miljöbalken till att leda bort grundvatten som läcker in i tunnarna. Regionen har också fått tillstånd till så kallad skyddsinfiltration, vilket innebär att vatten tillförs till grundvattnet för att motverka att grundvattnet sjunker. I tillståndet finns ett antal villkor som ska uppfyllas, bland annat villkor för högsta tillåtna inläckage av grundvatten under bygg- respektive drifttiden. Villkoren är uppdelade på flera kortare delsträckor av tunnelanläggningen.

Mark- och miljödomstolen skärpte villkoren för inläckage för drifttiden väsentligt i förhållande till vad Regionen ansökte om. Regionen ansökte om inläckagevillkor baserat på undersökningar och beräknat inläckage och menade att några ytterligare väsentliga minskningar av inläckaget skulle vara svårt att uppnå. Domstolen beslutade trots detta om väsentligt strängare villkor än Regionens bedömningar för drifttiden för flera delsträckor. I domen har domstolen beskrivit skäl för att skärpa inläckagevillkoren. Regionen tolkar att det huvudsakligen var att det förelåg osäkerheter avseende tunnelprojektets omgivningspåverkan. Vidare resonerade domstolen om att tunnarna kommer att passera stora, bitvis omistliga, kulturvärden och synnerligen betydande ekonomiska värden i form av fastigheter och anläggningar. Domstolen uttryckte också osäkerhet i om utövaren (Regionen) kunde garantera en fullt ut fungerande skyddsinfiltration under tunnelanläggningens livslängd.

Regionen har sedan tillståndet meddelades utfört ett omfattande arbete med att såväl utveckla tätningsarbetet och skärpa kontrollerna över genomförandet av tätningen, som att utreda både känsliga objekt och skyddsåtgärder i form av infiltration ytterligare. Regionen har kunnat konstatera att en stor del av de byggnader och anläggningar som i ansökan befarades vara känsliga i själva verket inte är det. De utvecklade tätningskoncepten för både för- och efterinjektering som utarbetats har resulterat i väsentligt lägre inläckage än vad Regionens tidigare prognoser visat på. Regionen bedömer att tätningsarbetena nu drivits så långt som det är möjligt och att ytterligare injekteringsarbeten inte kan leda till några väsentliga minskningar av inläckaget. Vidare har Regionen utrett infiltration och det har kunnat konstateras att infiltrationen fungerar väl för att minska grundvattenpåverkan och att det krävs förhållandevis låga flöden för att motverka skadliga grundvattennivåsänkningar.

Mot bakgrund av vad som redogjorts för ovan ansöker Regionen om tillstånd enligt miljöbalken till att få leda bort ytterligare grundvatten från tunnelanläggningen, genom att ytterligare grundvatten, jämfört med vad som gäller enligt tillståndet, får läcka in till de aktuella delsträckorna under drifttiden, i enlighet med nedan:

- Saltsjön: ytterligare 100 l/min (totalt 200 l/min)
- 2a, Sofia: ytterligare 70 l/min (totalt 150 l/min)
- 2b och 2c, Katarina bangata: ytterligare 55 l/min (totalt 110 l/min som samlat värde för 2b och 2c)
- 4a, Luma: ytterligare 120 l/min (totalt 245 l/min)

Bedömda miljökonsekvenser för sökt verksamhet är små eller uteblir helt. De flesta aspekter påverkas inte alls, såsom påverkan på naturmiljö, kulturmiljö, risk för spridning av föroreningar och utsläpp till vatten. När det gäller grundvattenberoende objekt bedöms det inte uppkomma några konsekvenser för delsträckorna Saltsjön och 2a Sofia. Samma bedömning görs även för 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma men med vidtagna skyddsåtgärder i form av permanent infiltration med små flöden.

Regionen har utrett möjligheten att minska inläckaget så att drifttidens befintliga villkor innehålls på de aktuella delsträckorna. Den enda metod som Regionen har identifierat som möjligen medför att inläckagevillkoret kan innehållas är om en eftermonterad betonginklädning med tätmembran monteras i redan utsprängda tunnlar. Tunnlarna skulle i så fall behöva rymmas upp genom ytterligare sprängningar, massorna transporteras och deponeras och betydande mängder betong skulle användas för att skapa en inklädning som står emot grundvattentrycken i tunnlarna. Dock är det osäkert om denna åtgärd i praktiken skulle fungera och arbetena skulle innebära stora tekniska och arbetsmiljömässiga utmaningar. Trots osäkerheterna har betonginklädning definierats som en del av nollalternativet för de flesta delsträckorna, i avsaknad av andra alternativ. För Saltsjön definieras dock nollalternativet som att efterinjektering utförs för att innehålla inläckagevillkoret.

Miljökonsekvenserna förenade med att utföra betonginklädning är omfattande. Utförandet innebär extra utsprängningar med sannolikt betydligt högre inläckage som följd under den tillkommande byggtiden. Det ökade inläckaget kommer att leda till större risk för grundvattenpåverkan. Ytterligare infiltrationsinsatser skulle krävas för att minimera risken för skador på känsliga byggnader och objekt. När det gäller delsträckan 4a Luma föreligger en risk att gällande begränsningsvärden för byggtiden skulle överskridas. Miljöpåverkan under den tillkommande byggtiden skulle innefatta störningar i form av buller och stömljud från strossningen av befintlig tunnel, vibrationer samt tillkommande bergmassor av utsprängt injekterat och förstärkt berg som kommer att behöva hanteras som avfall i stället för att återvinnas. Ytterligare transporter av bergmassor skulle även påverka omgivningen negativt i form av buller och belastning på trafiknätet samt luftkvaliteten. Det ökade resursbehovet som tätningsmetoden kräver leder till ökad klimatbelastning i form av materialåtgång av bland annat betong och armeringsjärn. Det skulle även krävas vatten till processvatten och ökade flöden för infiltrationsvatten under den tillkommande byggtiden. Utöver ovan nämnda konsekvenser skulle det innebära stora ökade kostnader för byggnationen, samt försening av idrifttagandet av den nya tunnelbanan med flera år.

Regionen höll ett avgränsningssamråd under oktober-november 2023. Ett undersökningssamråd hölls inte då verksamheten bedöms kunna medföra betydande miljöpåverkan (6 kap 23 § miljöbalken).

Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| Icke-teknisk sammanfattning..... | 3 |
| 1 Administrativa uppgifter | 7 |
| 2 Inledning och syfte | 8 |
| 3 Bakgrund | 8 |
| 3.1 Den nya tunnelbanesträckan | 8 |
| 3.2 Befintliga domar och tillstånd | 9 |
| 3.3 Bakgrund till den nya ansökan | 11 |
| 3.3.1 Inledning..... | 11 |
| 3.3.2 Erfarenheter från tunneldrivningen | 13 |
| 3.3.2.1 Delsträcka Saltsjön | 14 |
| 3.3.2.2 Delsträcka 2a Sofia | 15 |
| 3.3.2.3 Delsträckorna 2b och 2c Katarina bangata..... | 17 |
| 3.3.2.4 Delsträcka 4a Luma | 18 |
| 3.3.3 Skadeförebyggande åtgärder | 19 |
| 3.3.3.1 Tätning med förinjektering..... | 20 |
| 3.3.3.2 Tätning med efterinjektering..... | 21 |
| 3.3.3.3 Infiltration | 21 |
| 3.3.3.4 Utvärdering..... | 22 |
| 4 Avgränsningar och metodbeskrivning..... | 22 |
| 4.1 Avgränsningar | 22 |
| 4.1.1 Sökt verksamhet - aktuella ändringar mot nuvarande tillstånd..... | 22 |
| 4.1.2 Geografisk avgränsning | 23 |
| 4.1.3 Miljöaspekter | 24 |
| 4.1.4 Tidsmässig avgränsning | 25 |
| 4.2 Metodbeskrivning..... | 25 |
| 4.2.1 Metod..... | 25 |
| 4.2.2 Kumulativa konsekvenser..... | 27 |
| 4.3 Alternativ | 28 |
| 4.3.1 Lokaliseringsalternativ | 28 |
| 4.3.2 Alternativa utformningar..... | 28 |
| 4.3.3 Nollalternativ | 28 |
| 5 Miljökonsekvenser | 30 |
| 5.1 Inledning..... | 30 |
| 5.1.1 Områdesbeskrivning..... | 30 |
| 5.1.2 Jordarter och grundvattenmagasin | 30 |
| 5.2 Generella konsekvenser av grundvattenbortledning och skyddsinfiltration | 31 |
| 5.2.1 Beskrivning av grundvattenbortledning | 31 |
| 5.2.2 Potentiella konsekvenser av grundvattenbortledning | 33 |
| 5.2.3 Beskrivning av skyddsinfiltration | 34 |
| 5.3 Miljöaspekter och intressen..... | 35 |

| | | |
|---------|--|----|
| 5.3.1 | Grundvattenberoende objekt..... | 35 |
| 5.3.1.1 | Bedömningsskala..... | 35 |
| 5.3.1.2 | Skyddsåtgärder och försiktighetsmått..... | 37 |
| 5.3.1.3 | Konsekvenser av sökt verksamhet..... | 38 |
| 5.3.2 | Naturmiljö - grundvattenpåverkan..... | 40 |
| 5.3.2.1 | Bedömningsskala..... | 40 |
| 5.3.2.2 | Förutsättningar..... | 41 |
| 5.3.2.3 | Skyddsåtgärder och försiktighetsmått..... | 42 |
| 5.3.2.4 | Konsekvenser av sökt verksamhet..... | 42 |
| 5.3.3 | Kulturmiljö | 43 |
| 5.3.3.1 | Bedömningsskala..... | 43 |
| 5.3.3.2 | Förutsättningar..... | 43 |
| 5.3.3.3 | Skyddsåtgärder och försiktighetsmått..... | 45 |
| 5.3.3.4 | Konsekvenser av sökt verksamhet..... | 45 |
| 5.3.4 | Markföroreningar | 46 |
| 5.3.4.1 | Förutsättningar..... | 46 |
| 5.3.4.2 | Skyddsåtgärder och försiktighetsmått..... | 47 |
| 5.3.4.3 | Konsekvenser av sökt verksamhet..... | 47 |
| 5.3.5 | Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten..... | 48 |
| 5.3.5.1 | Bedömningsskala..... | 48 |
| 5.3.5.2 | Förutsättningar..... | 49 |
| 5.3.5.3 | Skyddsåtgärder och försiktighetsmått..... | 50 |
| 5.3.5.4 | Konsekvenser av sökt verksamhet..... | 50 |
| 5.4 | Övriga miljökonsekvenser | 51 |
| 5.4.1 | Inledning och förutsättningar..... | 51 |
| 5.4.2 | Konsekvenser av sökt verksamhet..... | 51 |
| 5.5 | Miljökonsekvenser av nollalternativet..... | 52 |
| 5.5.1 | Skyddsåtgärder och försiktighetsmått..... | 52 |
| 5.5.2 | Konsekvenser av grundvattenpåverkan..... | 53 |
| 5.5.3 | Övriga miljökonsekvenser | 54 |
| 6 | Kontroll av omgivningspåverkan..... | 57 |
| 7 | Samlad bedömning..... | 58 |
| 8 | Genomfört samråd..... | 61 |
| 9 | Referenser..... | 62 |

Bilaga B1. PM Hydrogeologi

Bilaga B2. PM Platsgjutet betonginklädnad med plastmembran

Bilaga B3. PM Inläckageberäkningar

Bilaga B4. Samrådsredogörelse

1 Administrativa uppgifter

| | |
|----------------------------|---|
| Sökandens namn: | Region Stockholm, Förvaltning för utbyggd tunnelbana |
| Organisationsnummer: | 232100-0016 |
| Adress: | <i>Region Stockholm, Förvaltning för utbyggd tunnelbana Box 45436 104 31 Stockholm</i> |
| Författare: | Ingrid Morelli, Karl Persson |
| Projektledare: | Martin Hellgren |
| Bilder och illustrationer: | Eva Meyer |
| Diarienummer: | FUT 2024-0367 |
| Utgivningsdatum: | 2024-03-27 |
| Distributör: | Region Stockholm, Förvaltning för utbyggd tunnelbana |
| Kontaktuppgifter: | Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan.fut@regionstockholm.se |

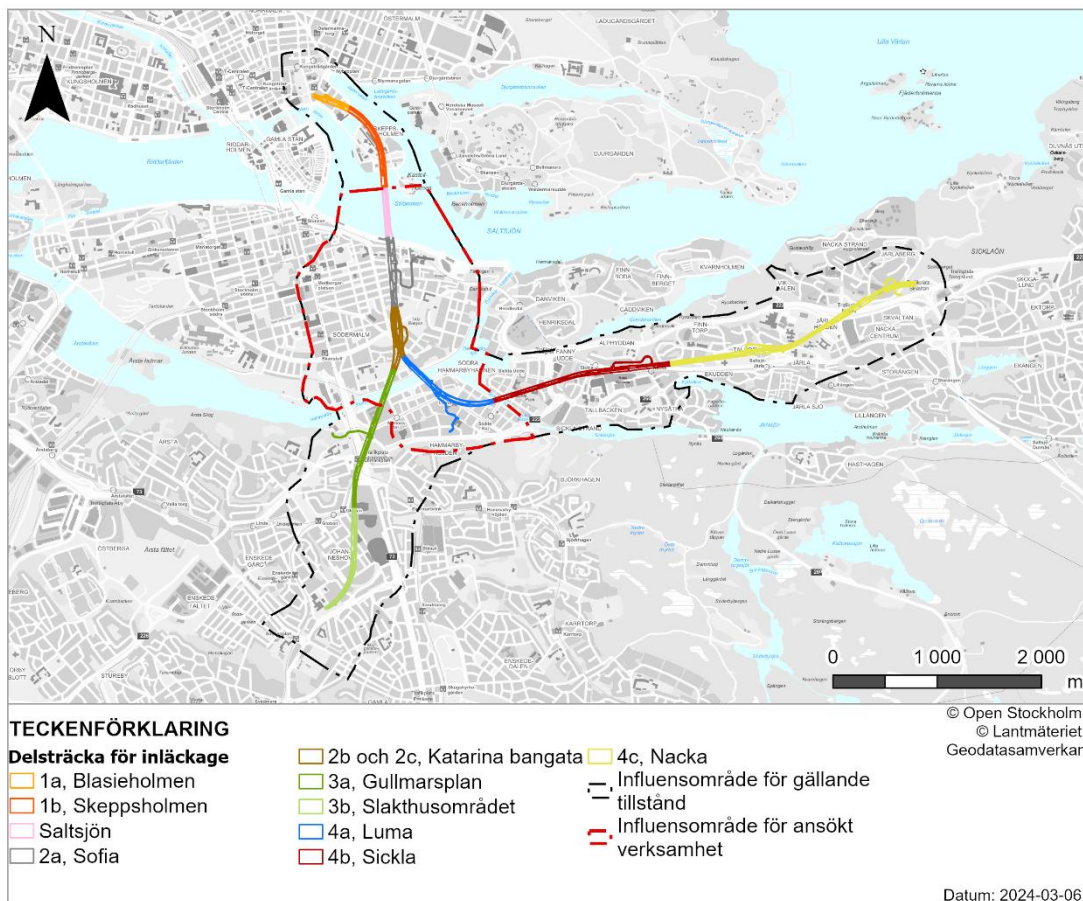
2 Inledning och syfte

Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning (MKB) är ett underlag för Region Stockholms, Förvaltning för utbyggd tunnelbana ("Regionen"), ansökan om tillstånd enligt miljöbalken till utökad grundvattenbortledning inom ramen för utbyggnaden av tunnelbanan från Kungsträdgården till Nacka och Söderort. Den sökta verksamheten avser tillstånd till ökad grundvattenbortledning under framtida drift av tunnelbanan för delsträckorna Saltsjön, 2a Sofia, 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma. Syftet med MKB:n är att utvärdera miljökonsekvenserna av den planerade verksamheten.

3 Bakgrund

3.1 Den nya tunnelbanesträckan

Totalt är tunnelbaneanläggningen uppdelad i elva delsträckor med olika ansatta inläckagevillkor, som i de flesta fall skiljer sig åt mellan bygg- och driftskedet. Delsträckorna ingår i den blå linjen av tunnelbanan som för närvarande anläggs av Regionen. Tunnelbanan förlängs med 11,5 km från Kungsträdgården till Nacka, med en koppling till Söderort norr om befintlig station Sockenplan, se Figur 1. Byggandet har pågått sedan 2019 och planerad trafikstart för den nya tunnelbanesträckan är 2030.



Figur 1. Karta över tunnelbanesträckan från Kungsträdgården till Nacka och Söderort med delsträckor för inläckage. Delsträckorna har olika ansatta inläckagevillkor för tunnelbanans bygg- och driftskede. Delsträckorna som ingår i ansökan är inom det röda streckade området.

Delsträckorna som ingår i ansökt verksamhet är Saltsjön, 2a Sofia, 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma omfattar tunnelanläggningen från Kastellholmen, vattenpassagen i Saltsjön till Södermalm och inkluderar hela östra Södermalm samt centra Hammarby sjöstad (norr om Hammarbyvägen och väster om Sickla kanal), se Figur 1. Tunnelsträckningen består av enkelspårtunnlar och dubbelspårtunnlar, två stationer, servicetunnlar och två arbetstunnlar. Bergtunnlarnas djup under markytan varierar längs den aktuella sträckningen men som djupast ligger tunnarna ca 90 meter under markytan vid Station Sofia och vid passagen under Saltsjön.

3.2 Befintliga domar och tillstånd

När man bygger tunnlar under grundvattennivån sker i regel ett inläckage av grundvatten till tunnarna. Det är därför ett normalt förfarande att täta tunnlar för att begränsa inläckaget. Trots tätning uppkommer emellertid ett visst inläckage som måste ledas bort.

Regionen har genom Mark- och miljödomstolens vid Nacka tingsrätt deldom den 19 juni 2019, mål M1431-17, meddelats tillstånd till bortledning av grundvatten och skyddsinfiltation för anläggandet och driften av tunnelbanan från Kungsträdgården till Nacka och Söderort. Tillståndet är förenat med ett antal villkor. Bland annat ska Regionens utföra tätningsarbeten så att inläckaget av grundvatten till tunnarna begränsas. Mängden grundvatten som får ledas bort under drift- och

byggtiden begränsas av villkor 3.1 samt 4.1 och 4.2¹ som anger mängden vatten som får läcka in i bergtunnlarna. Olika värden för högsta tillåtna inläckage gäller för olika delsträckor. Regionen ansökte om inläckagevillkor baserat på undersökningar och beräknat inläckage och menade att några ytterligare väsentliga minskningar av inläckaget skulle vara svårt att uppnå. Domstolen beslutade trots detta om väsentligt strängare villkor än Regionens bedömningar för drifttiden för flera delsträckor. I deldomen angav domstolen skäl för att skärpa inläckagevillkoren. Regionen tolkar det som att det förelåg osäkerheter avseende tunnelprojektets omgivningspåverkan. Vidare resonerade domstolen om att tunnlar kommer att passera stora, bitvis omistliga, kulturvärden och synnerligen betydande ekonomiska värden i form av fastigheter och anläggningar. Domstolen uttryckte också osäkerhet i om utövaren (Regionen) kunde garantera en fullt ut fungerande skyddsinfiltration under tunnelanläggningens livslängd. Domstolen beslutade även om ytterligare villkor avseende grundvattenpåverkan, såsom krav på upprätthållande av grundvattennivåer vid Sockenplan och Blasieholmen, samt villkor med krav på kontroller av grundvattennivåer och åtgärder i bygg- och driftskedet för att motverka att grundvattennivåerna påverkas på sådant sätt att det uppkommer skada i omgivningen.

Tabell 1 nedan redovisar föreskrivna värden för högsta tillåtna inläckage under bygg- och drifttiden för de olika delsträckorna, jämte de villkorsvärden som Regionen föreslog för drifttiden. För delsträckorna Nacka och Slakthusområdet gäller samma värde för högsta tillåtna inläckage under bygg- och driftskedet. Delsträckorna Skeppsholmen och Saltsjön har endast villkorsvärden för högsta tillåtna inläckage för driftskedet. För övriga sträckor gäller olika värden för högsta tillåtna inläckage under bygg- respektive driftskedet, där värdet för driftskedet är lägre än det för byggskedet.

Tabell 1. Gällande värden högsta tillåtna för olika delsträckor, jämte Regionens föreslagna villkorsvärden för drifttiden.

| Delsträcka | Högsta tillåtna inläckage byggtid | Högsta tillåtna inläckage drifttid | Regionens föreslagna villkorsvärde för drifttiden |
|--|--|---|--|
| <i>1a Blasieholmen</i> | 50 l/min | 35 l/min | 50 l/min |
| <i>1b Skeppsholmen</i> | Inget villkorsvärde | 105 l/min | Inget villkorsvärde föreslogs |
| <i>Saltsjön</i> | Inget villkorsvärde | 100 l/min | Inget villkorsvärde föreslogs |
| <i>2a Sofia</i> | 325 l/min | 80 l/min | 325 l/min |
| <i>2b och 2c Katarina bangata mot Söderort resp. Nacka</i> | 140 l/min | 35 resp. 30 l/min | 140 l/min |
| <i>3a Gullmarsplan</i> | 320 l/min | 170 l/min | 320 l/min |
| <i>3b Slakthusområdet</i> | 145 l/min | 145 l/min | 145 l/min |
| <i>4a Luma</i> | 245 l/min | 125 l/min | 245 l/min |

¹ Genom mark- och miljödomstolens dom den 12 december 2022 i mål M 8733-21 delades det tidigare villkoret för byggtiden (villkor 4) upp på två separata villkor (4.1 och 4.2) utifrån om värdena för högsta tillåtna inläckage gäller som riktvärden eller begränsningsvärden.

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 4b Sickla | 320 l/min | 210 l/min | 320 l/min |
| 4c Nacka | 240 l/min | 240 l/min | 240 l/min |

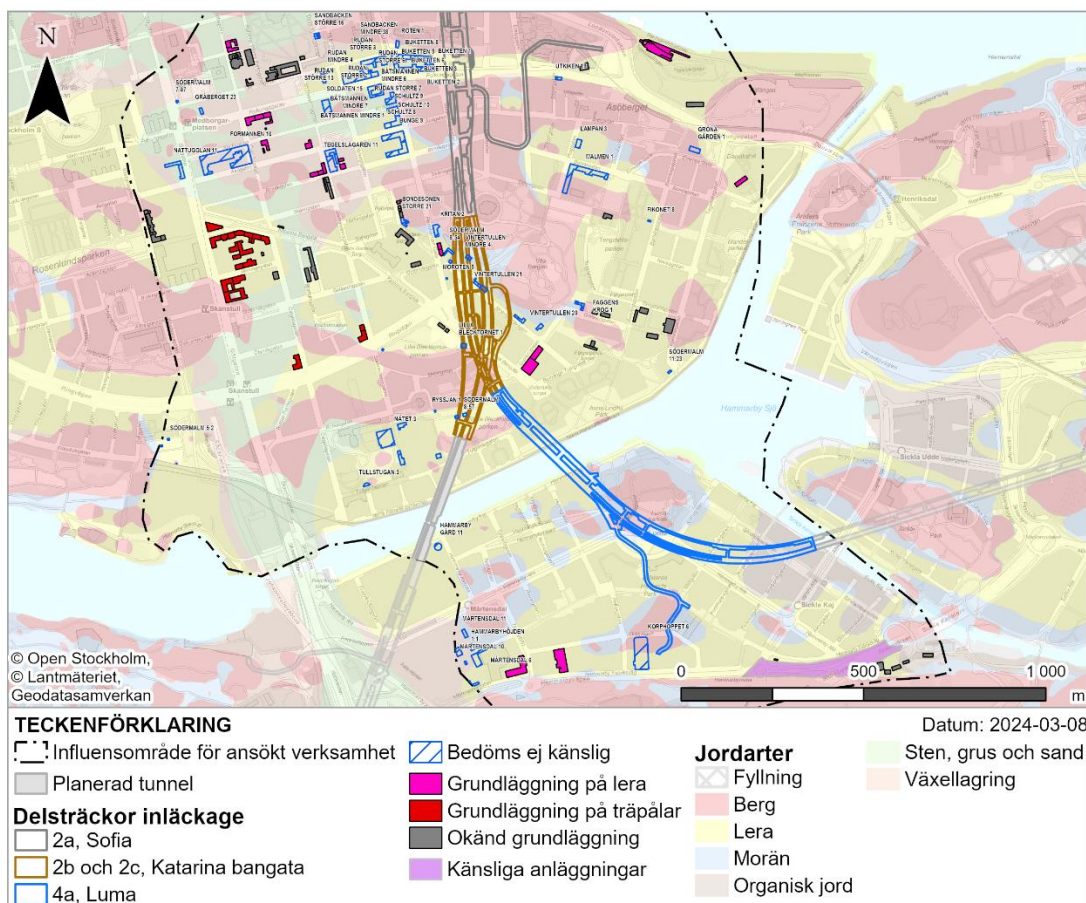
Värdena för högsta tillåtna inläckage beslutades som begränsningsvärden för såväl bygg- som drifttiden. Regionen ansökte under 2021 om ett justerat inläckagevillkor för byggtiden för alla delsträckor med villkorsvärden under byggtiden, med avsikt att föreskrivna värden skulle gälla som riktvärden i stället för begränsningsvärden. Domstolen beslutade i december 2022 att inläckagevärdena skulle gälla som riktvärden för delsträckorna 1a Blasieholmen, 2a Sofia, 3a Gullmarsplan och 3b Slakthusområdet under byggtiden. För övriga delsträckor gäller alltså begränsningsvärden för byggtiden (och för drifttiden gäller värdena för samtliga delsträckor som begränsningsvärden). Den större delen av alla tunnlar har nu sprängts ut och inläckaget har hittills hållit sig under begränsningsvärdena respektive riktvärdena för byggtidens villkor för alla delsträckorna.

3.3 Bakgrund till den nya ansökan

3.3.1 Inledning

Regionen analyserade tillståndet när det meddelades och valde att inte överklaga, bl.a. eftersom det inte gick att med säkerhet säga att de av miljödomstolen ansatta värdena inte skulle kunna innehållas. Regionen startade i stället ett omfattande arbete med att såväl utveckla tättningsarbetet och skärpa kontrollerna över genomförandet av tätningen, som att utreda både känsliga objekt och skyddsåtgärder i form av infiltration ytterligare.

Vad avser känsliga objekt har Regionen utrett sättningskänsliga byggnader och anläggningar vidare. Resultatet visar att en stor del av de byggnader och anläggningar som i ansökan befarades vara känsliga i själva verket inte är det. Figur 2 visar en översikt över känsliga byggnader och anläggningar, samt de objekt som i ursprunglig ansökan befarades vara känsliga, men som efter vidare utredning befunnits inte vara nu inte längre bedöms som känsliga.



Figur 2. Känsliga byggnader och anläggningar, samt de objekt som har kunnat avskrivas som känsliga.

Regionen har också utrett både miljöpåverkan som uppkommit från grundvattenbortledningen från tunnelarna och skyddsåtgärder i form av infiltration närmare. Resultatet från utredningarna visar att grundvattenpåverkan från bortledningen är liten och att skyddsinfiltation fungerar väl för att motverka grundvattennivåsänkningar. Totalt har Regionen hittills drivit ut mer än 85% av tunnelarna utan att några skador har uppkommit.

Regionen arbetar efter utgångspunkten att en omsorgsfull förinjektering är den primära skyddsåtgärden. Med utgångspunkt i de stränga inläckagevillkoren har Regionen utvecklat strategin och injekteringskoncepten för förinjektering väsentligt, vilket beskrivs i avsnitt 3.4.1 nedan. I huvudsak innebär anpassningarna att ett observationsbaserat arbetssätt införts, vilket ger möjlighet att öka tätningsinsatserna där det behövs t.ex. där berget är uppsprucket och genomsläppligt. Arbetet har resulterat i väsentligt ökade injekteringsinsatser, jämfört med såväl vad som angavs i ursprunglig ansökan som vad som förväntades innan tunnelarna började drivas. Arbetet med förinjekteringen har drivits så långt som det är tekniskt möjligt och rimligt avseende åtgärder som ökar tätningseffekten.

Förutom förinjektering utvärderar och utför Regionen dessutom tätning med efterinjektering. Efterinjektering har utförts systematiskt runt hela tunnelsektionen på flera sträckor. Vid behov har också punktvis efterinjektering utförts med både cementbaserade injekteringsmedel och kemiska injekteringsmedel.

Erfarenheterna från hittills genomförd tunneldrivning av arbetstunnlar och spår- och servicetunnlar visar att metodiken för tätning av berget med injektering fungerar väl och att tätningen har lyckats bättre än vad som förutsågs i den ursprungliga ansökan. Tunneldrivningen har passerat områden med vattengenomsläppligt berg, ett antal svaghetszoner med mycket dålig

bergkvalitet och utbredda partier med berg av genomgående sämre kvalitet än prognostiserat. Trots mycket omfattande tätningsarbeten i dessa områden är mängden inträngande grundvatten större än vad som krävs för att kunna innehålla det stränga inläckagevillkoret för drifttiden för vissa delsträckor.

Baserat på detta har Regionen gjort bedömningen att villkoret om inläckage i driftskedet inte kommer att kunna innehållas för delsträckorna 2a Sofia och 4a Luma. För delsträckorna 2b och 2c Katarina bangata kvarstår en relativt stor del av tunneldrivningen, och det är osäkert om inläckagevillkoret för drifttiden kommer att kunna innehållas när delsträckorna är färdigställda. Såvitt avser delsträckan Saltsjön har tunneldrivningen inte kommit tillräckligt långt för att kunna bedöma om inläckagevillkoret kommer att kunna innehållas. Hittills genomförd tunneldrivning av delsträckan visar emellertid att uppmätt inläckage ligger i nivå med eller strax över prognosen för drifttidens villkor. Detta trots omfattande injekteringsinsatser, vilka har varit tidskrävande och kostsamma. Delsträckans lokalisering under Saltsjön innebär samtidigt att inläckaget till delsträckan (även om det blir större än den nivå som följer av villkoret) inte kan medföra någon hydrogeologisk påverkan. För övriga delsträckor bedöms inläckagevillkoret för drifttiden kunna innehållas. Av denna anledning ansöker Regionen om att få leda bort ytterligare mängder grundvatten i driftskedet i förhållande till meddelat tillstånd längs de fem delsträckorna.

I Tabell 2 redovisas en sammanställning av alla delsträckor med angivet villkorsvärde och om villkorsvärdet bedöms kunna innehållas, om det är osäkert om villkorsvärdet kommer att kunna innehållas eller om villkorsvärdet inte kommer att kunna innehållas.

Tabell 2. Redovisning av alla delsträckor för inläckage. Med grönt markeras de villkorsvärden som bedöms kunna innehållas, med gult de villkorsvärden som det fortfarande är osäkert om de kommer att kunna innehållas och med rött de villkorsvärden som inte kan innehållas.

| Delsträcka | Villkor inläckage byggtid | Villkor inläckage drifttid |
|---|---------------------------|----------------------------|
| 1a Blasieholmen | 50 l/min | 35 l/min |
| 1b Skeppsholmen | | 105 l/min |
| Saltsjön | | 100 l/min |
| 2a Sofia | 325 l/min | 80 l/min |
| 2b och 2c Katarina bangata mot söderort resp. Nacka | 140 l/min | 35 resp. 30 l/min |
| 3a Gullmarsplan | 320 l/min | 170 l/min |
| 3b Slakthusområdet | 145 l/min | 145 l/min |
| 4a Luma | 245 l/min | 125 l/min |
| 4b Sickla | 320 l/min | 210 l/min |
| 4c Nacka | 240 l/min | 240 l/min |

3.3.2 Erfarenheter från tunneldrivningen

I Bilaga B1 PM Hydrogeologi, beskrivs för de aktuella delsträckorna uppmätta inläckage sedan grundvattenbortledningen påbörjades, prognoser för inläckage i förhållande till föreskrivna

villkor, geologi (bergklass) och den injektering som utförts, vilket även summeras kortfattat i avsnitt 3.3.1–3.3.4 nedan.

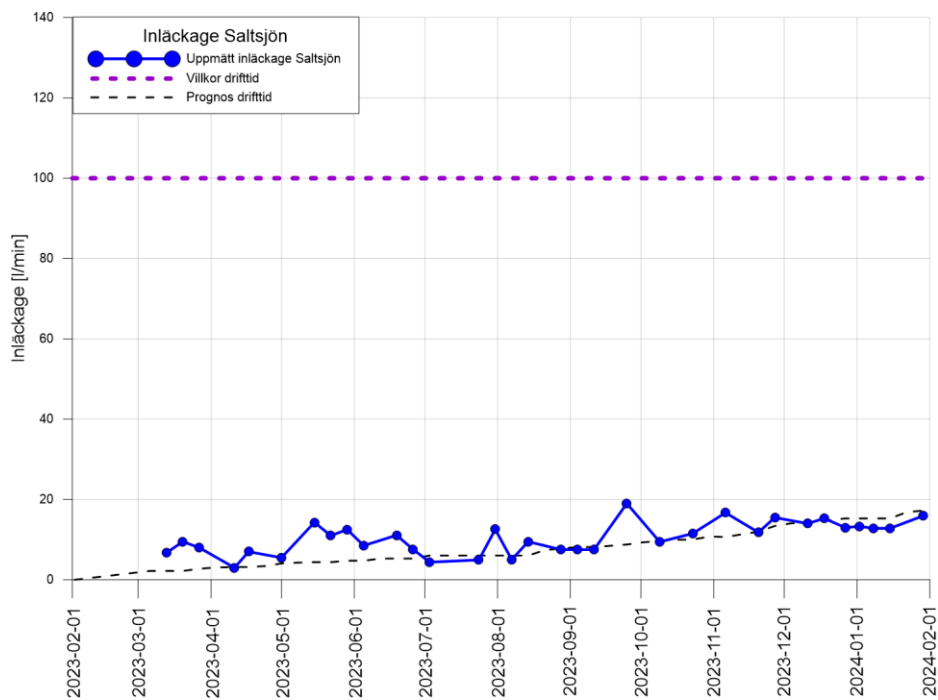
Inläckaget mäts veckovis och jämförs med de inläckageprognoser som tagits fram utifrån villkoren för inläckage för respektive delsträcka. Prognoserna är baserade på inläckagevillkoren och är framtagna med avseende på inläckageberäkningar, bergkvalitet, förekomst av svaghetszoner, tunneldimensioner och närvaro av grundvattenmagasin i jord. Inläckaget följs upp genom att uppmätt inläckage jämförs med prognoserna utifrån framdrift av tunneln. Då delsträckorna 2a Sofia, 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma har olika villkorsvärden för inläckage under bygg- och driftskedet har två inläckageprognoser tagits fram, en som är kopplad till byggtidens villkor och en som är kopplad till drifttidens villkor. I graferna nedan (avsnitt 3.3.2.1.–3.3.2.4) redovisas även de totala villkorsvärdet för delsträckorna (bygg- och drifttid).

3.3.2.1 Delsträcka Saltsjön

Delsträckan sträcker sig från Kastellholmen till Södermalms strandkant vid Stadsgårdskajen (längdmätning 1+170 - 1+650 södergående spår). Delsträckan innefattar enkelspårtunnlar, servicetunnel och tvärtunnlar. Tunnel drivningen har ännu inte kommit så långt, ca 10% av delsträckan var färdigutdriven i slutet av januari 2024.

Berget hittills har varit av mycket dålig kvalitet på grund av en regional svaghetszon. Det har resulterat i omfattande injekteringsarbete med förstärkning och förkortade salvor. Trots den dåliga bergkvaliteten har mängden inträngande grundvatten hittills varit liten, tack vare de omfattande tätningsinsatserna. Villkoret för inläckaget är dock strängt (dvs. förhållandevis lite grundvatten tillåts att läcka in).

Totalt uppmätt inläckage som ett medelvärde för januari 2024 är ca 13 l/min. Figur 3 visar veckovist uppmätt inläckage jämfört med inläckageprognos och villkor för drifttiden. Det uppmätta inläckaget ligger generellt över prognosen för drifttiden (streckad svart linje), men baserat på hittills utförd tunnel drivning väl under det totala inläckagevillkoret (driftskede) för hela delsträckan (lila streckad linje). Då tunnel drivningen ännu inte kommit så långt är det svårt att bedöma hur inläckaget kommer att utveckla sig i förhållande till villkoret vid fortsatt tunnel drivning. Dock har tunnel drivningen hittills visat att berget är av dålig kvalitet och trots omfattande tätningsarbeten ligger inläckaget generellt strax över prognosen. Det är därmed osäkert om värdet för högsta tillåtna inläckage under drifttiden inte kommer att kunna innehållas.



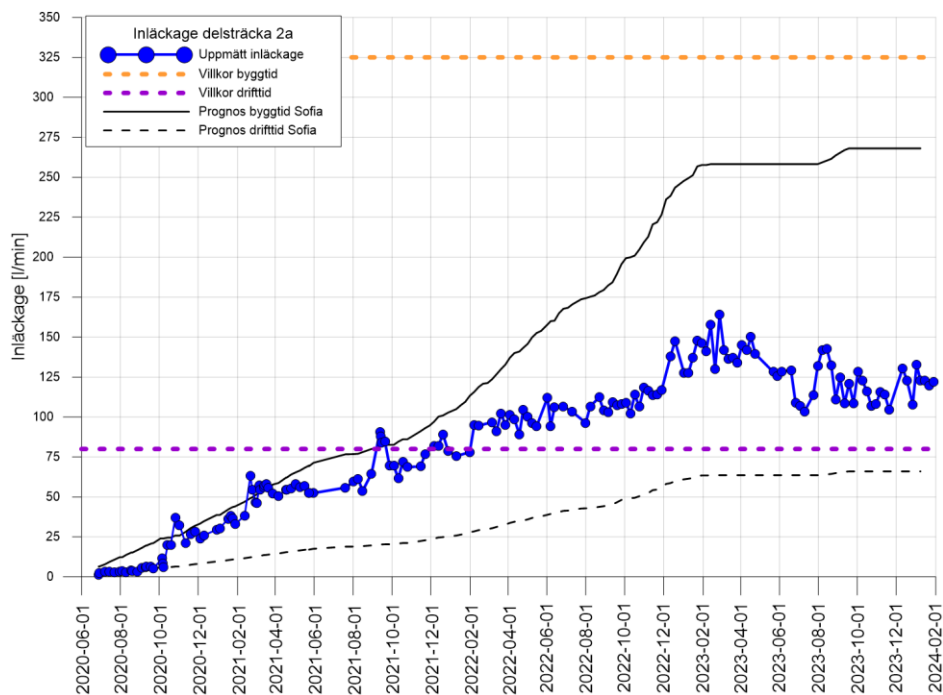
Figur 3. Uppmätta inläckage för delsträckan Saltsjön visas i den blå grafen. Inläckaget är baserat på veckovisa mätningar och redovisas som liter per minut. Inläckageprognos utifrån framdrift visas med svart streckad linje för drifttiden och det totala villkoret visas med streckad lila linje för drifttiden.

3.3.2.2 Delsträcka 2a Sofia

Delsträckan sträcker sig från Saltsjöns strandkant på norra Södermalm vid Stadsgårdskajen, söder ut till Sofia kyrka, med arbetstunneln öster om anläggningen (längdmätning 1+650 - 2+320 södergående spår). Delsträckan innefattar station Sofia, dubbelspårtunnel, enkelspårtunnlar, tvärtunnlar, servicetunnel, arbetstunnel och ett vertikalschakt för hiss, med tillhörande öppen schakt i jord för stationsentrén i Stigbergsparken. Delsträckan var under januari 2024 nästan helt färdigutdriven, förutom hisschaktet i Stigbergsparken samt en mellanvägg i kommande plattformsrumsrum som kvarstår.

Tunneldrivningen har i vissa partier bidragit till större inläckage än prognostiserat. En orsak är den svaghetszon som löper parallellt med Folkungagatan, vilken passerades vid drivningen av arbetstunneln hösten 2020. Berget i zonen var av mycket dålig kvalitet och vattengenomsläppligt. Samma svaghetszon passerades även senare med servicetunneln och stationsområdet, vilket likt tidigare bidrog till ökade inläckage. Mycket omfattande injekteringsinsatser har genomförts under tunneldrivningen genom svaghetszonen, men trots det har inläckaget varit högre än prognosen för drifttidens villkor. I arbetstunnelns kurva ner mot spårtunnlarna påträffades våren 2021 även ett bergparti av sämre kvalitet. Tunnelparallella kraftiga strukturer bidrog till att tätningssatserna försvårades. Berget vid de problematiska områdena har inneburit att mer fokus lagts på att både täta och förstärka.

Totalt uppmätt inläckage som ett medelvärde för januari 2024 är ca 124 l/min. Figur 4 visar veckovist uppmätt inläckage jämfört med inläckageprognos och villkor för bygg- och drifttiden. Inläckaget ligger under villkoret för byggtid (streckad orange linje), men över villkoret för drifttiden (streckad lila linje). Detta trots att omfattande för- och efterinjektering har utförts. Det bedöms därav inte möjligt att nå drifttidens villkor.



Figur 4. Uppmätta inläckage för delsträcka 2a Sofia visas i den blå grafen. Inläckaget är baserat på veckovisa mätningar och redovisas som liter per minut. Inläckageprognos utifrån framdrift visas med svart heldragen linje för byggtiden och svart streckad linje för drifttiden. Det totala villkoret visas med streckad orange linje för byggtiden och streckad lila linje för drifttiden.

3.3.2.1.1 Arbetstunnel Sofia

Inom delsträcka 2a Sofia har arbetstunneln inte byggts enligt ursprunglig plan. Den sämre bergkvaliteten, att berget var genomsläppligt och tätningsproblematiken vid drivning genom svaghetszonen längs med Folkungagatan bidrog till att Regionen utredde och senare beslutade att inte bygga den norra grenen av arbetstunneln. I Figur 5 visas den (tidigare planerade, men ej utförda) norra grenen med streckad linje, som precis vid avgreningen från nuvarande byggd arbetstunnel är lokaliserad i linje med svaghetszonen och var tänkt att löpa längs med Folkungagatan (därav längs med svaghetszonen) i ca 150 m.

Beslutet är positivt sett till möjligheten att minimera ytterligare inläckage och därav grundvattenpåverkan och de risker för omgivningen som är associerade med det. Avsaknaden av den tänkta tunnelutfarten har dock försvårat arbetena med efterinjekteringsinsatser på grund av logistiska utmaningar. Det har bland annat medfört att övrig tunnelproduktion saktats ner vilket har fått följd i form av förseningar och ökade kostnader.



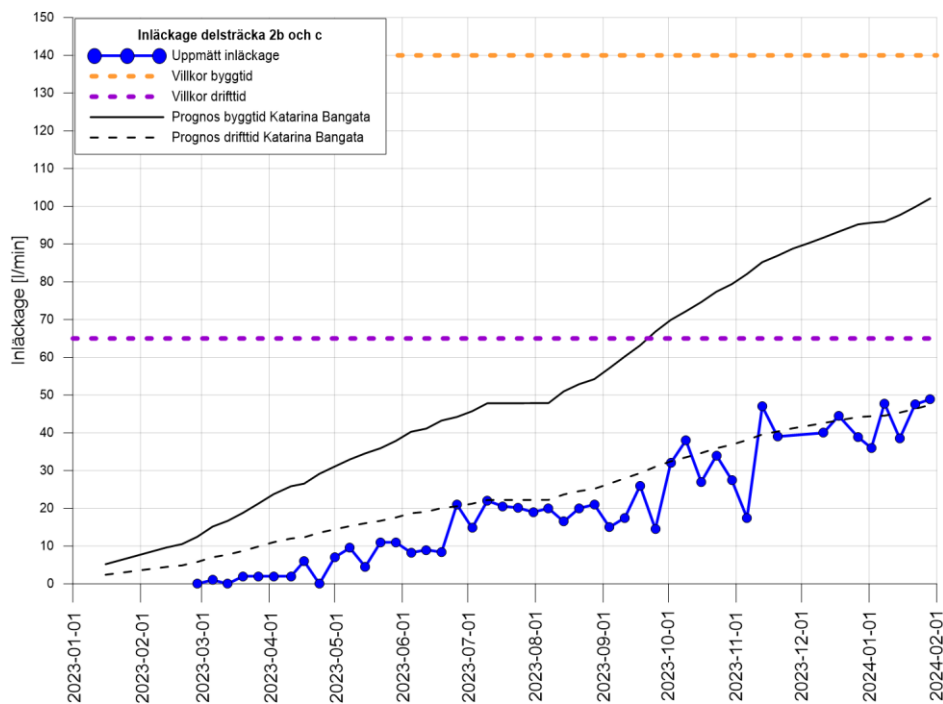
Figur 5. Den sämre bergkvaliteten och tätningsproblematiken vid drivning genom svaghetszonen längs med Folkungagatan bidrog till att Regionen utredde och senare beslutade att inte bygga den norra grenen av arbetstunneln vilken visas med streckad linje i kartan.

3.3.2.3 Delsträckorna 2b och 2c Katarina bangata

Delsträckorna sträcker sig från Sofia Kyrka söder ut ner till Blecktornsparken (längdmätning 2+320 - 2+920 mot Sockenplan (2b) och 2+810 mot Nacka (2c) södergående spår). Delsträckorna innefattar enkelspårtunnlar, tvärtunnlar och servicetunnlar. Under slutet av januari 2024 hade ca 65% av den totala sträckningen av 2b och 2c Katarina bangata brutits ut.

Observationer från utförd tunneldrivning visar på att svaghetszonernas lägen och omfattning i tunnelarna avviker från prognosen, vilket har medfört och fortsatt medför större svårigheter i förinjekteringen. Uppmätta inläckage är relativt små med hänsyn till bergets kvalitet med svaghetszoner och hög genomsläpplighet vilket sannolikt beror på utvecklade injekteringsarbetet som har utförts inom delsträckan.

Totalt uppmätt inläckage som ett medelvärde för januari 2024 är ca 44 l/min. Figur 6 visar veckovist uppmätt inläckage jämfört med inläckageprognos och villkor för bygg- och drifttiden, vilket visas gemensamt för delsträcka 2b och 2c. Inläckaget ligger under prognosen för byggtid (svart linje) och drifttid (svart streckad linje). Det ligger även, baserat på hittills utförd tunneldrivning, under det totala villkoret för byggtiden (streckad orange linje) och drifttiden (streckad lila linje). Det är osäkert om drifttidvillkoret kommer kunna innefattas. Marginalen till det hopslagna drifttidvillkoret för 2b och 2c är liten och stor del av delsträckan återstår att driva ut. Det är dessutom svårt att särskilja villkoret för 2b och 2c på grund av den komplicerade tunnelgeometrin, med många parallella tunnelrör.



Figur 6. Uppmätta inläckage för delsträckorna 2b och 2c Katarina bangata visas i den blå grafen. Inläckaget är baserat på veckovisa mätningar och redovisas som liter per minut. Inläckageprognos utifrån framdrift visas gemensamt för 2b och 2c med svart heldragen linje för byggtiden och svart streckad linje för drifttiden. Det totala villkoret visas med streckad orange linje för byggtiden och streckad lila linje för drifttiden (också detta som ett gemensamt värde för bägge delsträckorna).

3.3.2.4 Delsträcka 4a Luma

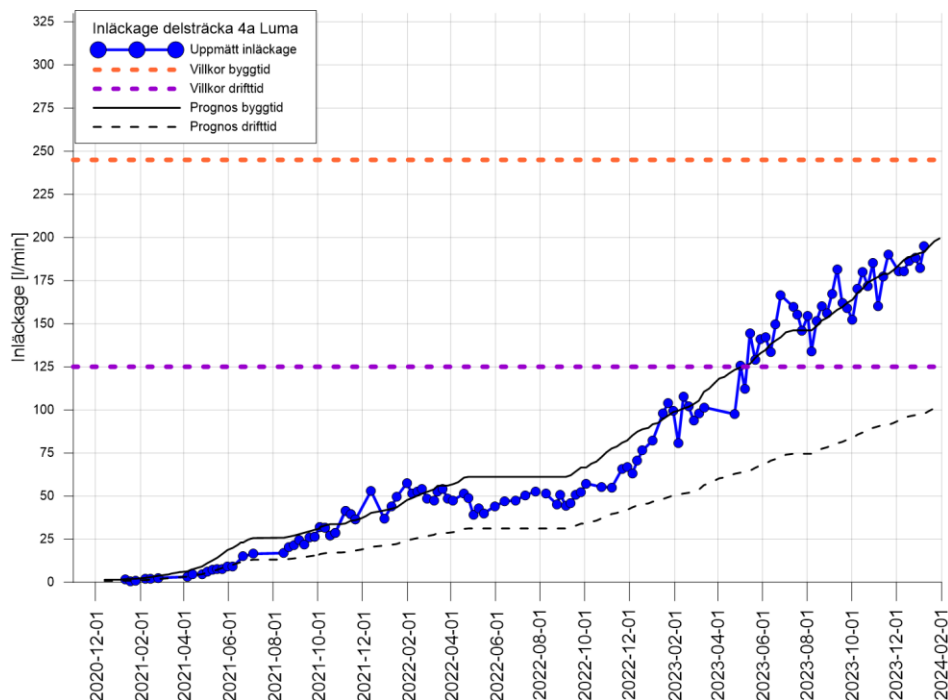
Delsträckan sträcker sig från Blecktornsparken på Södermalm under Hammarby sjö och genom Luma i Hammarby sjöstad med slut precis innan Sickla kanal (längdmätning 2+810 - 3+850 södergående spår). I sträckan ingår station Hammarby Kanal med tillhörande schakt för totalt två uppgångar på vardera sida om kanalen, arbetstunnel, två ventilationsschakt, enkelspårtunnlar, dubbelspårtunnlar, tvärtunnlar och servicetunnel. En stor del av delsträckan har redan drivits ut och under slutet av januari 2024 kvarstod ca 10% tunnel (schakt för stationsuppgångarna och ventilation, en liten del av plattformsrummet samt spårtunnlar på den delen av delsträckan som är lokaliserad på Södermalm).

Längs arbetstunneln förekommer partier med frekventa, mindre svaghetszoner innehållande grafit och lera. Berget har visat sig vara vattengenomsläppligt och svårt att täta med förinjekteringen. Vid tunneldrivningen österut från arbetstunneln, i riktning mot Sickla, har spår- och servicetunnlar varit fortsatt svåra att täta med förinjektering till en nivå under eller i linje med byggtidens inläckageprognos. Detta då berget är generellt grafitrikt, med lerfyllda sprickor som har en dominerande sprickorienteringen (orientering på svaghetszoner) i princip tunnelparallell för östra delen av Luma-delsträckan, vilket sannolikt bidragit till ökad mängd inträngande grundvatten.

Tunnlarna på västra sidan av arbetstunneln, i riktning mot Södermalm, har drivits i relativt bra berg fram till sjöpassagen under Hammarby kanal. Från kajkanten och norrut under vattenpassagen har berget varit vattengenomsläppligt och av dålig kvalitet.

Totalt uppmätt inläckage som ett medelvärde för januari 2024 är ca 189 l/min. Figur 7 visar veckovist uppmätt inläckage jämfört med inläckageprognos och villkor för bygg- och drifttiden. Inläckaget ligger över eller i nivå med prognosen för byggtid (svart linje) och förhållandevis långt över prognosen för drifttid (svart streckad linje). Inläckaget ligger, baserat på hittills utförd

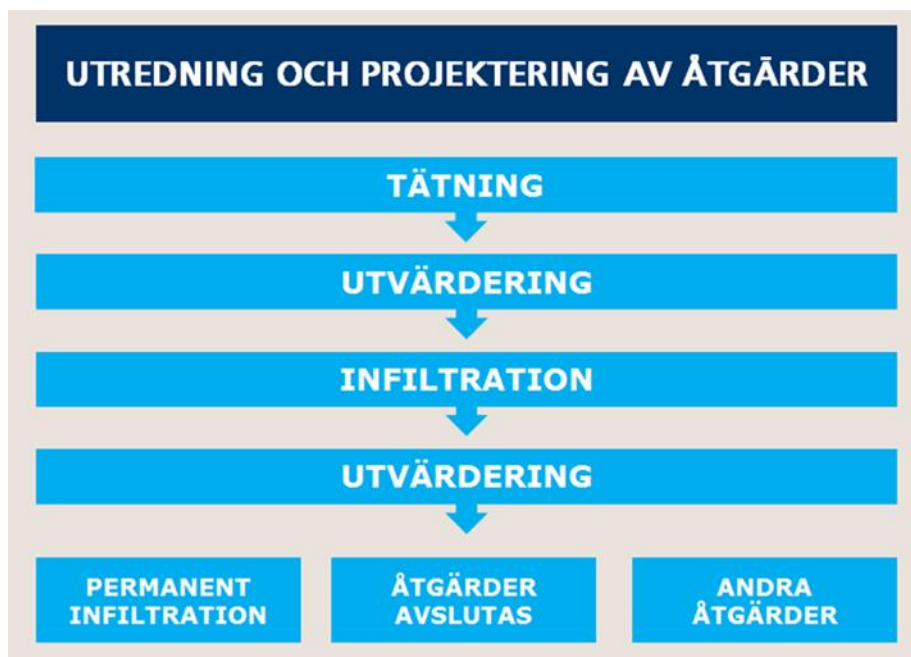
tunneldrivning, under det totala villkoret för byggtiden (streckad orange linje), men över det totala inläckaget för drifttiden (streckad lila linje). Detta trots att omfattande för- och efterinjektering har utförts. Det bedöms därav inte möjligt att innehålla drifttidens villkor.



Figur 7. Uppmätta inläckage för delsträckan 4a Luma visas i den blå grafen. Inläckaget är baserat på veckovisa mätningar och redovisas som liter per minut. Inläckageprognos utifrån framdrift visas med svart linje för byggtiden, svart streckad linje för drifttiden. Det totala villkoret visas med streckad orange linje för byggtiden och streckad lila linje för drifttiden.

3.3.3 Skadeförebyggande åtgärder

Arbetsgången för de skadeförebyggande åtgärderna redovisas i Figur 8 nedan. De skärpta inläckagevillkoren har inneburit att utredning och projektering av åtgärder, som ursprungligen var tänkta att huvudsakligen utföras före byggtiden, har fortsatt under hela byggtiden för att successivt optimera åtgärderna. Vidare har tätningsarbetena ökat väsentligt och utförts både före och efter utsprängning av tunnarna. Omfattande arbete har också utförts för att säkerställa att negativ omgivningspåverkan inte uppkommer, både genom att öka kontrollen av de skadeförebyggande åtgärderna (genomförandet av tätningen) och genom att öka kontrollen av omgivningen (utreda både känsliga objekt och skyddsåtgärder i form av infiltration ytterligare).



Figur 8. Arbetsgång för skadeförebyggande åtgärder.

Både metodiken för förinjektering och efterinjektering har vidareutvecklats under projektets gång för att säkerställa att tätningen av berget blir den bästa möjliga, vilket beskrivs närmare i den tekniska beskrivningen, bilaga A till ansökan och sammanfattas i avsnitt 3.4.1 och 3.4.2 nedan.

Det utökade injekteringsarbetet har resulterat i att inläckaget har begränsats kraftigt, men inte tillräckligt för att innehålla drifttidens villkor för alla delsträckor. Den utökade tätningsmetodiken har nu utvecklats och förbättrats så pass mycket att ytterligare justeringar i för- och efterinjektering enbart kommer att göra en marginell skillnad på inläckaget för delsträckorna 2a Sofia och huvuddelen av sträckan 4a Luma, vilket beskrivs närmare i *Bilaga B1 PM Hydrogeologi*. För sträckorna Saltsjön och ett kort avsnitt under Hammarby Kanal inom delsträcka 4a Luma där tunnarna drivs genom sjöpassage skulle efterinjektering kunna ha viss effekt på inläckaget, men där saknas motiv till att utföra sådan tätning eftersom det inte finns några känsliga objekt. Grundvattnet har där en direkt kontakt med Saltsjön. Dock kommer inte inläckagevillkoret att kunna innehållas trots utökad efterinjektering. För 2b och 2c Katarina bangata är det fortfarande osäkert om drifttidens villkor kommer kunna nås då en stor del av tunneldrivningen fortfarande kvarstår.

3.3.3.1 Tätning med förinjektering

Regionens huvudsakliga skyddsåtgärd för att minimera inläckaget till tunnelanläggningen (och därmed minska risken för grundvattennivåsänkningar och i förläningen skada på omgivningen) är att utföra förinjektering med cementbaserade tätningsmedel. Regionen arbetar metodiskt för att följa upp och styra injekteringsinsatserna för att uppnå så god täthet som möjligt utifrån vald byggmetod. Inläckaget följs upp mot prognoser, som är framtagna utifrån tunnarnas framdrift och med utgångspunkten att villkoren ska efterlevas. Arbetsgrupper med olika typer av specialister och representanter från byggledning och projektledning träffas löpande och dessa arbetsgrupper styr injekteringen inom respektive entreprenad.

Den förinjektering som redovisades i samband med den tidigare tillståndsprovningen utgick från den så kallade systemhandlingen, som är en preliminär projektering. Därefter har injekteringen utvecklats utifrån ökat kunskapsläge och erhållna villkor under bygghandlingsprojekteringen.

Även efter att entreprenörerna handlats upp har injekteringen fortsatt att utvecklas utifrån nya erfarenheter under tunneldrivningen, mer om detta står i *Bilaga A Teknisk beskrivning*.

Förinjekteringskonceptet har även omarbetas till ett observationsbaserat arbetssätt. Observationerna avser noteringar från borrning, inläckage i injekteringshål, bruksåtgång, injekteringsförlopp och övriga observationer som påverkar tätningsresultatet. Vidare innebär det anpassade injekteringsparametrar såsom justering av injekteringstryck, cementtyp, bruksvolym skärmgeometri och antal injekteringsomgångar. Åtgärderna har bl.a. medfört större bruksspridning i berget runt tunnelsystemet vilket generellt resulterat i ökad täthet av berget.

3.3.3.2 Tätning med efterinjektering

Utöver mer omfattande förinjekteringskoncept som beskrivs ovan, så har även konceptet för efterinjektering utvecklats och en metodik för systematisk efterinjektering har arbetats fram. Efterinjektering är ett samlingsnamn för all injektering som utförs av berget i tidigare utsprängda tunneldelar, och syftar till att minska inläckage av grundvatten. Arbetssättet går ut på kompletterande tätningsinsatser med systematisk efterinjektering i identifierade områden med genomsläppligt berg längs tunnelsträckorna. Områdena identifieras genom analys av mängd inträngande grundvatten i kombination med flertalet andra parametrar. Parametrarna är till exempel bergkvalitet, analys av karterade sprickor, okulär observation om inläckande grundvatten samt resultat från förinjektering såsom bruksåtgång och antal förbundna borrhål (sambandshål). Utöver systematisk efterinjektering utförs tätning av enskilda läckagepunkter med kemiska injekteringsmedel.

En omfattande studie av behovet av systematisk efterinjektering har utförts efter utdrivning av delsträckorna 2a Sofia och 4a Luma. Utgångspunkten har varit att utreda vilka åtgärder som kan utföras för att minska inläckaget. Efterinjekteringsåtgärder har identifierats som möjliga i ett antal sektioner av tunnarna. Huvuddelen av efterinjekteringsåtgärderna har utförts eller pågår inom 2a Sofia. Vad avser delsträcka 4a Luma har åtgärder påbörjats och förväntas pågå under hela 2024. En sektion under Hammarby Kanal, där det har skett mycket omfattande förinjektering, har undantagits från åtgärder då det föreligger risk för att efterinjektering snarare ökar inläckaget eftersom och grundvattnet står i direkt kontakt med kanalen. Flera extra mätdammar har byggts inom dessa delsträckor med syftet att identifiera och avskilja tunneldelar för uppföljning av inläckage och utvärdering av resultat från efterinjektering. Inom 4a Luma har 4 extra mätdammar byggts och inom 2a Sofia har 3 mätdammar byggts. Ytterligare mätdammar är planerade inom området vid 2b och 2c Katarina bangata. Efterinjektering har påbörjats inom delsträcka 2a Sofia och 4a Luma. Än så länge har inga betydande minskningar av inläckaget kunnat uppvisas av efterinjekteringen.

Vad avser delsträcka 2b och 2c Katarina bangata utförs löpande en analys av behov av efterinjektering under tunneldrivningen och åtgärder utförs strax bakom tunnelfronten. Vad avser delsträcka Saltsjön har inga efterinjekteringsåtgärder utförts med grund av det faktum att grundvattnet står i direkt kontakt med Saltsjön.

3.3.3.3 Infiltration

Regionen har utrett, anlagt och funktionstestat infiltrationsanläggningar inom alla berörda grundvattenmagasin. Infiltrationsbrunnarna består av ett rör som borrar ner i marken ned till grundvattenmagasinet. Nedre delen av röret är perforerat så att det har god kontakt med grundvattnet. Övre delen av brunnen består av en nedstigningsbrunn eller ett styrskåp med reglage för styrning av vattenflöde och -tryck, samt el för belysning och värme. Brunnarna är kopplade till det kommunala vattenledningsnätet. Erfarenheter från infiltrationen är att brunnarna fungerar väl och att infiltrationen har fungerat väl för att motverka skadliga

grundvattennivåsänkningar. Vidare information om utförd infiltration återfinns i *Bilaga B1 PM Hydrogeologi*.

3.3.3.4 Utvärdering

Behovet av infiltrationsanläggningar under driftskedet kommer att fastställas med hjälp av underlag från de infiltrationsåtgärder som har behövts under byggskedet. Efter byggtiden kommer således en fördjupad analys av eventuellt behov av permanent infiltration att utföras, samt behov av ytterligare åtgärder såsom åtgärder för bergvärmebrunnar. Vad avser permanent infiltration har Regionen inhämtat erfarenheter dels från egna infiltrationsbrunnar, dels Trafikverkets brunnar inom projekt Södra länken, Norra länken och Citybanan. Erfarenheterna visar att den typ av brunnar som Regionen använder för att motverka grundvattennivåsänkningar är mycket driftsäkra.

4 Avgränsningar och metodbeskrivning

4.1 Avgränsningar

Nedan beskrivs de avgränsningar som använts för föreliggande MKB. I avsnittet om avgränsning för den sökta verksamheten beskrivs den tillkommande grundvattenbortledningen jämfört med befintligt tillstånd. Geografisk avgränsning beskriver influensområdets omfattning. Avgränsningar av miljöaspekter redovisar vilka miljöaspekter som har utretts och konsekvensbedömts i MKB:n (avsnitt 5). Tidsmässig avgränsning förtydligar vilken tidsaspekt som ansökan gäller för.

4.1.1 Sökt verksamhet - aktuella ändringar mot nuvarande tillstånd

Trots omfattande tätningsinsatser har inläckaget till delsträckorna 2a Sofia och 4a Luma, som i princip är helt färdigutdrivna, inte kunnat begränsas till de nivåer som följer av inläckagevillkoret för drifttiden. För delsträckorna 2b och 2c Katarina bangata kvarstår en relativt stor del av tunneldrivningen, och det är osäkert om inläckagevillkoret för drifttiden kommer att kunna innehållas när delsträckorna är färdigställda. Såvitt avser delsträckan Saltsjön har tunneldrivningen inte kommit tillräckligt långt för att kunna bedöma om inläckagevillkoret kommer att kunna innehållas. Hittills genomförd tunneldrivning av delsträckan visar emellertid att uppmätt inläckage ligger i nivå med eller strax över prognosen för drifttidens villkor. Detta trots omfattande injekteringsinsatser, vilka har varit tidskrävande och kostsamma. Delsträckans lokalisering under Saltsjön innebär samtidigt att inläckaget till delsträckan (även om det blir större än den nivå som följer av villkoret) inte kan medföra någon hydrogeologisk påverkan.

Mot bakgrund av detta ansöker Regionen om tillstånd till utökad grundvattenbortledning från tunnelanläggningen, genom att ytterligare grundvatten, jämfört med befintligt tillstånd, tillåts att läcka in till de aktuella delsträckorna under drifttiden.

I Tabell 3 redovisas för de aktuella delsträckorna: nuvarande värden för högsta tillåtna inläckage under drifttiden, uppskattade slutgiltiga inläckageflöden efter tätningsarbeten och skillnaden i grundvattenbortledning (inläckage) för den sökta verksamheten jämfört med maximalt inläckage enligt befintligt tillstånd. Uppskattningen av slutgiltiga inläckageflöden är bland annat baserad på

erfarenheter från tunneldrivningen och utförda tätningsarbeten Hur de slutgiltiga flödena har beräknats beskrivs närmare i *Bilaga B1 PM Hydrogeologi*.

Den tillkommande grundvattenbortledningen, dvs skillnaden mellan de uppskattade slutgiltiga inläckageflödena och de maximala inläckageflödena enligt nuvarande tillstånd, representerar den sökta verksamheten. Det är dessa tillkommande inläckage som har konsekvensbedömts i avsnitt 5. Den mängd grundvatten som tillåts att läcka in till tunnelanläggningen enligt befintligt tillstånd har redan prövats, och ingår därför inte i bedömningen. Däremot har de kumulativa effekterna av en ökad bortledning undersökts och konsekvensbedömts.

Tabell 3. Tabellen redovisar nuvarande värden för högsta tillåtna inläckage under drifttiden, uppskattade slutgiltiga inläckageflöden efter tätningsarbeten för de aktuella delsträckorna samt tillkommande grundvattenbortledning i sökt verksamhet.

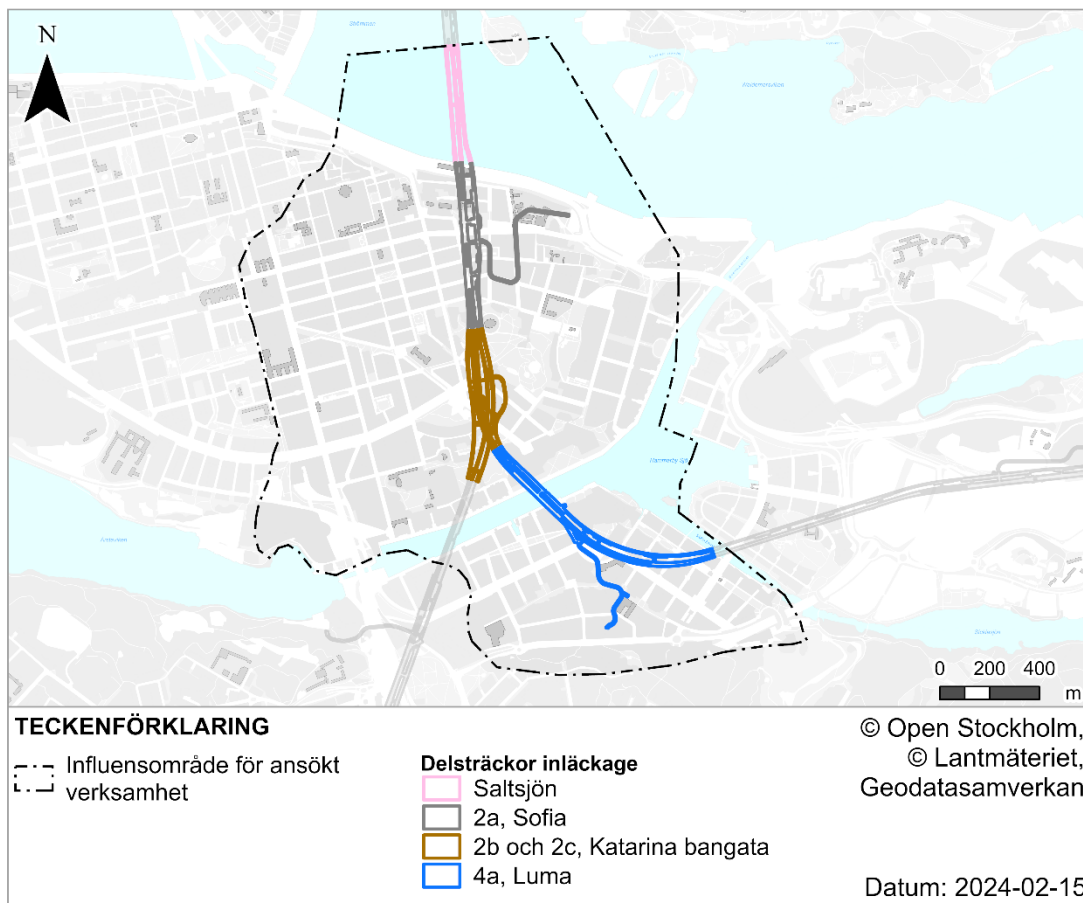
| Delsträcka | Högsta tillåtna inläckage drifttid (begränsningsvärde) | Uppskattat slutgiltigt inläckage drifttid | Tillkommande grundvattenbortledning drifttid |
|-----------------------------------|--|---|--|
| Saltsjön | 100 l/min | 200 l/min | 100 l/min |
| 2a, Sofia | 80 l/min | 150 l/min | 70 l/min |
| 2b, Katarina bangata mot söderort | 35 l/min | 110 l/min (samlat värde för de två delsträckorna) | 45 l/min (totalt för de två delsträckorna) |
| 2c, Katarina bangata mot Nacka | 30 l/min | | |
| 4a, Luma | 125 l/min | 245 l/min | 120 l/min |

4.1.2 Geografisk avgränsning

Den sökta verksamheten bedöms inte leda till påverkan utanför det influensområde som beskrivits i ansökan för grundtillståndet. Det är därav konsekvenser inom en utbruten del av detta geografiska område som undersökts inom ramen för MKB:n. Med influensområde avses det område inom vilket det kan uppkomma grundvattenpåverkan till följd av den sökta vattenverksamheten. Det aktuella influensområdet har identifierats med hjälp av inläckageberäkningar, vattenbalanser och hydrogeologiska bedömningar. Det har även tagits hänsyn till kumulativa effekter av flera påverkande tunnlar (City Link), se avsnitt 4.2.2 nedan. Utredningsområdet för den sökta verksamheten är detsamma som befintligt influensområde och benämns som influensområde i denna MKB.

Ansökan har avgränsats till delsträckorna Saltsjön, 2a Sofia, 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma. Det geografiska utredningsområdet som undersökts i MKB:n avgränsas av naturliga barriärer såsom vatten (sjöar och kanaler) eller hydrogeologiska gränser. Utredningsområdet innefattar områdena intill delsträckorna i ansökan som ingår i befintligt influensområde för grundvattenpåverkan enligt nuvarande tillstånd, se Figur 9.

Saltsjön inkluderar vattenpassagen Saltsjön från Södermalm till Kastellholmen. 2a Sofia och 2b och 2c Katarina bangata innefattar östra Södermalm (inom influensområdet). 4a Luma inkluderar sydöstra delen av Södermalm samt östra delen av Mårtensdal och västra Hammarby sjöstad (norr om Hammarbyvägen och väster om Sickla kanal).



Figur 9. Miljökonsekvensbeskrivningens geografiska avgränsning.

4.1.3 Miljöaspekter

Följande miljöaspekter med avseende på grundvattenbortledning belyses i denna miljökonsekvensbeskrivning:

- > Grundvattenberoende objekt: *Påverkan på byggnader eller anläggningar orsakad av grundvattennivåsänkningar i form av sättningar och sänkta vattennivåer i energibrunnar (bergvärmebrunnar).*
- > Naturmiljö: *Påverkan på naturmiljö orsakad av grundvattennivåsänkningar, exempelvis minskning av växttillgängligt vatten.*
- > Kulturmiljö: *Påverkan på kulturmiljö genom bland annat sättningar beroende på grundvattennivåsänkningar.*
- > Markföroreningar: *Påverkan på befintliga markföroreningar som riskerar att få ändrade spridningsvägar i samband med grundvattennivåavsänkningar.*
- > Utsläpp till vatten: *Påverkan på ytvattenförekomster från utsläpp av dränvatten och länshållningsvatten.*

Dessutom belyses övriga miljöaspekter med en begränsad varaktighet som bara uppkommer under byggtiden, vilket är aktuellt för nollalternativet:

- > Buller och stömljud: *Påverkan på framför allt människors hälsa från buller och stömljud.*
- > Vibrationer: *Påverkan på byggnader, anläggningar och kulturmiljö beroende på vibrationer.*
- > Masshantering: *Påverkan från masshantering och dess transporter, framför allt hushållning av naturresurser, klimatpåverkan och påverkan på människors hälsa.*

- > Luftkvalitet: *Påverkan på luftkvalitet från byggarbeten på framför allt människors hälsa.*
- > Resursförbrukning: *Bedömning av vattenanvändning i form av processvatten och infiltrationsvatten samt resursförbrukning i form av materialanvändning.*

Den sökta verksamheten bedöms inte medföra några ytterligare eller förändrade konsekvenser för miljöaspekterna ytvatten, friluftsliv, luftkvalitet och miljökvalitetsmål, jämfört med de konsekvenser som beskrevs och prövades inom ramen för prövningen av grundtillståndet. Det finns inga Natura 2000-områden, vattenskyddsområden, biotopskyddsområden, naturminnen eller nyckelbiotoper inom utredningsområdet. Dessa miljöaspekter beskrivs och bedöms därmed inte i förevarande MKB.

4.1.4 Tidsmässig avgränsning

Miljökonsekvensbeskrivningens avgränsning i tid avser när en konsekvens kan antas uppstå och hur länge den kan antas bestå. Ansökt vattenverksamhet avser ytterligare grundvattenbortledning under drifttiden och det är därför huvudsakligen påverkan under drifttiden som behandlas i denna MKB. Dock skulle nollalternativet innebära ytterligare konsekvenser med avseende på såväl vattenverksamhet som miljöfarlig verksamhet under byggtiden, varför dessa konsekvenser beskrivs för nollalternativets byggtid, se avsnitt 4.3.3 för beskrivning av nollalternativet.

Med byggtiden avses enligt gällande tillstånd tiden från och med tidpunkten då den tillståndsgivna grundvattenbortledningen påbörjas till och med tidpunkten för godkänd slutbesiktning av tunnelanläggningen. Det är alltså den perioden där berg- och anläggningsarbeten sker i tunnlar med tillhörande öppna schakt. Med drifttid avses tiden efter byggtidens utgång, då anläggningen är så pass färdigbyggd att ingen större förändring av vattenverksamheten längre kan ske. Det innebär att berganläggningarna är färdigutpräglade och erforderligt tätade.

4.2 Metodbeskrivning

Nedan beskrivs metoden som används för bedömning av miljökonsekvenser av den sökta verksamheten och det alternativ som planerad verksamhet jämförs mot.

4.2.1 Metod

Syftet med MKB:n är att utvärdera miljökonsekvenserna av den planerade verksamheten. Det innebär en noggrann bedömning av hur verksamheten kan påverka miljön och människors hälsa samt en jämförelse med ett s.k. nollalternativ, vilket innebär en beskrivning av hur miljöförhållandena förväntas utvecklas om den ansökta verksamheten inte genomförs. Bedömningen av miljökonsekvenserna för den planerade verksamheten görs med avseende på påverkan, effekter och konsekvenser. Bedömningen utgår från de identifierade miljöaspekter och intressen som skulle kunna påverkas av grundvattenbortledning, skyddsinfiltration och övriga miljöaspekter. Om det bedöms att en viss miljöaspekt eller intresse inte kommer att påverkas i större utsträckning än tidigare tillståndsprövning har fastställt, så utesluts det från bedömningen.

För varje identifierad miljöaspekt eller intresse beskrivs först kortfattat de befintliga förutsättningarna. Därefter redovisas skyddsåtgärder och försiktighetsmått som kan användas för att minimera risken för påverkan på de identifierade miljöaspekterna eller intressena. Slutligen genomförs en bedömning av de eventuella konsekvenserna, med vidtagna försiktighetsmått och skyddsåtgärder. Bedömningen tar även hänsyn till kumulativa effekter till följd av den utökade grundvattenbortledningen såsom den gemensamma effekten av skyddsinfiltration och grundvattenbortledning eller andra tunnelprojekt.

Konsekvenserna av grundvattenbortledning för den ansökta verksamheten jämförs sedan mot konsekvenserna av nollalternativet. Där görs även en jämförelse med övriga miljökonsekvenser (buller, stömljud, vibrationer, resurshållning och klimatpåverkan).

Det underlag som har legat till grund för bedömningar av påverkan, effekter och konsekvenser av den ansökta verksamheten beskrivs övergripande nedan:

- Data och analyser från kontrollprogram för vattenverksamhet. Det innefattar kontroller och uppföljning av inläckage till tunneln, infiltration av vatten till grundvattenmagasin, grundvattennivåer och grundvattenrelaterade sättningar.
- Fältundersökningar i form av jord- och bergborrningar, installation av nya grundvattenrör, infiltrationstest och drifttest av infiltrationsanläggningar.
- Information om skyddad natur, kulturmiljö, fornlämningar och vattenförekomster (inhämtad från Riksantikvarieämbetets webbaserade GIS-underlag, från Länsstyrelsens karttjänst och Vattenmyndigheternas databas VISS).
- Befintligt underlag för grundläggningsuppgifter inom kontrollprogrammet för vattenverksamhet.
- Uppgifter om bergbrunnar (inhämtats från Sveriges Geologiska Undersöknings brunnarkiv samt från Stockholms stad).
- Potentiellt förorenade områden (inhämtats från Länsstyrelsens MIFO-databas, Metodik för Inventering av Förorenade Områden).
- Prövningsunderlaget frännuvarande tillstånd.
- Information om bergförhållanden samt utförd bergtätning från tunneldrivningen från respektive entreprenad.

I denna MKB identifieras och beskrivs den omgivningspåverkan som kan följa av projektet och de effekter och konsekvenser som påverkan kan medföra.

I dagligt tal görs inte alltid en åtskillnad i betydelsen mellan begreppen påverkan, effekt och konsekvens. Effekt och konsekvens används till exempel ofta som synonymer. I miljökonsekvensbeskrivningar använder man emellertid begreppen med skilda betydelser, för att göra beskrivningarna så entydiga som möjligt. Begreppen definieras nedan.

Påverkan är den fysiska förändring som projektet/verksamheten orsakar, till exempel en grundvattennivåsänkning eller påverkan på ytvattenförhållanden.

Effekten är den förändring av miljökvaliteter som uppstår till följd av projektets påverkan, till exempel att en energibrunn får lägre vattennivå eller att en byggnad riskerar att få sättningar. Effekter kan ofta, men inte alltid, beskrivas i kvantitativa termer.

Konsekvens är effektens, eller flera effekters, betydelse för olika intressen, såsom människors hälsa och välbefinnande, landskapets kulturhistoriska värden eller den biologiska mångfalden.

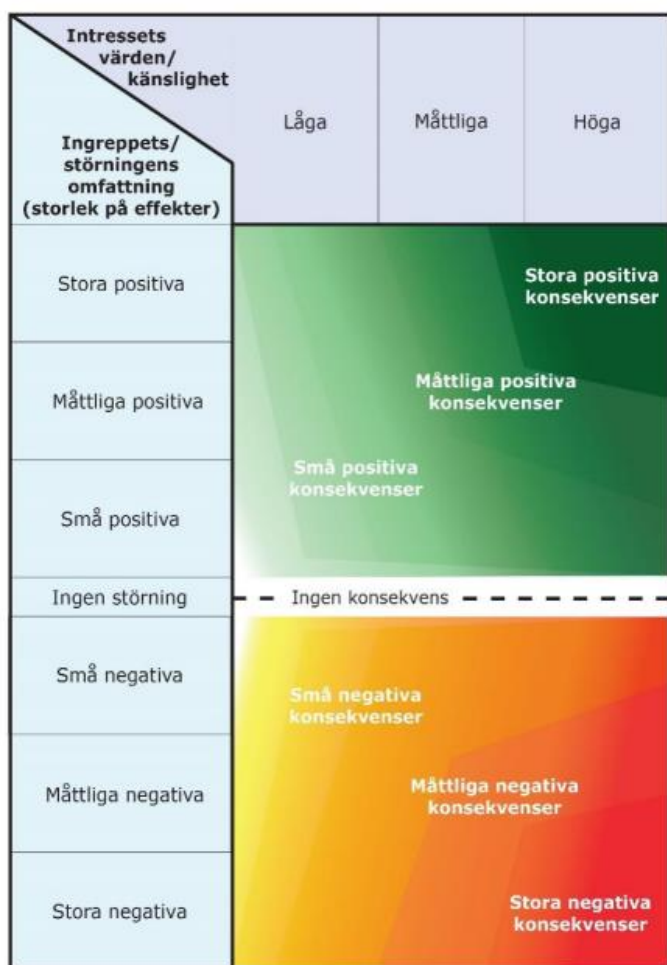
Konsekvensbeskrivningar görs av både direkta och indirekta, samt positiva och negativa, konsekvenser. Vid konsekvensbedömning ska både den berörda platsens förutsättningar och värden och de förväntade effekternas omfattning beaktas.

Matrisen, se Figur 10, ger en förenklad beskrivning av metodiken bakom MKB:ns konsekvensbedömningar. Om ett område med högt värde störs i stor omfattning innebär det stora konsekvenser medan en liten störning på ett område med stort värde innebär måttliga konsekvenser.

En bedömning har gjorts av vilken påverkan som projektet antas medföra för influensområdet i stort eller för respektive delsträcka. Skalan sträcker sig från stora, måttliga och små negativa effekter, via ingen effekt/inverkan, till små, måttliga och stora positiva effekter.

Storleken på konsekvensen har bedömts genom en sammanvägning av värdet respektive omfattningen av ingreppet i influensområdet eller för varje delsträcka. För att få en samlad bedömning av konsekvensen för respektive miljöaspekt har en sammanvägning av konsekvenserna inom hela influensområdet gjorts, se avsnitt 7. Skalan som används för konsekvenser sträcker sig från stora, måttliga och små negativa konsekvenser, via ingen konsekvens, till små, måttliga och stora positiva konsekvenser.

Med skyddsåtgärd avses i denna MKB skadeförebyggande eller skadebegränsande åtgärder.



Figur 10. Illustration av hur konsekvensbedömningen har gjorts utifrån en sammanvägning av berört värde och ingreppets omfattning. Illustrationen ska inte tolkas som en exakt mall för bedömning utan som en princip för hur konsekvensbedömningen är gjord.

4.2.2 Kumulativa konsekvenser

Kumulativa effekter och konsekvenser är den samlade påverkan från samtliga verksamheter som kan uppstå. I detta fall är det den total påverkan från tunnelbaneutbyggnaden samt andra tunnelprojekt. Framförallt kopplade till Svenska Kraftnäts kraftledningstunnel *City Link* (tillstånd genom mark- och miljödomstolens dom i mål nr M 2772–15) som sträcker sig mellan Danderyd och Skanstull. Tunneln, som är till största del fullortsborrad, korsar under tunnelbanan vid Skeppsholmen och löper parallellt, cirka 100 meter väster om tunnelbanan, under Södermalm och vidare fram till Mårtensdalsområdet där tunnlar återigen korsas.

Den del av City Link som kan bidra till kumulativa effekter för den sökta verksamheten är på Södermalm där tunneln löper parallellt med tunnelbanan. Platsen där City Link och nya tunnelbanan korsar varandra i Mårtensdal ligger för långt från den sökta verksamhetens influensområde för att kumulativa effekter ska uppkomma. Där kumulativa effekter och konsekvenser är aktuella nämns det under konsekvensbedömningen i avsnitt 5 för respektive delsträcka.

Dessutom har Svenska kraftnät fått tillstånd till en arbetstunnel, *Sofia Link* (Målnummer M 5361-23), tillhörande City Link som är lokaliserad norr om tunnelbanans station Sofia.

4.3 Alternativ

Nedan redogörs för studerade alternativ för ansökt verksamhet.

4.3.1 Lokaliseringsalternativ

Några alternativa lokaliseringar är inte tillämpliga för denna ansökan eftersom ansökan avser en ändring av befintlig, tillståndsgiven verksamhet.

4.3.2 Alternativa utformningar

Regionen har inte kunnat identifiera några realistiska alternativa utformningar till den sökta verksamheten.

4.3.3 Nollalternativ

I enlighet med 6 kap. 35 § miljöbalken krävs det att en MKB innehåller information om de rådande miljöförhållandena före verksamhetens påbörjan och hur dessa förhållanden förväntas utvecklas om verksamheten inte genomförs, det vill säga en jämförelse med ett så kallat nollalternativ. I normala fall innebär nollalternativet att ingen del av det planerade projektet utförs. Att redovisa ett nollalternativ för den sökta verksamheten är något komplicerat, av skäl som anges nedan.

Regionen har definierat nollalternativet som att det nuvarande inläckagevillkoret för drifttiden innehålls för alla delsträckor. Regionen har nogsamt utrett under vilka förutsättningar detta skulle vara möjligt. Regionen har utfört, och kommer alltjämt att utföra, alla de tätningsåtgärder som är tekniskt möjliga och rimliga med konventionell teknik. Trots detta kommer det inte vara möjligt att innehålla inläckagevillkoret för drifttiden för delsträckorna 2a Sofia och 4a Luma, och det är osäkert om inläckagevillkoret för delsträckorna 2b och 2c Katarina bangata kommer att kunna innehållas. Med anledning härav har Regionen behövt utreda om alternativa metoder kan nyttjas för att innehålla villkoret för delsträckorna (s.k. "betonginklädnad"). Regionen har därför utrett möjligheten att utföra en i efterhand platsgjuten betonginklädnad med tät plastmembran. Om en sådan ska genomföras under de förutsättningar som råder i förevarande fall behöver extraordinära åtgärder utföras. Det innebär först och främst att åtgärder som inte beskrivits i tidigare ansökan behöver utföras. Tunnelarna behöver först rymmas upp genom extra utsprängningar, för att ge plats för betonginklädnaden. De extra utsprängningarna bedöms ta flera år och generera större mängder avfall, då berget är förstärkt med bultar och fiberarmerad sprutbetong. De extra utsprängningarna kommer inom en del tunnelsektioner innebära att tunnelarnas skyddszon hamnar utanför markanspråket som definieras i järnvägsplanen och detaljplanen. Detta innebär att en planändring först behöver genomföras, vilket också tar flera år

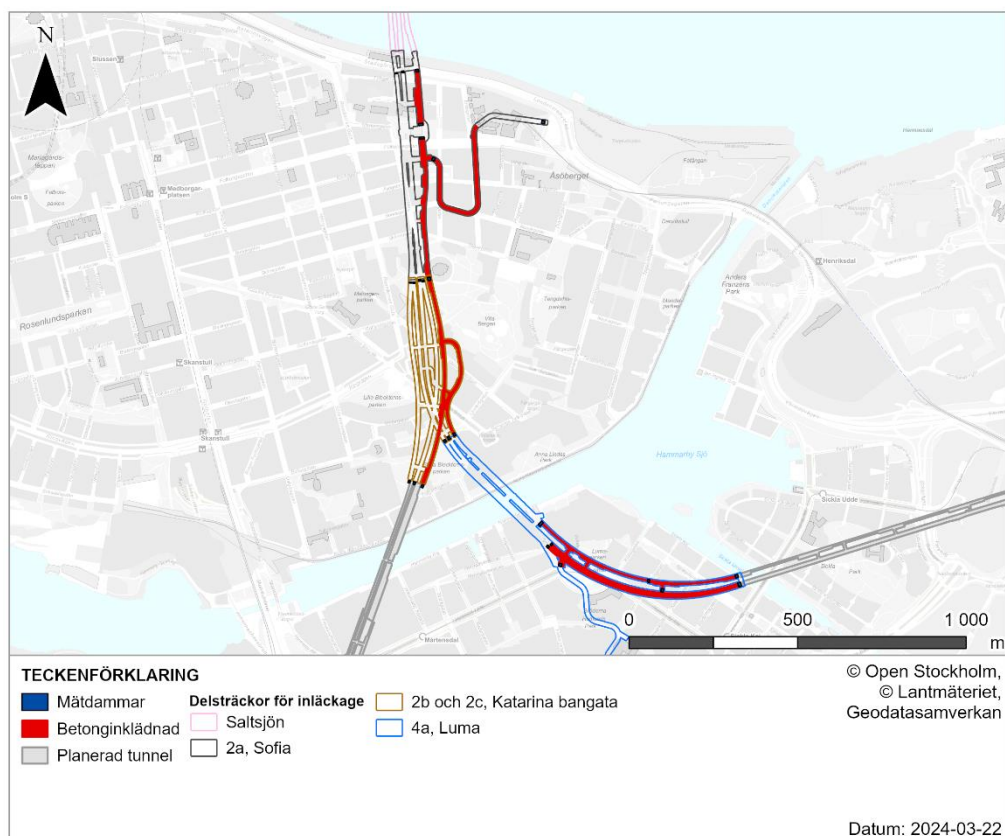
Efter att den extra utsprängningen utförts behöver den platsgjutna betongkonstruktionen utföras och alla ändrar behöver sluta tätt mot bergväggarna. Någon liknande betongkonstruktion har inte tidigare anlagts i efterhand i en anläggning med de komplexa geometriska förhållanden som

tunnelbanan har och det finns betydande risker för större läckage. Det är sammantaget mycket osäkert om en sådan lösning skulle fungera och att inläckagevillkoret skulle innehållas.

Nollalternativet definieras som att nuvarande inläckagevillkor för drifttiden innehålls för alla delsträckor, genom de åtgärder som beskrivs nedan och redovisas i Figur 11:

- > Nollalternativet för delsträcka 2a Sofia innebär att en stor del av tillfartstunneln och hela servicetunneln ryms upp, samt förses med tät betonginklädnad.
- > Nollalternativet för delsträckorna 2c och 2b Katarina bangata innebär att de två servicetunnlarna ryms upp och förses med tät betonginklädnad.
- > Nollalternativet för delsträcka 4a Luma innebär att både spårtunnlar, tvärtunnlar och servicetunnlar öster om arbetstunnelns mynning nere i berget till delsträcke gränsen ryms upp och förses med tät betonginklädnad.
- > För delsträcka Saltsjön innebär nollalternativet att mycket omfattande efterinjektering utförs med såväl cementbaserade som kemiska tätningsmedel.

Genomförandet och konsekvenserna på projektet av att utföra en eftermonterad betonginklädnad med tätmembran redovisas i *Bilaga B2. PM Platsjuten betonginklädnad med plastmembran*. I *Bilaga B3. PM inläckage* beskrivs vilken effekt en betonginklädnad, i den omfattning som utretts, teoretiskt hade haft på inläckaget till tunnelanläggningen.



Figur 11. Omfattningen av den betonginklädnad som hade krävts för att, teoretiskt, innehålla inläckagevillkoret för delsträckorna 2a Sofia, 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma.

5 Miljökonsekvenser

5.1 Inledning

I detta avsnitt redovisas konsekvenserna av den sökta verksamheten för de miljöaspekter och intressen som har identifierats enligt avsnitt 4.1.3. Dessa miljöaspekter och intressen är grundvattenberoende objekt, naturvärden, kulturmiljö, markföroreningar och påverkan på naturmiljö från utsläpp av vatten.

5.1.1 Områdesbeskrivning

Nedan beskrivs områdena vid delsträckorna Saltsjön, 2a Sofia, 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma kortfattat för att få en överblick av var delsträckorna är lokaliserade och vilken markanvändning som finns.

Delsträcka Saltsjön sträcker sig från Kastellholmen till Södermalms strandkant vid Stadsgårdskajen. Hela delsträckan är under Saltsjön.

Delsträcka 2a Sofia sträcker sig från Saltsjöns strandkant på norra Södermalm vid Stadsgårdskajen, söder ut till Sofia kyrka. Delsträckorna 2b och 2c Katarina bangata mot söderort och Nacka sträcker sig från Sofia kyrka söder ut ner till Blecktornsparken. Östra Södermalm karaktäriseras bebyggelsemässigt av en mellanskalig, tät och sammanhängande kvartersstadsstruktur. Vid Stadsgårdsberget, Vita bergen och Åsöberget finns en småskalig bebyggelsestruktur med flera äldre trähus. Området präglas av en sammanhållen och tät stadsstruktur. Det finns även inslag av grönområden och parkmark.

Delsträcka 4a Luma sträcker sig från Blecktornsparken på Södermalm under Hammarby sjö och genom Luma i Hammarby sjöstad med slut precis innan Sickla kanal. Hammarby sjöstad karaktäriseras av en kombination av tät sammanhållen bebyggelse med traditionella slutna kvarter och öppna delar med huvudgator, torg, parker och strandzoner. Västerut blir karaktären allt mer storskalig i de delar där industribebyggelse och omvandlingsområden dominerar. Området har en stor variation i bygghusetyper och grönstruktur. Området för arbetstunnelmynningen mot Hammarby fabriksväg utgörs idag av industribebyggelse.

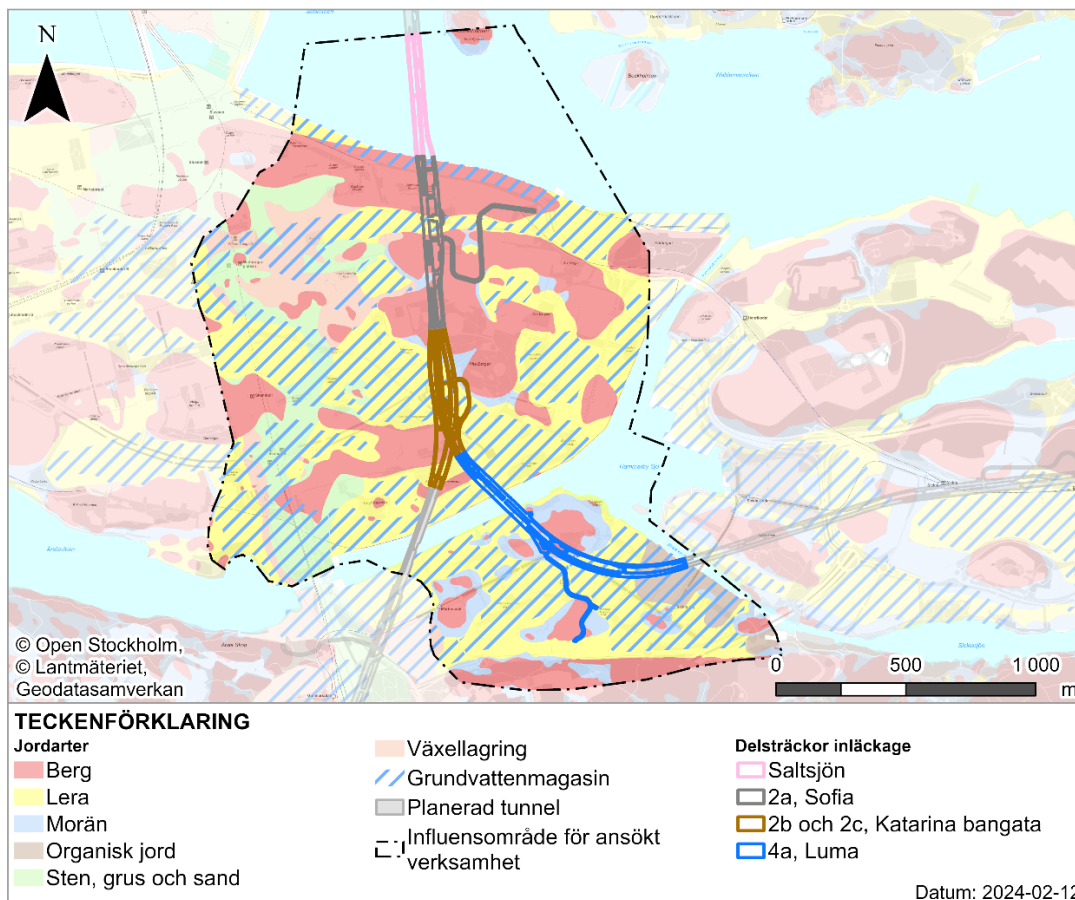
5.1.2 Jordarter och grundvattenmagasin

En jordartskarta med grundvattenmagasinens teoretiska utbredning redovisas i Figur 12. Detaljerade beskrivningar av influensområdets hydrogeologiska förutsättningar finns beskrivet i *Bilaga B1 PM Hydrogeologi* till ansökan. Det beskrivs kortfattat nedan.

Östra delen av Södermalm karaktäriseras av höjdområden med Stadsgårdskajens förkastningsbrant upp mot Stigberget, Åsöberget, Vita bergen samt med bergshöjden intill Lilla Blecktornsparken söder om Ringvägen. Stockholmsåsen med isälvavlagringar är uppdelade i mindre sektioner och korsar utredningsområdet på Södermalms östra del. Det finns en del lerområden och eller växellagringar med inslag av lera på Södermalm och grundvattenmagasinen varierar mellan större sammanhängande magasin och mindre lokala. I Hammarby sjöstad finns höjdområdena Lumaparken och Heliosparken och däremellan breder lerområden ut sig då området historiskt utgjorde en sjöbotten. Det finns ett större grundvattenmagasin i Hammarby sjöstad och 3 mindre sammankopplade magasin i Mårtensdal.

Gemensamt för både norra och södra Södermalm samt norra och nordöstra Hammarby sjöstad är närheten till ytvatten (Saltsjön och Hammarby sjö/Hammarby kanal) varpå grundvattnet i många

områden har hydrologisk kontakt med dess ovan nämnda ytvatten. Grundvattenströmningen på norra Södermalm är riktad mot Saltsjön och södra/sydöstra Södermalm mot Hammarby sjö. I Hammarby sjöstad är grundvattenströmningen riktad mot Hammarby sjö/Hammarby kanal.



Figur 12. En jordartskarta med undre grundvattenmagasin redovisas för influensområdet.

5.2 Generella konsekvenser av grundvattenbortledning och skyddsinfiltration

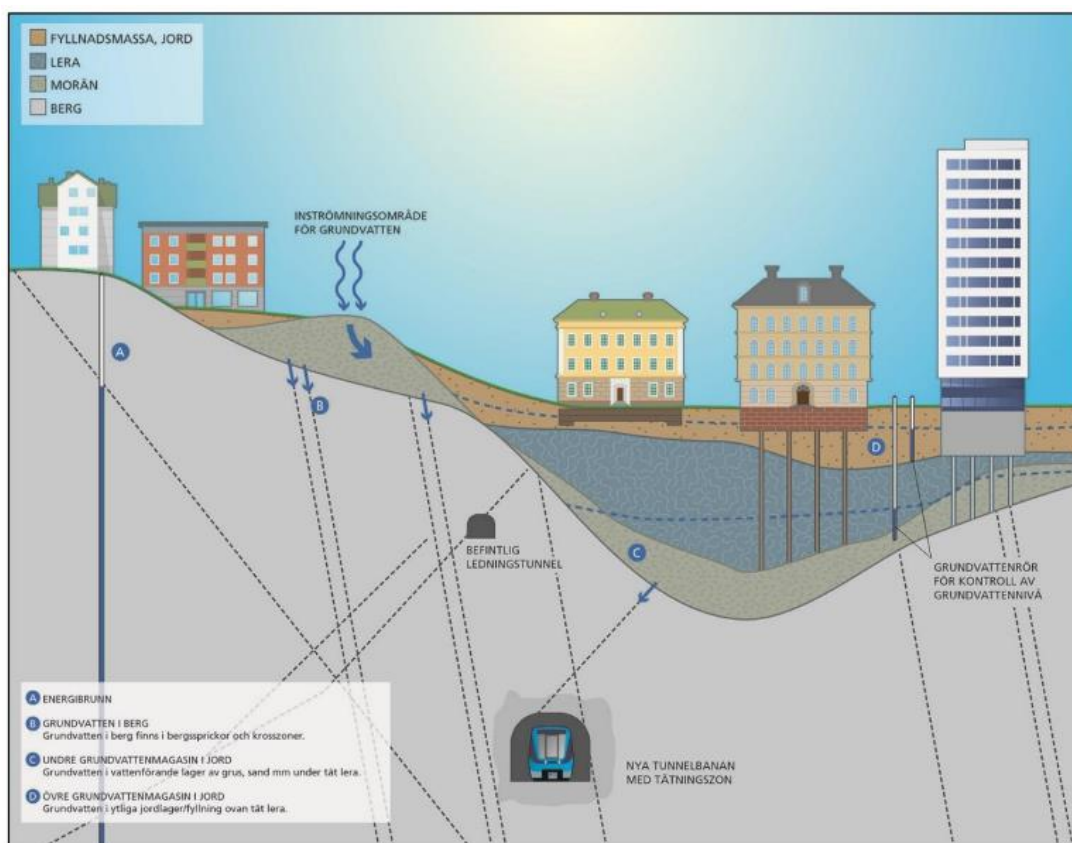
5.2.1 Beskrivning av grundvattenbortledning

Vid byggandet och driften av en tunnel kommer grundvatten naturligt att tränga in i tunneln, detta trots tätning. Storleken på inläckaget in i tunnelanläggningen beror bland annat på bergets kvalitet och mängden tillgängligt grundvatten i omgivande berg och jordlager.

Grundvatten förekommer dels i sprickor och i spricksystem i berggrunden, dels i lösa jordlager. Hur mycket vatten som finns i berget är beroende av sprickornas storlek och systemets omfattning. Grundvatten förekommer i alla typer av jord, men det är sorterade jordar som kan magasinera och också släppa ifrån sig större volymer vatten. Grundvattenmagasinet i jord kan vara antingen slutet eller öppet. Ett slutet magasin förekommer under en tät jordart såsom lera medan ett öppet magasin saknar tätande lager. I Figur 13 redovisas en konceptuell bild av hur grundvattnet rör sig i berg och jord och kopplingen till bergtunnlar.

Inläckaget till en bergtunnelanläggning bestäms av vattengenomsläppligheten, främst i berggrunden och i kontakten mellan berg och jord samt av volymen tillgängligt vatten, alltså grundvattenmagasinets och grundvattenbildningens storlek. Tunnelns dimensioner har en viss men mindre betydelse för inläckagets storlek. Däremot är inläckaget beroende av tunnelns djup under grundvattenytan samt tunneltätningens utförande. Med ett ökat djup på tunneln ökar grundvattnets trycknivå och således inläckaget jämfört med ett ytligare alternativ. Som följd ökar påverkansområdet med ökat tunneldjup men inte nödvändigtvis grundvattennivåsänkningen vid markytan ovan tunneln då effekten av inläckaget fördelas inom ett större påverkansområde. Påverkansområdet blir i teorin störst i lägen där tunneln går igenom lågpunkter i landskapet där ett tätande jordlager medför en begränsning i grundvattenbildningen i direkt anslutning till tunneln. Om mängden tillgängligt grundvatten är liten så blir utbredningen av grundvattensänkningen större. Hur mycket grundvatten som finns tillgängligt bestäms av storleken på nybildning av grundvatten (grundvattenbildning) och på tillrinningsområdets storlek och geologins förmåga att leda vatten. Grundvattenbildningens storlek varierar under året, vilket innebär att även grundvattennivån ofta varierar med året.

Erfarenhet från befintliga tunnelanläggningar visar att de sprickor som inte helt går att täta och där inläckande grundvatten leds in till tunnlar förändras över tiden. Grundvattenströmningen och kontakten med syret i tunnelluften gör att mineral löses ut och delvis fyller igen sprickorna. Sprickvidden minskar också på grund av att grundvattenstrycket sänks närmast tunneln. Detta kallas för skin eller skineffekt. Det innebär att det även under driftskedet kommer att läcka in grundvatten i tunneln, men dessa mängder är oftast lägre.



Figur 13. Konceptuell bild över grundvattnets rörelse i berg och jord samt kopplingen till bergtunnlar och bergbrunnar.

5.2.2 Potentiella konsekvenser av grundvattenbortledning

En grundvattenbortledning kan medföra flera effekter på de omkringliggande grundvattenmagasinen, inklusive sänkta grundvattennivåer i berg och jord, ändrade strömningsmönster och större variationer i grundvattennivåerna. Själva grundvattenbortledningen i sig är inte skadlig, utan det är den potentiella påverkan den kan ha på omgivningen som under vissa omständigheter kan orsaka negativa konsekvenser. Dessa är framförallt marksättningar i lerjordlager vid minskade grundvattennivåer i jordmagasin med sättningSkänslig lera. Sättningar i marken kan ge negativa konsekvenser för byggnader, anläggningar och ledningar som inte är fast grundlagda. Även fornlämningar kan påverkas av grundvattenbortledning genom marksättningar. Vidare kan byggnader grundlagda på träpålar eller fornlämningar bestående av organiskt material påverkas negativt av en avsänkning av grundvattennivån då dessa blir utsatta för syre och riskerar därav att brytas ner.

Lerjordar har olika känslighet för grundvattensänkningar, och sättningsrörelserna beror på flera faktorer. Framför allt handlar det om hur mycket belastning leran tidigare har utsatts för, som markutfyllnader eller tidigare grundvattensänkningar, samt tjockleken på lerlagret. Om leran tidigare har varit belastad kan den motstå en viss sänkning av grundvattennivån utan att sättningsrörelser uppstår. Om leran däremot är "lös" och inte tidigare har utsatts för belastning, kan sättningsrörelser uppstå vid mindre grundvattensänkningar. När grundvattennivån sjunker eller en belastning appliceras på leran, ändras tryckförhållandena i leran, och den komprimeras, dvs. pressas ihop. Detta är en långsam process, och genom att övervaka grundvattennivåerna och tillsätta vatten till grundvattenmagasinet vid sänkningar kan sättningsrörelser förhindras och stoppas. Dock kan inte redan bildade sättningsrörelser återställas, även om grundvattennivåerna återgår till tidigare nivåer eller om den applicerade belastningen tas bort.

Utöver lerans känslighet för grundvattensänkningar så är en förutsättning för risken för påverkan att leran är delvis eller helt vattenmättad, det vill säga att grundvattennivån ligger inom lerans mäktighet. Byggnader och andra objekt, vilka har klassats som känsliga i och med att de är grundlagda i eller på lera, behöver alltså inte per automatik vara känsliga för ytterligare grundvattenavsänkning.

I jord kan lägre grundvattennivåer även orsaka negativa konsekvenser för grundvattenberoende naturmiljöer om tillgången på växttillgängligt vatten minskar. Avsänkta grundvattennivåer i berg kan orsaka att möjligt effektuttag från energibrunnar (bergvärmebrunnar) reduceras.

Grundvattenbortledning från tunnlar kan medföra att föroreningar sprids med grundvattnet. Dels kan redan förorenat grundvatten spridas till nya ställen, dels kan ändrad grundvattennivå och grundvattenströmning utlösa en föroreningssituation för grundvattnet. Det krävs dock att genomströmningen i marklagren ökar mycket, eller att grundvattenströmningens gradient ökar markant. En sänkt grundvattennivå påverkar markförhållandena och markprocesserna på ett sådant sätt att utlakningen av föroreningar kan öka. Mark- och vattenförhållanden samt föroreningens typ och omfattning avgör konsekvenser för omgivningen. Det finns också risker kopplade till ångbildning av föroreningar som riskerar att nå bostäder och därav orsaka skada på människors hälsa och miljö. Det krävs dock att föroreningarna finns i jordlager som är vattenmättade vilket sker om grundvattnet ligger nära markytan eller om föroreningarna ligger i djupare jordlager. Vanligtvis finns föroreningar i närmare markytan. Föroreningar kan dock lakas ur från marknära jordlager och på så sätt nå grundvattnet.

Under drifttiden släpps det till tunnlar inläckande grundvattnet (s.k. dränvatten) efter lokal rening till recipienten Strömmen. Det innebär att vattnet som släpps ut från tunnelanläggningen måste hålla en tillräckligt bra kvalitet för att inte påverka recipienten. Det här kontrolleras genom miljökvalitetsnormer (MKN). MKN reglerar den kvalitet på ytvattenförekomster som ska uppnås

till en viss tidpunkt. Ekologisk status bedöms utifrån biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska faktorer, och kemisk status grundar sig på gränsvärden för prioriterade ämnen. Ekologisk status klassificeras i fem nivåer: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig. Kemisk status klassificeras som god om gränsvärdena för prioriterade ämnen inte överskrider; annars anses den vara ej god.

5.2.3 Beskrivning av skyddsinfiltration

Skyddsinfiltration innebär infiltration av vatten till grundvattenmagasin i syfte att skydda känsliga objekt (byggnader, anläggningar, ledningar, gatumark) från marksättningar till följd av grundvattennivåsänkning. Det är en effektiv åtgärd för att motverka skada om en grundvattenpåverkan blir större än vad som prognosticerats eller inte fullt ut kan hanteras med noggrann tunneltätning. Infiltrationen motverkar skadliga grundvattentrycknivåsänkningar i friktionsjorden som underlagrar sättningskänsliga lerområden där mäktigheten av leran är så stor att sättningar annars kommer utbildas.

Anläggningar för skyddsinfiltration, så kallade infiltrationsanläggningar, har anlagts inom utredningsområdet för infiltration i jordlagrens undre magasin. Anläggningarna anpassas och dimensioneras utifrån platsens förhållanden och jordlagrens hydrogeologiska egenskaper, vilket utreds i tidigt skede genom undersökningsborrning samt infiltrationstest. Principlösningar för infiltrationsanläggningar beskrivs mer ingående i *Bilaga A. Teknisk beskrivning*.

Inom hela utredningsområdet finns det mätpunkter för grundvattennivå (grundvattenrör). Till dessa mätpunkter finns ansatta åtgärdsnivåer, som används för att styra när och i vilken omfattning infiltration eller andra skyddsåtgärder behöver ske. Infiltrationen utförs i undre grundvattenmagasin i jord med vatten från kommunala ledningsnätet. Infiltration kan även behöva ske utanför temporära stödkonstruktioner under byggtiden, för att om möjligt undvika grundvattennivåsänkningar från öppna schakt.

Infiltration av vatten till jordlagren sker med ett konstant vattenflöde för att upprätthålla önskvärda grundvattennivåer. Volymen vatten som infiltreras till grundvattenmagasinen varierar utifrån behov och magasinens egenskaper att ta emot infiltrerat vatten. Grundvattennivåerna varierar naturligt under året och infiltrationen syftar till att bibehålla för årstiden normala grundvattennivåer. Torra somrar och perioder med lite nederbörd medför en större grundvattenpåverkan än perioder med riklig nederbörd.

Kontroller av omgivande grundvattennivåer utförs kontinuerligt vid infiltrationsinsatser. En effekt av skyddsinfiltration är att grundvattennivåerna runt infiltrationsanläggningen oftast höjs något över den normala grundvattennivån för att kunna trycka ut vattnet så långt som möjligt från infiltrationskällan. Kontroller utförs även för att säkerställa att grundvattennivåerna i närheten av en infiltrationsanläggning inte höjs så pass mycket att det kan skada närliggande byggnader genom inläckage av infiltrationsvatten i källare.

Det vatten som infiltreras under byggtiden inom utredningsområdet är kommunalt ledningsvatten från Stockholm vatten och avfall (SVOA). Infiltrationsanläggningar behövs ofta tillfälligt under byggnationen av tunnlar, men kan även behövas permanent när tunnelanläggningen är färdig om behovet av att upprätthålla grundvattennivåerna kvarstår. Den skyddsinfiltration som krävs under drifttiden kommer utredas när alla tunnlar är helt utsprängda. Då kommer också möjligheten att återanvända inläckande grundvatten till tunnlar som infiltrationsvatten att utredas vidare. Det kommer att finnas en driftorganisation för permanent infiltration som ansvarar för underhåll och kontroll av anläggningarna. Infiltrationsinsatserna kommer dessutom att vara automatiserade och det kommer att finnas larm för eventuella driftstörningar. Det arbetssättet har fungerat väl i liknande projekt som till exempel Citybanan.

5.3 Miljöaspekter och intressen

5.3.1 Grundvattenberoende objekt

Huvuddelen av tunnlar är redan utdrivna och den grundvattenpåverkan som följer av detta har huvudsakligen redan uppkommit. Vilken grundvattenpåverkan det kommer bli under drifttiden är därmed redan känd. Den sökta verksamheten innebär för huvuddelen av sträckorna att ansökta inläckage är samma som redan uppkommit under byggtiden, med tillägg för de tunneldelar som ännu inte är utbrutna. Den grundvattenpåverkan och eventuell efterföljande omgivningspåverkan som sker under byggtiden kommer att bli snarlik i driftskedet jämfört med byggskedet. Några ytterligare skyddsåtgärder än vad som redan finns etablerade under byggtiden i form av skyddsinfiltration bedöms inte vara nödvändiga för att minimera omgivningspåverkan i aktuella områden. I detta avsnitt följer en bedömning av den ansökta verksamhetens bedömda konsekvenser för grundvattenberoende objekt.

5.3.1.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala känslighet:

- > *Låg känslighet*: Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som inte är sättningskänsliga eller områden utan potentiella riskobjekt.
- > *Måttlig känslighet*: Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som är sättningskänsliga men där endast ett fåtal potentiella riskobjekt påträffas.
- > *Hög känslighet*: Områden där grundvattnet används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten samt inom områden som är sättningskänsliga och där det förekommer ett flertal potentiella riskobjekt.

Bedömningsskala effekter:

- > *Stora negativa effekter* uppstår om projektet genererar en påverkan på grundvattnet så att det inte kan användas som en naturresurs eller att ett flertal riskobjekt påverkas så att värdet eller skadan som uppkommit inte kan återskapas eller repareras.
- > *Måttliga negativa effekter* uppstår om projektet påverkar ett flertal riskobjekt men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.
- > *Små negativa effekter* uppstår när projektet påverkar ett fåtal riskobjekt, men att värdet eller skadan som uppkommit kan återskapas eller repareras.

5.3.1.2 Förutsättningar

Inom influensområdet finns känsliga objekt i form av byggnader grundlagda på lera eller med en okänd grundläggning samt markförlagda ledningar belägna inom lerjord, samt energibrunnar i berg och övriga anläggningar som bevakas inom kontrollprogrammet. I Figur 14 redovisas alla objekt som är klassificerade som känsliga enligt befintligt kontrollprogram för vattenverksamhet. Fler undersökningar har gjorts under tunnelbanans byggskede vilket lett till att många känsliga objekt har kunnat avskrivas från kontrollprogrammet då de befunnits vara okänsliga för grundvattenavsänkningar. Nedan följer en sammanfattning av de känsliga objekt som finns längs delsträckorna och en bedömning av områdenas känslighet enligt bedömningsskalan ovan. Detta beskrivs mer ingående i *Bilaga B1. PM hydrogeologi*.

Saltsjön

Inom delsträcka Saltsjön finns inga känsliga objekt.

2a Sofia

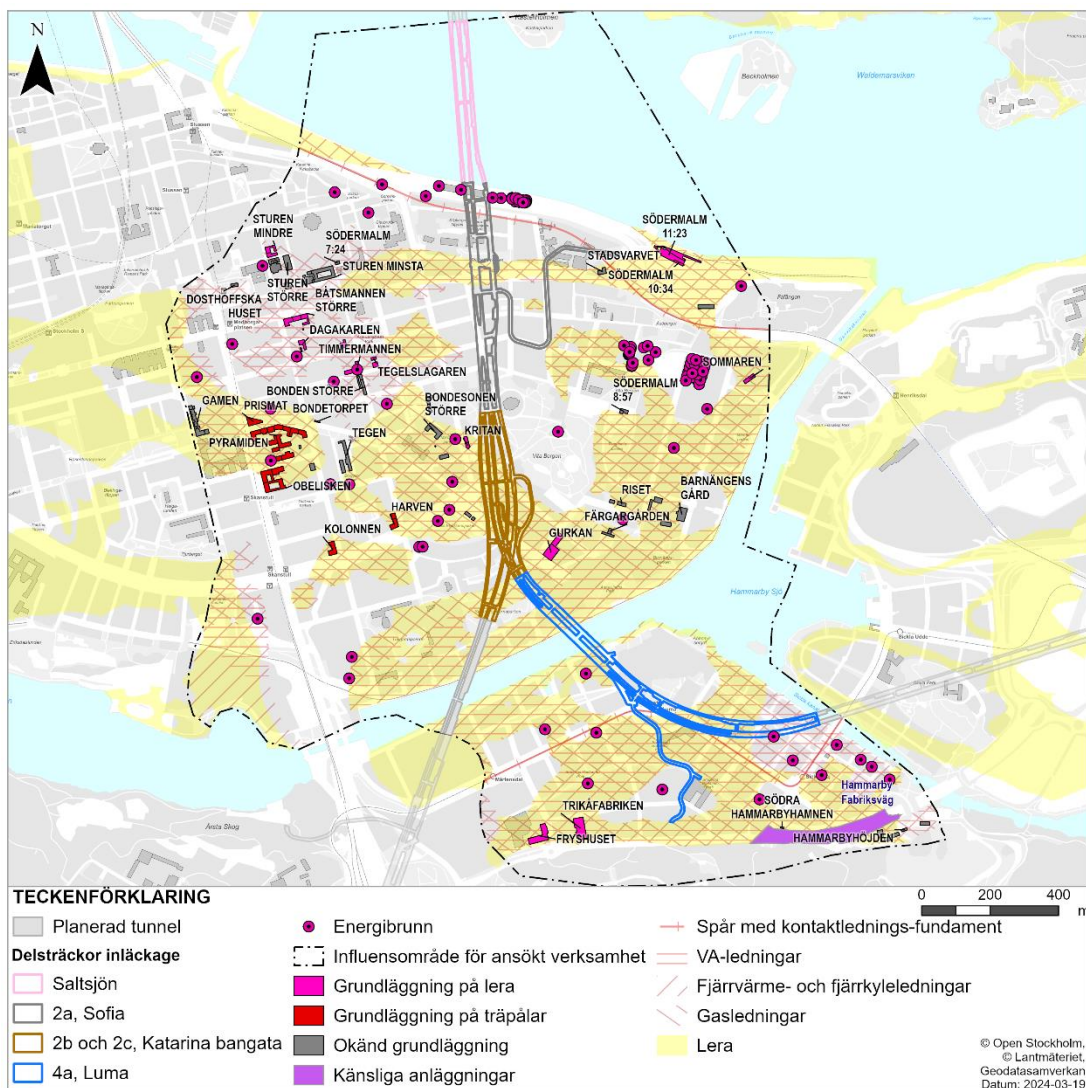
Inom delsträcka Sofia finns känsliga objekt i form av byggnader grundlagda på lera eller med en okänd grundläggning i den västra delen av Folkungagatan samt några objekt på östra Södermalm. Många objekt längs med Folkungagatan, belägna närmare tunnelanläggningen, som tidigare var klassade som känsliga har kunnat avskrivas med stöd av fördjupade undersökningar. De känsliga objekt som kvarstår längs Folkungagatan avser Regionen undersöka vidare för att bedöma om objekten kan avskrivas från kontrollprogrammet. Inom delsträckan finns även markförlagda ledningar belägna inom lerjord, samt ett fåtal energibrunnar i berg. Området inom delsträckan är inte känsliga för sättningar, då grundvattennivån sedan en längre tid ligger under lerjordens underkant. Områdets känslighet har därför bedömts som *låg känslighet*.

2b och 2c Katarina bangata

Inom delsträcka Katarina bangata finns känsliga objekt i form av byggnader grundlagda på lera, träpålar eller med en okänd grundläggning väster om tunnelbanans anläggning, kring Katarina bangata och Ringvägen. Längst västerut finns ett antal känsliga objekt inom kvarteret Pyramiden som är grundlagt på träpålar. Byggnader inom kvarteret har grundförstärkts sedan kontrollprogrammet togs fram och är sannolikt inte längre känsliga för en grundvattennivåavsänkning. Inom delsträckan finns även områden med markförlagda ledningar belägna inom lerjord, samt ett fåtal energibrunnar i berg. Delar av området inom delsträckan är sättningskänsliga. Områdets känslighet har därför bedömts som *måttlig känslighet*.

4a Luma

Inom delsträcka Luma finns några få känsliga objekt i form av byggnader grundlagda på lera eller med en okänd grundläggning söder om tunnelbanans anläggning i Hammarby Sjöstad och öster om tunnelbanans anläggning på Södermalm. Inom delsträckan finns även områden med markförlagda ledningar belägna inom lerjord, samt energibrunnar i berg. En del av Hammarbyvägen som tillhör Trafikverket är även klassad som känslig. Ett antal byggnader i Hammarby Sjöstad (Mårtensdal) har avskrivits från kontrollprogrammet då de befunnits okänsliga för en grundvattennivåavsänkning. Delar av området inom delsträckan är sättningskänsliga. Områdets känslighet har därför bedömts som *måttlig känslighet*.



Figur 14. Karta över känsliga objekt, känsliga anläggningar, områden med markförlagda ledningar samt lerans utbredning.

5.3.1.3 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

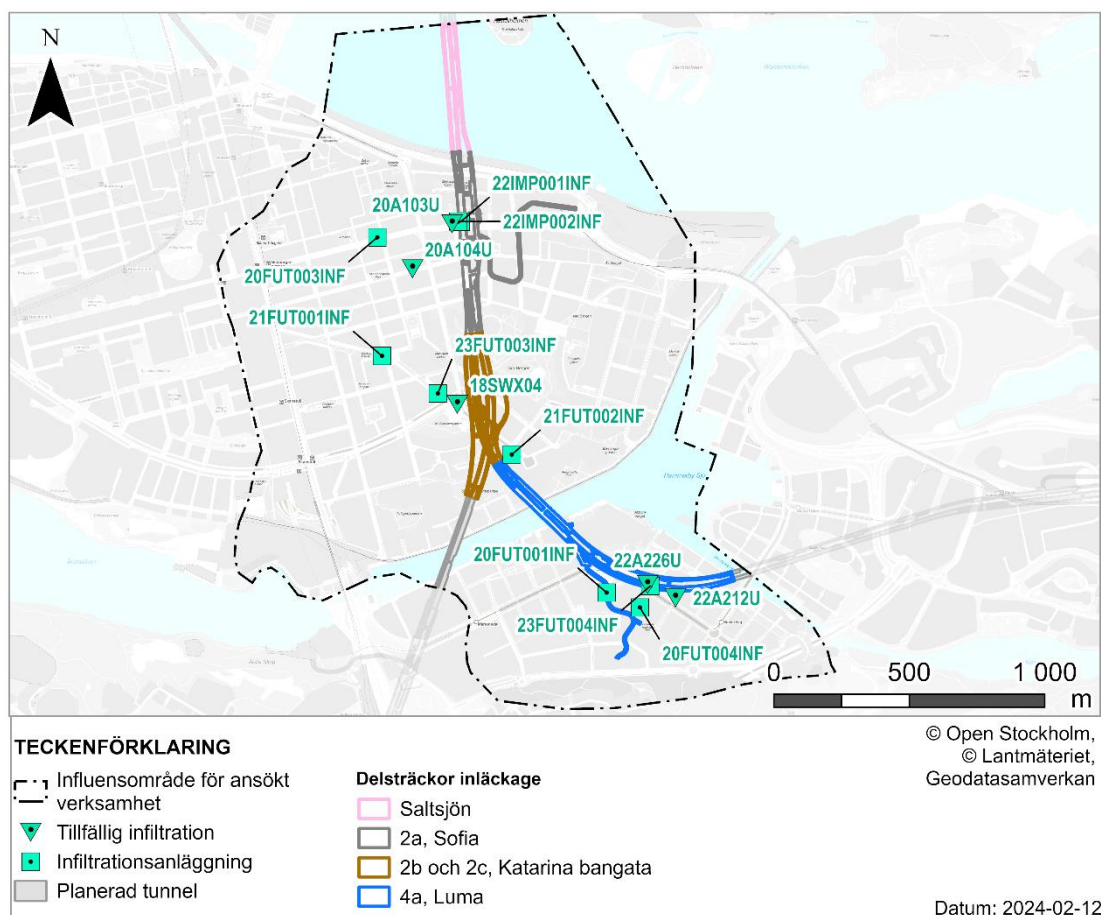
Byggnader som enligt uppgift är grundlagda på lera eller där uppgift om grundläggningen saknas, är identifierade som känsliga för grundvattennivåsänkning och bevakas inom ramen för upprättat kontrollprogram för vattenverksamhet. Detsamma gäller för övriga anläggningar och markförlagda ledningar i lerjord. Grundvattennivåer i sättningkänsliga lerområden kontrolleras kontinuerligt. Genom kontrollerna av grundvattennivåer kan grundvattenpåverkan upptäckas i ett tidigt skede och skyddsåtgärder implementeras omgående. Rörelsemätningar initierades innan tunnelbanans byggtid och utförs löpande på byggnader, anläggningar och gatumark lokaliserade inom sättningkänslig lermark. Sättningar tar i regel lång tid att utvecklas och om grundvattenpåverkan kan åtgärdas kan marksättningar undvikas.

För att undvika skadliga grundvattennivåsänkningar längs tunnelbanedelsträckan utförs skyddsinfiltration till undre grundvattenmagasin i jord, i anslutning till områden där grundvattenpåverkan har uppkommit. Totalt inom Södertälje och Hammarby sjöstad finns nio infiltrationsanläggningar. Utöver dessa finns det även ett antal tillfälliga infiltrationspunkter, i form av grundvattenrör. Dessa punkter är förberedda för att förses med vatten från närliggande brandpost och kan nyttjas vid behov under kortare perioder till dess att grundvattenpåverkan

återhämtat sig eller tills att en mer permanent lösning anordnats. Se Figur 15 för lokaliseringen av infiltrationsanläggningarna och infiltrationspunkterna.

Vid en grundvattenpåverkan kan därför skyddsinfiltration utföras i alla grundvattenmagasin som tunnelbanedelsträckan riskerar att påverka. Om uppkommen grundvattenpåverkan kvarstår efter byggtiden kan permanent skyddsinfiltration användas under drifttiden.

Grundvattennivån i berg i energibrunnar (bergvärmebrunnar) mäts månadsvis i energibrunnarna inom kontrollprogrammet för vattenverksamhet. Mätning har pågått sedan innan byggtiden, under byggtiden och kommer att fortgå under drifttiden. Påverkan i berg kan orsaka energibortfall i de påverkade energibrunnarna. Vid behov kommer Regionen vidta skadeförebyggande åtgärder såsom att bentonitfylla brunnarna för att återställa effekten, alternativt skadereglera eventuell permanent påverkan på energibrunnarna i efterhand.



Figur 15. Karta över befintliga infiltrationsanläggningar längs delsträckorna och punkter som kan nyttjas för tillfällig infiltration.

5.3.1.4 Konsekvenser av sökt verksamhet

Hittills under tunnelbanans byggtid har grundvattenpåverkan inom utredningsområdet varit begränsad och ingen påverkan på känsliga objekt har uppkommit. Det tillkommande inläckaget för den sökta verksamheten bedöms innebära en marginellt liten skillnad med avseende på grundvattenpåverkan i berg och jord jämfört med de inläckagenivåer som gäller enligt befintligt inläckagevillkor för drifttiden. Det tillkommande inläckaget som den ansökta verksamheten innebär kommer att kompenseras med ökade infiltrationsflöden i de områden där det behövs.

I detta avsnitt redovisas konsekvensbedömning av grundvattenberoende objekt per delsträcka med skyddsåtgärder. Bedömningen baseras på områdets känslighet samt effekter av den ansökta

verksamheten. Effekter (utifrån bedömningsskala i avsnitt 4.2.1) redovisas i det kommande avsnittet och beskrivs mer ingående i *Bilaga B1 PM Hydrogeologi*. I Tabell 4 redovisas den sökta verksamhetens bedömda konsekvenser på grundvattenberoende objekt längs delsträckorna. Planerade skyddsåtgärder har beaktats. Bakgrunden till bedömningarna i tabellen nedan sammanfattas kortfattat nedan, men även det beskrivs utförligt i *Bilaga B1 PM Hydrogeologi*.

Tabell 4. I tabellen redovisas en sammanställning av konsekvensbedömningen per delsträcka, där känsligheten, effekten och konsekvensen bedöms.

| Delsträcka | Ansökt verksamhet | | |
|---|--------------------|----------------|------------------|
| | Känslighet | Effekt | Konsekvens |
| Saltsjön | Låg känslighet | Ingen störning | Ingen konsekvens |
| 2a Sofia | Låg känslighet | Ingen störning | Ingen konsekvens |
| 2b och 2c Katarina bangata mot söderort och Nacka | Måttlig känslighet | Ingen störning | Ingen konsekvens |
| 4a Luma | Måttlig känslighet | Ingen störning | Ingen konsekvens |

Saltsjön

Inom delsträcka Saltsjön finns inga känsliga objekt och ingen effekt kan därför uppstå. Därav blir det *inga konsekvenser* för ansökt verksamhet för grundvattenberoende objekt inom delsträckan.

2a Sofia

Grundvattennivån inom delsträckan ligger huvudsakligen under lerans underkant sedan lång tid tillbaka och det är därför bara ett fåtal känsliga objekt inom området. De känsliga objekten består av några få byggnader med okänd eller känslig grundläggning och som ligger förhållandevis långt från tunnelbaneanläggningen, samt några bergvärmebrunnar. Hittills uppkommen grundvattenpåverkan i jord inom delsträckan är begränsad till ett område runt östra Folkungagatan och Stigbergsparken, där det inte förekommer några känsliga objekt. Påverkan inom detta område har, som mest, inneburit en grundvattennivåsänkning om cirka 2 meter i jord. Grundvattenpåverkan i berg har observerats i två energibrunnar belägna öster om arbetstunneln och uppgår till ca 12 meter. Då delsträckan i princip är färdigutdriven bedöms grundvattenpåverkan i jord och berg för den ansökta verksamheten bli väldigt lik den hitintills observerade påverkan. Ett utökat inläckage (jämfört med dagens villkor) kommer inte att leda till några sättningar eller skador på känsliga objekt.

Om problem uppstår med energibortfall i de påverkade energibrunnarna kan Regionen åtgärda detta genom att bentonitfylla brunnarna för att återställa effekten. Sammanfattningsvis bedöms ansökt verksamhet inte ge upphov till några effekter och klassningen blir *ingen störning*. Det gäller även med kumulativa effekter från City Link som löper parallellt med delsträckan och Sofia Link vid Stadsgårdsleden. Områdets känslighet har bedömts som *låg känslighet*. *Inga konsekvenser* för grundvattenberoende objekt bedöms därför uppstå inom delsträckan för ansökt verksamhet, se Tabell 4.

2b och 2c Katarina bangata

Inom delsträckorna förekommer det ett större grundvattenmagasin i jord, där det finns känsliga objekt i form av byggnader och ledningar med känslig grundläggning. Hittills uppkommen

grundvattenpåverkan i jord inom delsträckorna är begränsad till ett mindre område ovanför tunnarna. Grundvattnet upprätthålls med hjälp av infiltration med relativt små flöden, ca 30–60 l/min. Grundvattenpåverkan i berg har observerats i två hammarborrhål väster om Lilla Blecktornsparken. Då de delar som återstår att driva ut främst passerar områden med ringa jorddjup och ytligt berg bedöms grundvattenpåverkan i jord och berg för den ansökta verksamheten inte påverka nya områden. Påverkan kommer att beröra samma områden som idag. Dock kommer högre infiltrationsflöden att krävas för att kompensera för det utökade inläckaget som den ansökta verksamheten innebär (jämfört med dagens villkor). För att upprätthålla grundvattennivåerna för den ansökta verksamheten bedöms infiltrationsbehovet bli ca 50–80 l/min. Inklusiva kumulativa effekter från City Link som passerar parallellt med delsträckan kan det dock behövas högre flöden i det fall båda tunnarna påverkar området. Bedömd effekt för grundvattenberoende objekt blir *ingen störning* då grundvattennivåerna kommer att kunna upprätthållas med infiltration, även med kumulativa effekter. Områdets känslighet har bedömts som *måttlig känslighet*. *Inga konsekvenser* för grundvattenberoende objekt bedöms därför uppstå inom delsträckan för ansökt verksamhet, se Tabell 4.

4a Luma

Inom delsträckan förekommer det några få byggnader med känslig grundläggning, dock kommer dessa inte påverkas. Det förekommer också känsliga ledningar och bergvärmebrunnar. Hittills uppkommen grundvattenpåverkan i jord inom delsträckan berör ett område i Hammarby sjöstad ovanför utbrutna tunnlar. Grundvattennivåerna i det området upprätthålls i dagsläget med infiltration med små flöden, ca 20–50 l/min, runt Maltgatan och Lumabågen och delvis i området mellan Hammarby allé och Sickla kanal (Babordsgatan, Korphoppsgatan och Lugnets allé). Påverkan på som mest 1 meter grundvattennivåsänkning i jord har dock uppkommit inom en liten del av området beläget norr om Hammarby allé. Det påverkade området har en låg sättningkänslighet där beräknade sättningar skulle uppgå till mellan 1 och 2 centimeter efter 50 år om grundvattennivåavsänkningen skulle bestå. Ytterligare infiltration utreds dock för närvarande. För att helt motverka grundvattennivåsänkningar bedöms infiltrationen behöva ökas till 30–60 l/min. Inom det påverkade området förekommer det enbart gatumark och markförlagda ledningar som kan vara känsliga för grundvattennivåsänkning. Eventuella sättningar bedöms inte orsaka några skador då sättningarna är små och effekten bedöms motsvara *ingen störning*. De tunneldelar som kvarstår att driva ut är huvudsakligen belägna under eller i direkt anslutning till Hammarby kanal och någon ytterligare grundvattenpåverkan på delsträckan bedöms inte uppkomma, beroende på att grundvattnet där kommunicerar med kanalen. Områdets känslighet har bedömts som *måttlig känslighet*. Inga negativa konsekvenser bedöms uppkomma till följd av grundvattenpåverkan i jord. Grundvattenpåverkan i berg har observerats i sju energibrunnar, men påverkan är liten och uppgår till någon meter (som mest 4 meter i en av brunnarna) och inga negativa konsekvenser bedöms därför uppkomma. *Inga konsekvenser* bedöms uppstå för grundvattenberoende objekt inom delsträckan, se Tabell 4.

5.3.2 Naturmiljö - grundvattenpåverkan

5.3.2.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden:

- > *Låga värden*: Områden som saknar biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald.
- > *Måttliga värden*: Områden med naturvärdesklass 3 (ibland 2) enligt Standardiserad Naturvärdesinventering. Enstaka biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma regionalt sällsynta biotoper eller geologiska företeelser.

- > *Höga värden:* Områden med naturvärdesklass 1 och 2 enligt Standardiserad Naturvärdesinventering. Områden vars biotoper i stor utsträckning har kvaliteter med stor betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma nationellt sällsynta eller hotade biotoper eller nationellt sällsynta geologiska företeelser.

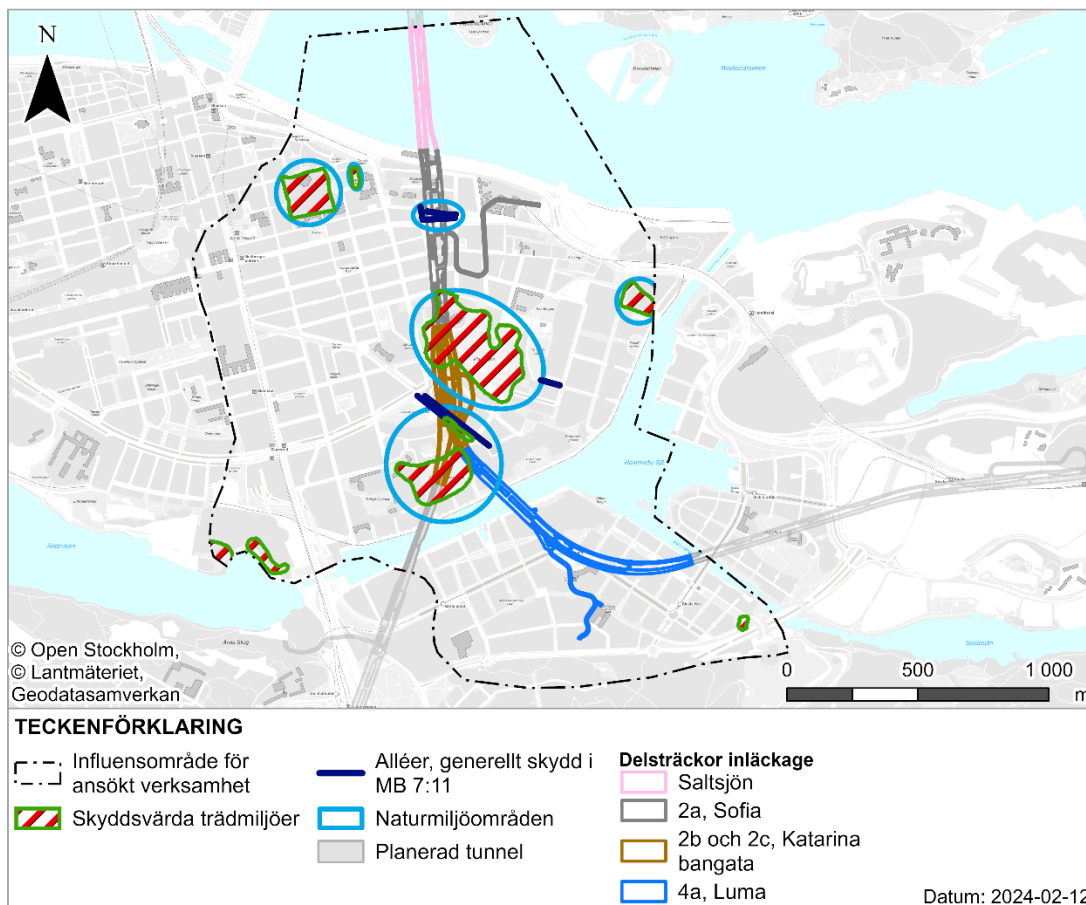
Bedömningskala effekter:

- > *Stora negativa effekter* uppstår till exempel när ekologiska samband bryts eller när artmångfalden minskar kraftigt. De ekologiska förutsättningarna i berört område förstörs helt.
- > *Måttligt negativa effekter* uppstår till exempel när ekologiska samband försvagas eller när artmångfalden minskar. De ekologiska förutsättningarna i berört område försämras.
- > *Små negativa effekter* uppstår till exempel när ekologiska samband försvagas i liten utsträckning eller när de ekologiska förutsättningarna i berört område försämras i liten grad.
- > *Små positiva effekter* uppstår till exempel när ekologiska samband stärks i liten utsträckning eller när de ekologiska förutsättningarna i berört område förbättras i liten grad.
- > *Måttligt positiva effekter* uppstår till exempel när ekologiska samband stärks eller när artmångfalden ökar. De ekologiska förutsättningarna i berört område förbättras.
- > *Stora positiva effekter* uppstår till exempel när viktiga ekologiska samband stärks i stor omfattning eller när artmångfalden ökar kraftigt. De ekologiska förutsättningarna förbättras i hög grad.

5.3.2.2 Förutsättningar

Tunnelbanedelsträckan passerar under ett flertal naturområden som har olika former av skydd. Alléer och alléträd omfattas av generellt biotopskydd enligt 7 kap. 11 § miljöbalken. Inom influensområdet finns ett antal naturområden med skyddsvärda trädmiljöer samt alléer enligt beskrivningen nedan och Figur 16.

- > Vitabergsparken: Park kring Sofia kyrka med skyddsvärd trädmiljö med trädslagen alm, ask, ek, lönn och hästkastanj.
- > Katarina kyrka: Kyrkogård med skyddsvärd trädmiljö med trädslagen poppel och alm.
- > Mandelparken: Liten statspark med skyddsvärd trädmiljö med ek.
- > Stora Blecktornsparken: Större stadspark med lövskog och gatuallé som innehåller skyddsvärd trädmiljö med trädslagen alm, ask och ek. Finns även en allé med trädslagen lönn och kastanj.
- > Hammarby sjöstad: Vid Hammarby fabriksväg finns ett litet område med skyddsvärda trädmiljöer av ej definierade trädslag.



Figur 16. Karta över naturmiljöområden. På Södermalm finns flera områden med skyddsvärda trädmiljöer.

5.3.2.3 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Ingen skyddsåtgärd bedöms behövas med avseende på naturmiljö.

5.3.2.4 Konsekvenser av sökt verksamhet

Inga av de identifierade naturområdena på Södermalm bedöms vara beroende av grundvatten. Det beror på att grundvattnet generellt på Södermalm ligger väldigt djupt och att inga rötter från växtlighet når så djupt ner. Det innebär att inga naturmiljöer riskerar att påverkas av en grundvattennivåavsänkning (vilken är den huvudsakliga risken med den sökta verksamheten) eftersom deras växtlighet inte är grundvattenberoende.

Naturmiljöobjektet i Hammarby sjöstad ligger i utkanten av influensområdet, långt från tunnelanläggningen. Tunneldrivningen har passerat området där naturmiljöobjektet finns och ingen påverkan på grundvattnet har uppkommit där. Den grundvattenpåverkan som har uppkommit inom 4a Luma har varit lokal kring tunnelarna och det bedöms inte möjligt att påverkan kan sprida sig så långt bort som till naturmiljön.

En grundvattennivåavsänkning bedöms inte påverka några av de identifierade naturmiljöerna. Naturmiljöerna inom influensområdet bedöms ha *måttliga värden* enligt bedömningssskalan. Då naturmiljöerna inte bedöms som känsliga med avseende på grundvattenpåverkan respektive inte finns belägna tillräckligt nära tunnelarbetena för att påverkan ska uppkomma (Hammarby sjöstad) bedöms *inga konsekvenser* uppkomma för naturmiljö till följd av den sökta verksamheten.

5.3.3 Kulturmiljö

5.3.3.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden:

- > *Låga värden:* Ensamstående objekt utanför ett sammanhang, till exempel en vanligt förekommande, fragmenterad stadsbebyggelse eller en miljö som bryter eller reducerar läsbarhet av de historiska strukturerna.
- > *Måttliga värden:* Representativa exempel på en viss funktion eller epok. Värdena kan ingå i ett sammanhang som underlättar den historiska läsbarheten, men en viss förändringsgrad kan förekomma.
- > *Höga värden:* Sällsynta eller särskilt goda exempel på en viss funktion eller epok. De kan vara välbevarade, ingå i ett sammanhang eller ha lång kontinuitet. Ofta har de hög grad av historisk läsbarhet. Höga kulturmiljövärden kan också vara värdefulla objekt i landskap/område som präglas av hög grad av förändring.

Bedömningsskala effekter:

- > *Stora negativa effekter* uppstår när kulturmiljövärden går förlorade och den historiska läsbarheten försvåras eller upphör helt.
- > *Måttliga negativa effekter* uppstår när kulturhistoriska värden fragmenteras eller skadas. Värden går delvis förlorade så att helheten inte kan uppfattas och den historiska läsbarheten reduceras.
- > *Små negativa effekter* uppstår när kulturmiljövärden skadas eller tas bort. Dessa är inte betydelsebärande för kulturmiljöns helhet och historiska samband/strukturer och den historiska läsbarheten kan även fortsättningsvis uppfattas.
- > *Små positiva effekter* uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten ökar i viss mån.
- > *Måttligt positiva effekter* uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten ökar i måttlig grad.
- > *Stora positiva effekter* uppstår när befintliga kulturmiljövärden tillvaratas och stärks, så att den historiska läsbarheten i hög grad ökar.

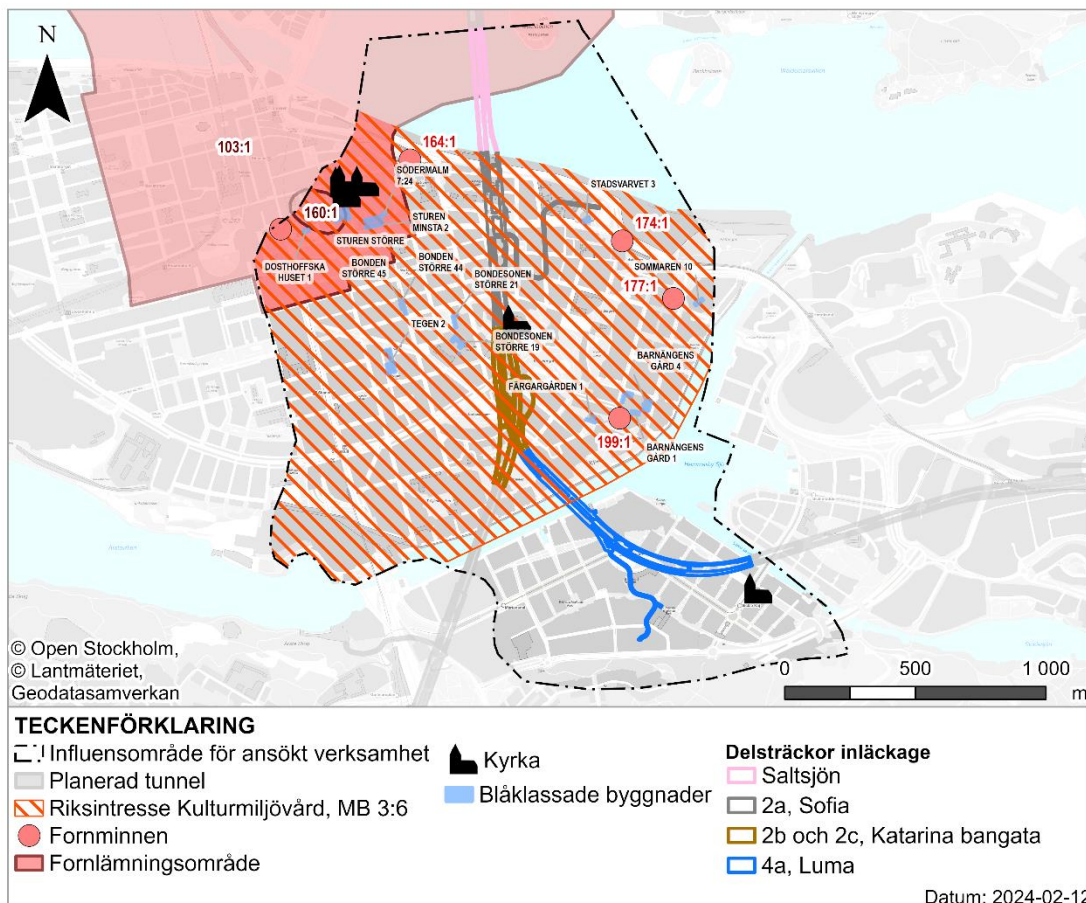
5.3.3.2 Förutsättningar

I Figur 17 redovisas kulturmiljön inom influensområdet. Det omfattar alla aspekter av den kulturella och historiska omgivningen, det vill säga fornlämningar och kulturhistoriskt värdefulla byggnader och miljöer. Kulturmiljövård är de åtgärder och metoder som används för att bevara och vårda kulturarv. Hela Södermalm är ett riksintresse för kulturmiljövård. Inga kyrkor inom området är känsliga för grundvattenpåverkan. Ett antal av de känsliga objekten som bevakas inom kontrollprogrammet för vattenverksamhet är blåklassade, vilka redovisas i kartan i Figur 17. Uppgifter om fornlämningar är hämtade från FMIS (Riksantikvarieämbetets databas för forn- och kulturlämningar).

Kring Medborgarplatsen finns ett fornlämningsområde och utöver detta finns det fem fornminnen inom influensområdet på Södermalm, vilka beskrivs nedan i Tabell 5. Tabellen redovisar alla fornlämningar som finns inom influensområdet samt information om lokalisering, beskrivning och jordarten på platsen enligt SGU:s jordartskarta. De kulturhistoriska lämningar och fornlämningar som är lokaliserade på berg, morän eller åsmaterial kan inte påverkas av en grundvattensänkning.

Tabell 5. Alla fornlämningar som finns inom influensområdet med information om lokalisering, RAÄ-nummer från Riksantikvarieämbetets databas, beskrivning av objektet och jordarten på platsen enligt SGU:s jordartskarta.

| Område | RAÄ-nummer och lämningstyp | Beskrivning | Jordart | Känslighet grundvattenpåverkan |
|--------------------------------|--|---|---|--|
| Området kring medborgarplatsen | Stockholm 103:1, Stadslager | <i>Området inlagt från 1650-talskarta. Inom området kan väntas påträffas kulturlager från medeltid och 1600-tal.</i> | Blandat (berg, åsmaterial, växellagring, lera). | Endast en liten del av lagret är lokaliserat på lera och resterande är inom ej sättningskänsliga jordarter. Grundvattennivån är djupt under markytan i området. Bedöms inte påverkas av en grundvattennivåsänkning. |
| Medborgarplatsen | Stockholm 160:1, Flatmarksgrav | <i>Inom angivet område har vid skilda tillfällen påträffats skelett som kan ha att göra med stadens tidiga avrättningsplats vid Pelarbacken. Här har tidigare en rest håll varit placerad, det så kallade Kävlingemonumentet.</i> | Växellagring, sten, grus, sand (ingen lera). | Ingen sättningskänslig jordart. Ej känslig för grundvattenpåverkan. |
| Katarinavägen | Stockholm 164:1, Minnesmärke | <i>På norra sidan av ett kubiskt gnejsblock.</i> | Berg | På berg. Ej känslig för grundvattenpåverkan. |
| Åsöberget | Stockholm 174:1, Minnesmärke | <i>Minnestavla, 1x0,5 m, av koppar. Texten omges av tvårelief framställda varvsarbetare.</i> | Berg | På berg. Ej känslig för grundvattenpåverkan. |
| Tegelviksvägen | Stockholm 177:1, Begravningsplats, kyrkogård | <i>Enligt uppgift låg Danvikens gamla kyrkogård på ungefär angiven plats fram till 1834 då den flyttades till Henriksdal.</i> | Eventuellt inslag av lera, gränsar till berg. | Lokaliserad på berg enligt jordartskartan (SGU), vilket sannolikt innebär att jordlagren som finns där är väldigt tunna och inget grundvattenmagasin förekommer. Bedöms inte påverkas av en grundvattennivåsänkning. |
| Barnängsparken | Stockholm 199:1, Fyndplats | <i>Ingen beskrivning finns.</i> | Berg, gränsar till lera. | Beläget precis intill berg enligt jordartskartan (SGU). Jordlagren som finns där är sannolikt tunna och inget grundvattenmagasin förekommer. Bedöms inte påverkas av en grundvattennivåsänkning. |



Figur 17. Karta över kulturmiljö innefattande kulturhistoriskt värdefulla byggnader och miljöer, fornlämningsområden, fornminnen och riksintressen för kulturmiljövård.

5.3.3.3 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Ingen skyddsåtgärd bedöms behövas med avseende på kulturmiljö. Blåklassade byggnader hanteras på samma sätt som de grundvattenberoende objekten under avsnitt 5.3.1, det vill säga med skyddsinfiltration som åtgärd.

5.3.3.4 Konsekvenser av sökt verksamhet

Det har inte tillkommit några nya forn lämningar eller kulturhistoriskt värdefulla byggnader jämfört med vad som redovisades i Regionens ursprungliga ansökan. Blåklassade byggnader och kyrkor hanteras på samma sätt som de grundvattenberoende objekten under avsnitt 5.3.1.

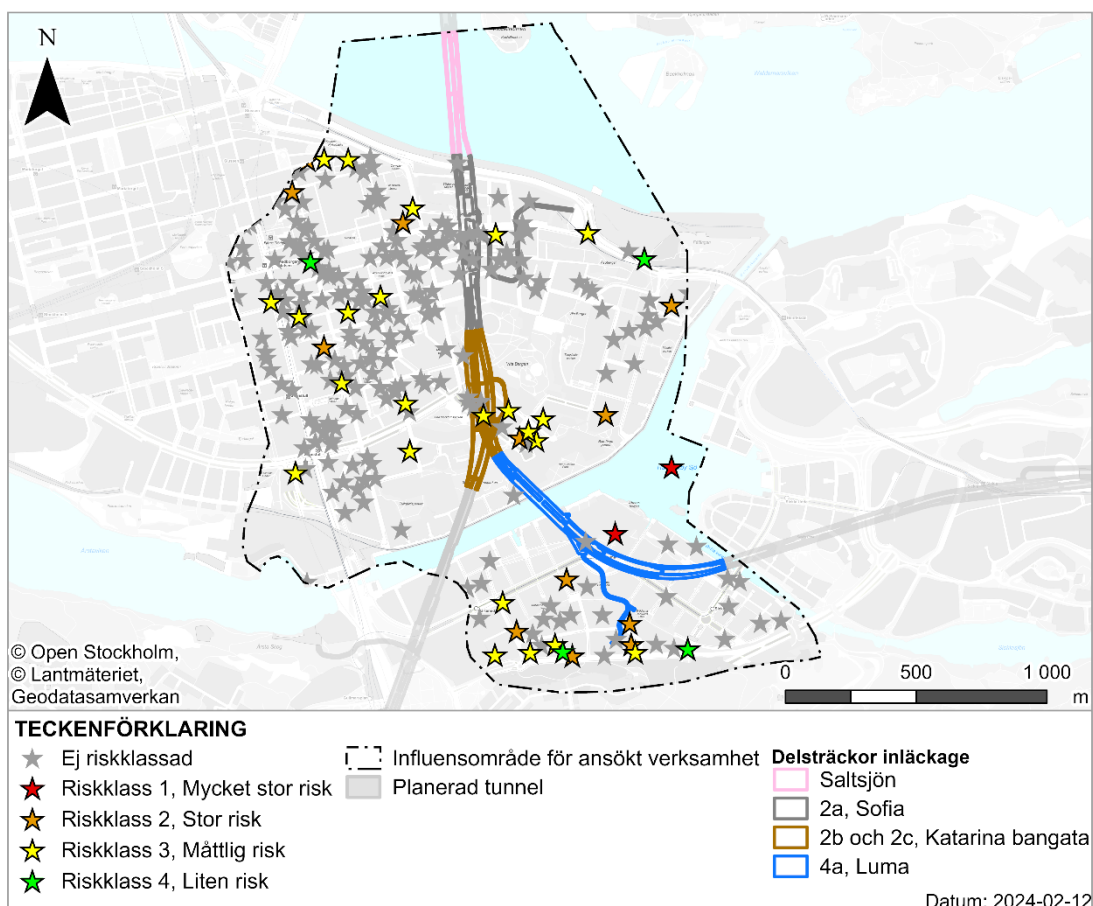
Av de kulturmiljöobjekten/forn lämningar som redovisas inom utredningsområdet bedöms inga av dem vara grundvattenberoende då de antingen är lokaliserade på berg, i jordarter som inte är sättningkänsliga eller i områden där grundvattenmagasin inte förekommer eller är väldigt djupt under markytan. Objekten bedöms som *låga värden* enligt bedömningskalan. För de områden/jordlager där forn lämningarna är belägna har ingen grundvattenpåverkan uppkommit under byggtiden hittills. Ingen grundvattennivåpåverkan bedöms heller inte uppstå inom dessa områden till följd av sökt verksamhet. Det bedöms därmed *inte* bli några *negativa konsekvenser* för forn lämningar. Det bedöms *inte* heller bli några *negativa konsekvenser* för riksintressen och kulturmiljövård. Effekten för grundvattenberoende kulturhistoriskt värdefulla byggnader bedöms på samma sätt som grundvattenberoende objekt, se avsnitt 5.3.

5.3.4 Markföroreningar

En förenkla bedömning av miljökonsekvenser utan bedömningsskala har utförts för markföroreningar.

5.3.4.1 Förutsättningar

Det finns och har tidigare funnits ett stort antal miljöfarliga verksamheter som under historiens gång har medfört (och som riskerar att ha medfört) föroreningar inom influensområdet. Kartan i Figur 18 visar resultatet av den tidigare utförda övergripande inventeringen av potentiellt förorenade områden, baserat på länsstyrelsens MIFO-databas (Metodik för Inventering av Förorenade Områden). Det ska framhållas att bara för att objekten finns nämnda i inventeringen betyder det inte att marken är förorenad eller att en förorening nått grundvattenmagasinen, utan bara att en verksamhet förekommit där förorenande ämnen har hanterats. Länsstyrelsen redovisar för dessa objekt en klassning av risken för spridning av potentiella föroreningar i fyra riskklasser, mellan mycket stor risk ned till liten risk. Ett stort antal av de potentiella föroreningskällorna är dock inte klassade utan redovisas som okänd risk. På Södermalm och i Hammarby sjöstad har det förekommit ett antal verksamheter som har hanterat ämnen som kan ha förorenat mark- och grundvattnet.



Figur 18. Karta över potentiellt förorenade områden, enligt Länsstyrelsens MIFO-databas.

Provtagning av jord (vid lägen för stationsuppgångar) och provtagning av grundvatten utfördes längs med planerad tunnelbanedelsträcka i samband med tidigare ansökan. Undersökningarna utfördes före Regionens arbeten med tunnelbanedelsträckan påbörjades. Ytterligare provtagning för föroreningar i grundvatten utfördes även under 2021 inom hela tunnelbanans influensområde (FUT, 2021). Baserat på de utförda provtagningarna av grundvattenkvalitet inom influensområdet

förekommer det sammanfattningsvis föroreningar i grundvattnet som är i nivå med vad som kan förväntas i urban miljö.

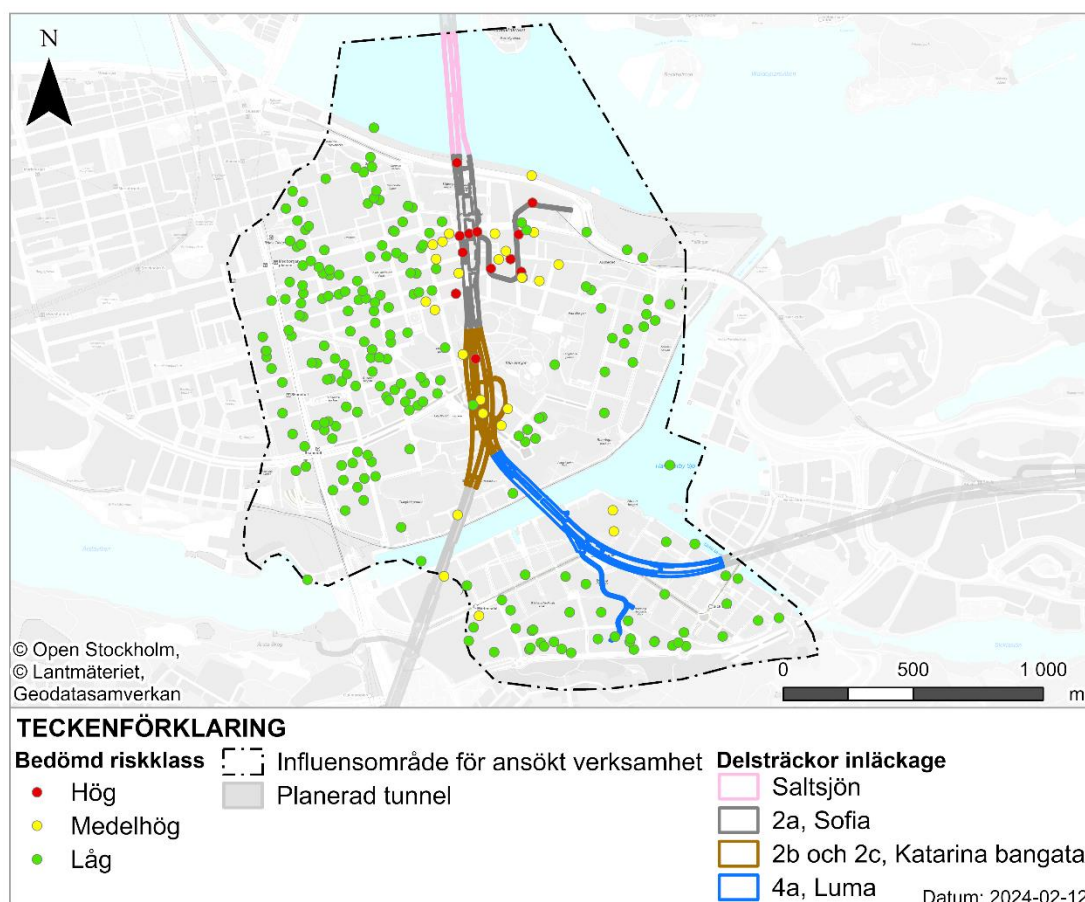
5.3.4.2 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Ingen skyddsåtgärd bedöms behövas med avseende på risk för spridning och mobilisering av föroreningar.

5.3.4.3 Konsekvenser av sökt verksamhet

De potentiella föroreningarna från MIFO-klassningen som beskrivs ovan, har delats in i tre klasser med låg, medelhög och hög risk för mobilisering av föroreningar till tunnelanläggningen, se Figur 19. Klassificeringen antyder därmed om det finns förutsättningar att en förorening från en verksamhet vid markytan kan spridas/mobiliseras ned till grundvattenmagasinen i berg via de förekommande grundvattenmagasinen i jord. Klassificeringen av de potentiellt föroreande verksamheterna (MIFO-verksamheterna) har gjorts baserat på följande avvägningar och utifrån dessa tilldelats ett sammanvägt riskvärde:

- > Prioriterad förorening från verksamhetens branschklassning
- > Indelning av föroreningarna avseende deras mobilitet i mark
- > Föroreningarnas lokalisering avseende jordart och avstånd till planerad anläggning
- > Föroreningens potential för spridning i grundvattnet till undre magasin



Figur 19. Baserat på det sammanvägda riskvärdet har de potentiella föroreningarna delats in i tre klasser med låg, medelhög och hög risk att kunna påverka vattenkvaliteten på länshållningsvatten under nollalternativets tillkommande byggtid och/eller dränvatten under drifttiden.

Grundvattenflödets riktning inom utredningsområdet styrs av områdets topografiska gradient där grundvattnet i norra Södermalm flödar öster ut med utlopp i Saltsjön, och vid 2b och 2c Katarina bangata samt 4a Luma flödar grundvattnet ut i Hammarby sjö. Eftersom grundvattenströmningen styrs av områdets topografi är det inte troligt att dess gradient ändras eller ökas markant till följd av den sökta verksamheten, vilket är en av förutsättningarna som krävs för att generera en mobilisering eller spridning av en förorening. Dräneringen till tunnelanläggningen under byggtiden har inte gett upphov till så stor avsänkning av grundvattennivåerna i jord att grundvattenströmningen väsentligen ökas, vilket även är en förutsättning för föroreningsspridning eller mobilisering. Det tillkommande inläckaget som den sökta verksamheten bedöms inte heller vara tillräckligt stort för att påverka grundvattenströmningen. Det innebär att även områden markerade med hög risk i Figur 20 inte bedöms riskera att mobiliseras och spridas till följd av den sökta verksamheten. Om föroreningar mot förmodan skulle lakas ur och spridas i grundvattnet skulle grundvattenströmningens gradient leda till att vattnet dräneras i tunnelanläggningen och därefter renas innan det släpps till recipient.

Det tillkommande inläckaget tillsammans med hittills uppkommen grundvattenpåverkan bedöms inte heller komma att bli tillräckligt betydande för att markförhållandena och markprocesserna skulle påverkas på ett sådant sätt att utlakningen av föroreningar kan öka.

Vidare är grundvattennivån på Södermalm generellt väldigt djupt under markytan. För att föroreningar ska spridas genom grundvattnet behöver därav befintliga föroreningar ligga i djupa jordlager. Vanligen återfinns markföroreningar i jordlager närmare markytan.

Mobilisering av en förorening kan teoretiskt sett även ske i samband med infiltration till grundvattenmagasin där föroreningar förekommer. Infiltration inom utredningsområdet sker med så pass låga flöden att det inte bedöms ge upphov till att grundvattenströmningen väsentligen ändras. Detsamma gäller för eventuell permanent infiltration.

Med avseende på att inläckageflöden till tunnelanläggningen, grundvattenavsänkning och utförd infiltration inte bedöms vara av den storleken att de skulle kunna påverka grundvattnets genomströmning eller gradient samt att grundvattennivån generellt ligger djupt under markytan görs bedömningen att den sökta verksamheten inte kommer att innebära några negativa konsekvenser utifrån risken för spridning och exponering av markföroreningar. Det bedöms *inte bli några negativa konsekvenser* på människors hälsa och miljö.

5.3.5 Konsekvenser för naturmiljö – utsläpp av vatten

5.3.5.1 Bedömningsskala

Bedömningsskala värden:

- > *Låga värden:* Mindre ytvatten utan miljö kvalitetsnormer som har begränsad betydelse för biologisk mångfald.
- > *Måttliga värden:* Ytvatten med miljö kvalitetsnormer och där den ekologiska statusen bedöms som måttlig, otillfredsställande eller dålig och kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god status.
- > *Höga värden:* Ytvatten med miljö kvalitetsnormer och där den ekologiska statusen bedöms som hög eller god och/eller kemiska ytvattenstatusen uppnår god status.

Bedömningsskala effekter:

- > *Stora negativa effekter* uppstår till exempel när recipientens status försämras eller att möjligheten att uppnå miljökvalitetsnormerna försvåras. En sådan försämring får inte uppkomma utan behöver hanteras med skyddsåtgärder.
- > *Måttliga negativa effekter* uppstår till exempel när ingående parametrar försämras men utan att någon överliggande kvalitetsfaktor får en lägre statusklass eller leder till att god kemisk status inte uppnås.
- > *Små negativa effekter* uppstår till exempel när påverkan eller utsläppet är så marginellt att ingen av de ingående parametrarna förändras.
- > *Små positiva effekter* uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet förbättras i liten utsträckning eller när artmångfalden ökar i liten utsträckning. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras i liten grad.
- > *Måttligt positiva effekter* uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet stärks eller när artmångfalden ökar. De ekologiska förutsättningarna i livsmiljöer förbättras.
- > *Stora positiva effekter* uppstår till exempel när ytvattnets kvalitet förbättras i så stor grad att ytvattnets status förbättras till en högre nivå.

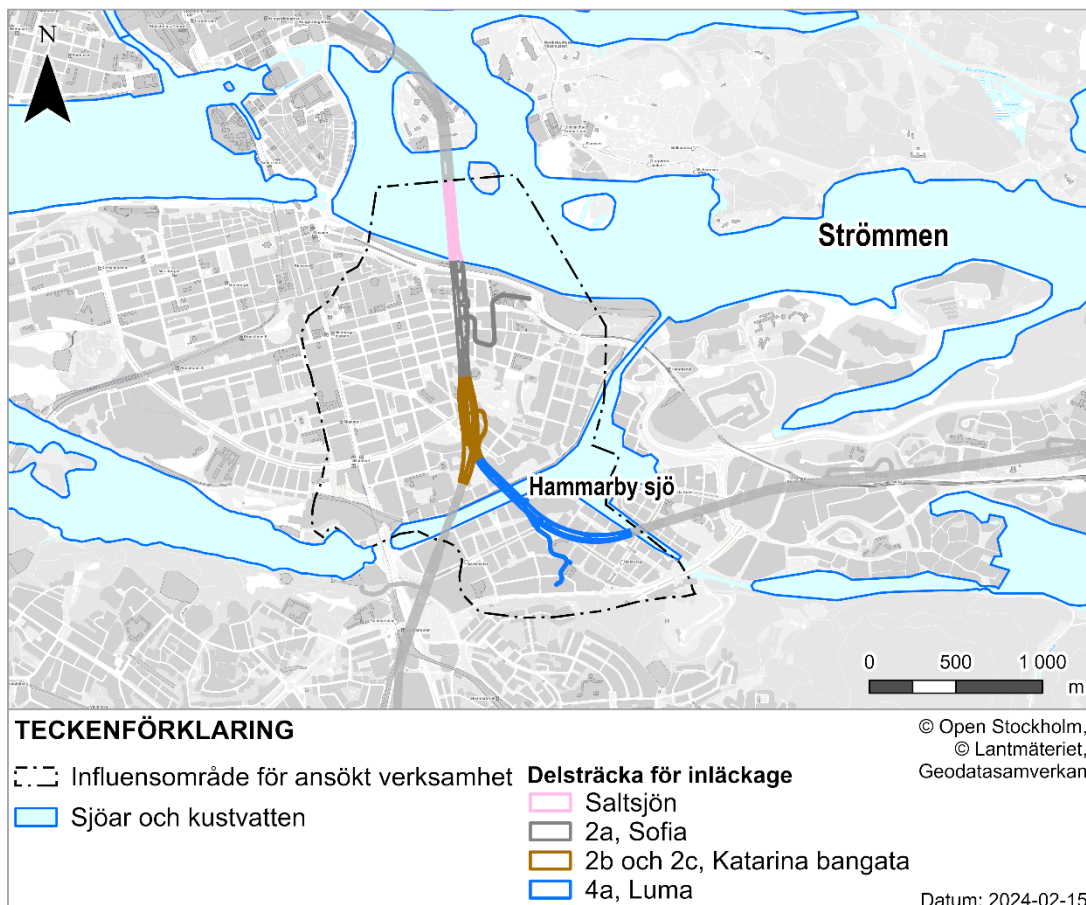
5.3.5.2 Förutsättningar

Samtliga vatten som har miljökvalitetsnormer finns i en databas, VISS, och beskrivs som vattenförekomst. Varje vattenförekomst har ett ID-nummer och en beskrivning av dess status. De ytvattenförekomster som tunnelbanesträckan kan komma att beröra eller som är belägna inom influensområdet är Strömmen där även Hammarby sjö ingår (ID SE591920-180800), se Figur 20. Information om vattenförekomsternas ekologiska och kemiska status är hämtad från Vattenmyndigheternas databas (VISS, 2024). Vattenmyndigheten har inte beslutat om några MKN för grundvattenförekomster inom det aktuella området.

Mälarens utflöde till Saltsjön via Slussen och Norrström har mellan år 1968 och 2013 haft en årsmedelvariation på utflödet, med både torra och regniga år, som varierat mellan 42–257 m³/s (Lücke, 2014). Vattenomsättningen i Saltsjön är alltså betydande. Till detta tillkommer det omsättning beroende på havsvattenströmmar som drivs av vindar.

Strömmens ekologiska status i dagsläget har bedömts som otillfredsställande på grund av bottenfaunans status. Strömmen uppnår ej god kemisk status. Detta orsakas av att gränsvärdena för de prioriterade ämnena perfluoroktansulfon (PFOS), antracen, fluoranten, kadmium (Cd), bly (Pb), tributyltenn (TBT), kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids i vattenförekomsten.

Grundvattenkvaliteten i bebyggd miljö kan också utläsas från vattenkvaliteten från provtagning i befintlig tunnelbana av inläckande vatten. Regionen har inför tidigare ansökan sammanställt och analyserat data om vattenkvaliteten i befintlig tunnelbana. Generellt är vattenkvaliteten i tunnelbanan, under normal drift, i paritet med Stockholms grundvatten. Enskilda analyser påvisar förhöjda halter av enstaka tungmetaller, klorid, kväve och fosfor. Dessa är tydligt kopplade till de centrala delarna av Stockholm och beror med stor sannolikhet på diffusa yttre föroreningskällor, exempelvis vägsalt eller 37 läckande avloppsledning (Baudin, 2015).



Figur 20. Ytvattenförekomster inom influensområdet är Strömmen som även inkluderar Hammarby sjö.

5.3.5.3 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

För recipienten Strömmen finns fastställda MKN vilka är beslutade utifrån ekologisk och kemisk känslighet. För att utesluta att det vatten som släpps från tunnelanläggningen under drifttiden innehåller föroreningar och därav minimera risken för påverkan på recipientens MKN planeras dränvattnet under drifttiden att ledas via en VA-station till dagvattennätet och vidare till Strömmen. I VA-stationen anläggs nödvändiga reningssteg och relevanta parametrar kommer att följas upp inom ett av Regionen framtaget kontrollprogram. För det fall att ytterligare rening skulle visa sig nödvändig utförs denna i samråd med tillsynsmyndigheten.

5.3.5.4 Konsekvenser av sökt verksamhet

Enligt beskrivning i avsnitt 5.3.4 ovan angående dels utförda provtagningar av grundvattnet, dels grundvattenflödes riktning, är föroreningshalterna i grundvattnet vad som kan förväntas i urban miljö, dvs. relativt låga, längs den planerade tunnelsträckningen och inläckaget samt infiltrationsflödet är inte tillräckligt stort för att generera ett förändrat grundvattenflöde. Risken för påverkan på MKN i ytvattnet Strömmen från befintliga föroreningar bedöms därav som låg i tunnelbanans driftskede. Om föroreningar mot förmodan skulle lakas ur och mobiliseras det nuvarande infiltrationsflödet skulle resultatet vara att infiltrationsvattnet läcker in i tunnelanläggningen i stället för till recipient. Vattnet kommer då provtas och hanteras enligt villkor som resterande dränvatten i tunnelsystemet. Baserat på det höga utflöde från Mälaren till Strömmen som beskrivs under förutsättningar ovan, så bedöms inte eventuella föroreningar riskera att påverka MKN med avseende på den stora omsättningen av ytvattnet.

Den ökade mängden inläckande grundvatten till följd av sökt verksamhet bedöms inte påverka vattenkvaliteten negativt, då det inte har påträffats några högre halter föroreningar för dessa sträckor enligt utförda provtagningar av länshållningsvatten och grundvatten.

Bortledning av dränvatten för den nya tunnelbanan, via VA-stationen, bedöms inte påverka de kvalitetsfaktorer som utgör grunden för klassningen av Strömmens ekologiska och kemiska status och därmed inte försämra möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna. Det bedöms därför *inte* bli någon *negativ konsekvens* för recipienten.

5.4 Övriga miljökonsekvenser

I avsnittet nedan beskrivs de övriga miljökonsekvenser som inte är kopplade till grundvattenpåverkan. Dessa är buller och stömljud, vibrationer, luftkvalitet, masshantering och avfall samt klimatpåverkan i form av resursanvändning. De flesta av dem ger endast upphov till miljöpåverkan och störningar som är begränsade till byggtiden.

5.4.1 Inledning och förutsättningar

Luftburet ljud kopplat till tunneldrivningen kommer från etableringsytor, fläktar och transporter via vägtrafik. Stömljud uppstår vid byggande i berg framför allt då man borrar i berget för att skapa borrhål för sprängsalvor, bergförstärkning med bultar och injektering samt skrotning (bergrensning) av bergväggar och tak. Även sprängningar orsakar stömljud men är begränsad till en väldigt kort tid.

Vid sprängningar uppkommer vibrationer i marken, som fortplantar sig som en våg. Vibrationerna är störst närmast sprängningen och dämpas med avståndet från källan.

Vid strossning av bergtunnlar uppkommer stora volymer bergmassor som behöver transporteras och hanteras. Bergmassorna kan om det är rena, återanvändas som byggmaterial i andra infrastrukturprojekt. Om massorna innehåller föroreningar från cement, stål etc., klassas de i stället som avfall och måste oftast deponeras.

Klimatpåverkan handlar framför allt om resursanvändning såsom cement till betong, armeringsstål till bultar och vatten till processvatten vid tunnelarbeten. Även belastning på klimatet i form av transporter av material och bergmassor som orsakar koldioxidutsläpp samt resursanvändning avseende vattenanvändning till skyddsinfiltration.

Luftföroreningar i utomhusluft orsakas av transporter med maskiner som drivs av förbränningsmotorer. Vissa arbetsmoment inom tunnelbygget kan också orsaka emissioner av partiklar till utomhusluft. Detta kan sammantaget med befintliga aktiviteter i samhället orsaka konsekvenser i form av höga halter av partiklar lokalt. Miljö kvalitetsnormer är styrande för luftkvalitet och gränsvärdena för föroreningsnivåerna får inte överskridas.

5.4.2 Konsekvenser av sökt verksamhet

Den sökta verksamheten är begränsad till en förändring i driften av tunnelbaneanläggningen, och innebär ingen förändring i utförandet av den redan tillståndsgivna verksamheten. Den sökta verksamheten kommer inte att leda till några ytterligare eller förändrade konsekvenser, jämfört med vad som har prövats inom ramen för befintligt tillstånd, för miljö aspekterna buller och stömljud, vibrationer, masshantering och avfall eller luftkvalitet.

Den sökta verksamheten medför emellertid ett ökat behov av vatten till permanent skyddsinfiltration, vilket har betydelse för miljö aspekten klimatpåverkan/resursanvändning. Den tillkommande grundvattenbortledningen för sökt verksamhet innebär en liten ökning av

infiltrationsbehovet under drifttiden jämfört med det behov som hade förelegat om inläckagevillkoret för drifttiden innehölls. Infiltrationsmängden kommer att vara ungefär densamma för sökt verksamhet som den mängd som infiltrerats under byggtiden.

Fler utredningar krävs för att veta exakt omfattning av infiltrationsbehovet kopplat till vilka platser som är aktuella och vilka infiltrationsflöden som kommer krävas för att upprätthålla naturliga grundvattennivåer. De undersökningar som gjorts hittills visar att permanent infiltration kan behövas i området kring Katarina bangata/Ringvägen och området kring 4a Luma. Totalt skulle infiltrationerna kräva vattenflöden på maximalt ca 150 l/min under tunnelbanans drifttid. Infiltrationsbehovet är av liknande storlek som för projekt Citybanan. Det ökade vattenuttag som krävs för permanent infiltration i sökt verksamhet bedöms som medföra *små negativa konsekvenser* då vattenflödet som kommer krävas för infiltration är väldigt liten.

5.5 Miljökonsekvenser av nollalternativet

Utförandet av betonginklädnad i den omfattning som hade krävts för att, åtminstone teoretiskt, innehålla inläckagevillkoret för drifttiden för delsträckorna 2a Sofia, 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma, bedöms innebära en tillkommande byggtid på flera år (inkluderat både berguttag och betonginklädnad). Till detta tillkommer det tid för att genomföra planändring. Under den tillkommande byggtiden leder alternativet till en ökad grundvattenpåverkan samt störningar för närboende och andra verksamheter i området, både i form av stomljusbuller, transporter och vibrationer. Alternativet resulterar i stora tillkommande bergmassor som behöver hanteras och ökade resursbehov. Nedan i avsnitt 5.5.1. och 5.5.2 beskrivs konsekvenser av grundvattenpåverkan för de miljöaspekter och intressen som redovisades i avsnitt 5.3 för den sökta verksamheten. Konsekvenserna av grundvattenpåverkan bedöms både för den tillkommande byggtiden och nollalternativets drifttid. Därefter redovisas övriga miljökonsekvenser för den tillkommande byggtiden av nollalternativet. I avsnitt 5.5.1 redovisas aktuella skyddsåtgärder och försiktighetsmått för de övriga miljökonsekvenserna. För grundvattenpåverkan gäller samma skyddsåtgärder som redovisades i avsnitt 5.3.

5.5.1 Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

Avseende bullerstörningar arbetar Regionen i stor utsträckning med information till omgivningen. Utgångspunkten är att projektens byggarbeten får utföras dygnet runt så länge gällande bullervillkor innehålls. Dock ska byggarbeten alltid planeras så att bullerstörning till omgivningen begränsas genom att verksamheten så långt möjligt förläggs till mindre störningskänslig tid. En åtgärdsplan för buller och stomljud används för att minska störningarna. Bland annat erbjuds tillfällig vistelse för boende där behov finns.

Avseende störningar i form av luftburet buller från transporter leds trafiken på större trafikleder för att minimera störningar i form av buller för närboende.

Under den byggtid som varit har bullernivåerna från stomljud generellt varit under bullervillkoren vid drivning av spår och servicetunnlar inom influensområdet och det har därför varit relativt litet behov av tillfällig vistelse. Många närboende har dock anmält störningar från både borring och sprängningar. Det har även varit flera verksamheter som behövt extra tillsyn och även krävt förflyttning (skola).

För vibrationer finns standarder formulerade och Regionen arbetar efter förskrivet arbetssätt enligt svensk standard där byggnader inom framtaget inventeringsområde utreds med avseende på vibrationer och byggnader inom besiktningsområdet besiktigas före och efter vibrationsalstrande arbeten utförs.

Det finns känsliga verksamheter som kräver extra tillsyn sett till vibrationer. Det kan till exempel vara sjukvård eller laboratorium med känslig utrustning som kan påverkas negativt av vibrationer. Åtgärder för att minimera störningar för verksamheter kan vara tillfällig omlokalisering av verksamheten, fasta sprängtider eller förkortade salvor (för att minimera vibrationer).

Angående masshantering strävar Regionen efter att minimera de kostnader, utsläpp och omgivningsstörningar som transporter genererar och i första hand hanteras massorna därav lokalt, och när det är möjligt utan tillfälliga upplag och krossning. Att massorna kommer till direkt användning i ett närbeläget projekt är den möjlighet som först ska utvärderas. Är det inte möjligt att transportera massorna till ett mottagningsprojekt, transporteras massorna till en mottagningsanläggning.

Avseende luftkvalitet så orsakar sprängning och evakuering av spränggaser en kortvarig förhöjning av spränggaser precis i anslutning till tunnelmynningen. Beräkningar och uppföljning från olika tunnelprojekt under senare år (exempelvis Södra Länken och Götatunneln) visar att dessa gaser späds ut och sprids tämligen fort i omgivningsluften (Vägverket, 2002) vilket innebär att det inte finns några hälsoeffekter eller att någon miljökvalitetsnorm överskrids. Det bedöms därav inte behövas några skyddsåtgärder avseende spränggaser. Transporter av material och bergmassor bör ledas på större trafikleder där risker för påverkan på människors hälsa och miljö från luftföroreningar minimeras.

5.5.2 Konsekvenser av grundvattenpåverkan

Nollalternativet innebär att byggtiden kommer att förlängas och att det under den tillkommande byggtiden uppkommer ett ökat inläckage till tunnarna. Inläckaget kommer att öka med mellan 70 och 210% jämfört med idag, se *Bilaga B3. PM Inläckageberäkningar och Bilaga B1 PM Hydrogeologi* för en mer detaljerad beskrivning. Generellt kommer därför grundvattenpåverkan att öka något under den tillkommande byggtiden.

Det ökade inläckaget under byggtiden bedöms leda till att grundvattenpåverkan i jord och berg kan sprida sig längre bort än den hittills observerade påverkan, som är väldigt lokal och nära tunnelanläggningen. De områden som bedöms påverkas under byggtiden för respektive delsträcka är en större del av följande grundvattenmagasin: Folkungagatan och Norra Bondegatan (delsträcka 2a Sofia), Katarina bangata (delsträcka 2b och 2c Katarina bangata) och Hammarby sjöstad (delsträcka 4a Luma). Nedan beskrivs kortfattat påverkan på respektive område och bedömd miljökonsekvens.

För delsträcka 2a Sofia är bedömt område för ytterligare grundvattenpåverkan i jord inte sättningskänsligt och *inga effekter* bedöms uppstå och därav *inga konsekvenser*. Bedömd grundvattenpåverkan i berg för den tillkommande byggtiden bedöms kunna innebära effektbortfall i ett fåtal energibrunnar öster om arbetstunneln. Om problem skulle uppstå kan detta åtgärdas genom att bentonitfylla brunnarna för att återställa effekten. Sammantaget bedöms *inga negativa konsekvenser*.

För delsträcka 2b och 2c Katarina bangata är vissa delar av bedömt område för ytterligare grundvattenpåverkan sättningskänsliga. Bedömd påverkan bedöms inte helt kunna motverkas med infiltration då inläckaget bedöms bli för stort i förhållande till anläggningarnas kapacitet. Bedömd grundvattenpåverkan i berg för den tillkommande byggtiden bedöms kunna innebära ökade avsänkningar i energibrunnar, vilket kan åtgärdas genom att bentonitfylla brunnarna. Bedömda effekter för både jord och berg bedöms motsvara *små negativa effekter och små negativa till måttliga konsekvenser*.

För delsträcka 4a Luma är bedömt område för ytterligare grundvattenpåverkan sättningskänsligt. Bedömd påverkan bedöms inte helt kunna motverkas med infiltration då inläckaget bedöms bli för stort i förhållande till anläggningarnas kapacitet. Bedömd grundvattenpåverkan i berg för byggtiden bedöms kunna innebära ökade avsänkningar i energibrunnar, vilket kan åtgärdas genom att bentonitfylla brunnarna. Bedömda effekter för både berg och jord bedöms motsvara *måttliga negativa effekter* och *måttliga negativa* konsekvenser.

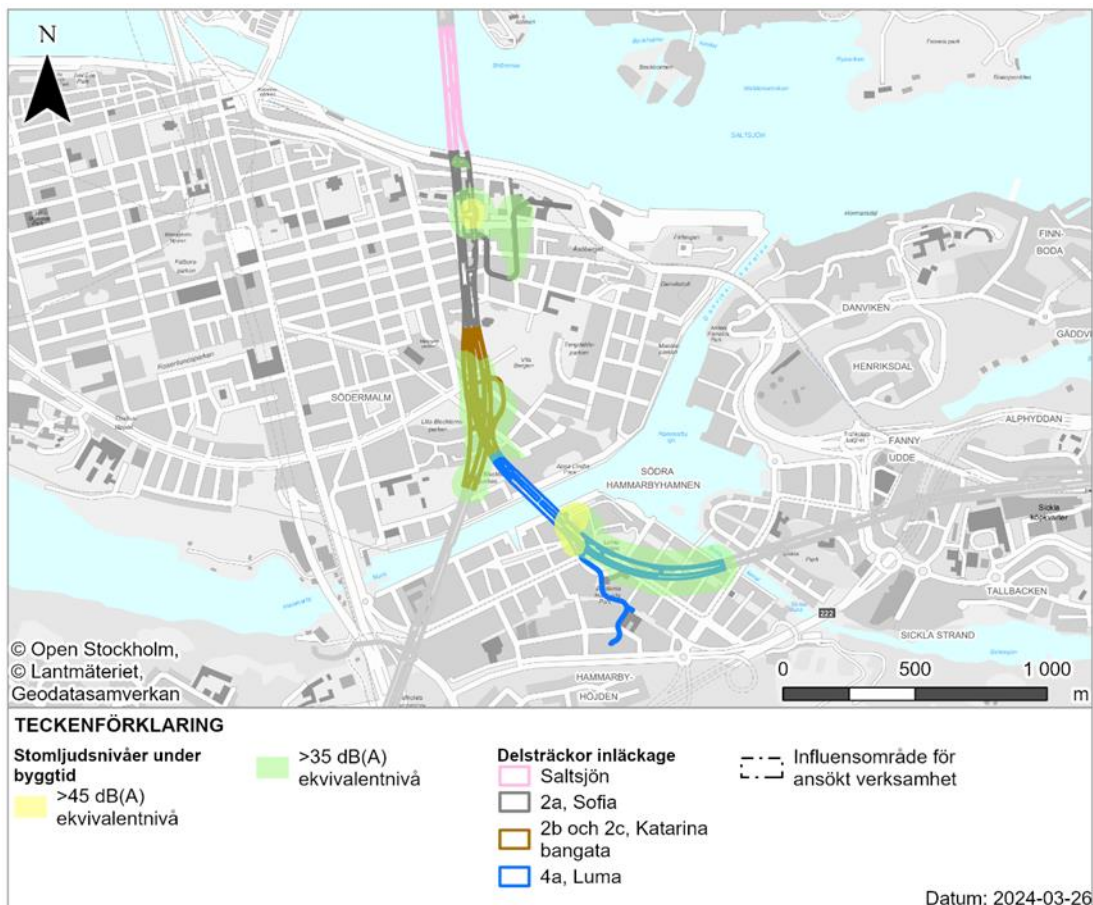
Inläckaget kommer att minska under drifttiden. Hur stor minskning en betonginklädnad skulle innebära går dock inte att i detalj förutse i dagsläget. Förutsatt att inläckaget når villkoren bedöms likartad grundvattenpåverkan som för sökt alternativ, dock med något lägre infiltration. Miljökonsekvenserna för drifttiden bedöms, samma som för sökt alternativ, utebli.

Inom delsträcka Saltsjön finns inga känsliga objekt och ingen effekt kan således uppstå. Därav blir det *inga konsekvenser* för nollalternativet för grundvattenberoende objekt inom delsträckan.

5.5.3 Övriga miljökonsekvenser

Under den tillkommande byggtiden kommer befintlig tunnel behöva strosas ut genom borring och sprängning för att ge plats åt betonginklädnaden, vilket leder till vibrationer samt buller och stomljud. Kapacitet för strossning och bergförstärkning är ca 1 meter per dygn (*Bilaga B2. PM Platsgjuten betonginklädnad med plastmembran*). Stomljuden avtar med ökande avstånd vilket innebär att påverkan är som störst då tunnelfronten är rakt under byggnaden för att sedan avta när tunnelfronten drivs bort från byggnaden. Det innebär att de som bor eller arbetar rakt ovanför tunneln kan uppleva stomljud först ganska lågt under flera veckor, därefter starkare under en längre period för att sedan avta igen under ytterligare ett antal veckor.

Områdena inom vilka störningar på grund av stomljud kan uppkomma under någon del av byggtiden, redovisas i karta Figur 21 där 45 dB är inomhusnivåer för buller dagtid och 35 dB är inomhusnivåer kvällstid enligt Naturvårdsverkets riktvärden (Naturvårdsverket, 2024). Där tunnarna ligger djupt syns ingen utbredning i figuren då de beräknade nivåerna blir under 35 dB(A).



Figur 21. Karta med utbredning riskområde för stömljud från vid tunneldrivning.

En tillkommande byggtid skulle med stor sannolikhet resultera i att förtroendet för Nya tunnelbanan skulle minska, då många närboende har utstått långa perioder av störningar avseende både luftburet buller från transporter och stömljud i form av borring och sprängningar. Det skulle även kunna innebära att fler väljer tillfällig vistelse. De verksamheter som krävt extra tillsyn under hittills utförd byggtid kommer sannolikt kräva samma tillsyn i en tillkommande byggtid. Ersta sjukhus på Södermalm som tidigare var under ombyggnation men som nu är en aktiv sjukhusverksamhet, skulle sannolikt kräva tillsyn och eventuella åtgärder som kan påverka tunnelproduktionens tempo. Det kan även tillkomma känsliga verksamheter som har kunnat acceptera störningarna under en begränsad tid, men som inte kommer kunna göra det vid en tillkommande störningsperiod på flera år.

För vibrationer avser Regionen att följa svensk standard för vibrationsalstrande arbete. Det finns dock känsliga verksamheter (som beskrivs ovan kopplat till störningar från buller och stömljud) som kan kräva extra tillsyn eller omlokalisering.

Sammantaget bedöms *känsligheten* för buller och stömljud inom influensområdet som *hög* baserat på att området är tätbebyggt med bostäder samt närvaro av vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer. *Effekten bedöms som måttligt negativ*. De negativa konsekvenserna bedöms därav till *måttligt till stora negativa konsekvenser*. Risken för permanenta skador på byggnader orsakade av vibrationer bedöms som liten och konsekvenserna blir därmed *små negativa eller obefintliga*. I närliggande byggnader bedöms det dock finnas risk för negativa konsekvenser i form av att känsliga verksamheter riskerar att påverkas och att människor upplever obehag till följd av vibrationer från byggarbetena. Sammantaget bedöms därmed konsekvenserna avseende vibrationer som *små negativa konsekvenser*.

Nollalternativet innebär ytterligare berguttag och därav att stora volymer bergmaterial kommer att schaktas ur under den tillkommande byggtiden. Beräkningar enligt *Bilaga B2. PM Platsgjutet betonginklädnad med plastmembran*, uppskattar berguttaget till ca 367 400 m³ (tf).

Bergmassorna som sprängs ut kommer inte kunna hanteras på samma sätt som under den tunneldrivningen för befintliga tunnlar då massorna kommer att innehålla injekteringsmedel, både cementbaserat och kemiskt. Bergmassorna kommer även innehålla stål från bultar och fiberarmerad sprutbetong. Därför kommer massorna att utgöra ett avfall som behöver köras till godkänd avfallsanläggning för deponi. Detta innebär dessutom att massorna inte kan transporteras direkt till andra projekt för lokal återvinning vilket resulterar i längre transporter som belastar miljön och människors hälsa.

Sett till resurshushållning skulle det krävas stora mängder betong, och armeringsstål för betonginklädnaden. Det tillkommande berguttaget tillsammans med transporter av bergmassor och material samt materialåtgången bidrar till ökade koldioxidutsläpp. Beräkningar enligt *Bilaga B2. PM Platsgjutet betonginklädnad med plastmembran* visar på att det skulle krävas ca 244 200 m³ betong, vilket innebär ca 415 kg CO₂e per m³ betong och ca 60 700 ton stål vilket innebär ca 0,55 kg CO₂e per kg stål. Det skulle dessutom krävas stora mängder processvatten för den tillkommande byggtiden. Beräkningar utförda i *Bilaga B2* visar på att om hela tunnelsträckan förses med betonginklädnad innebär det en tillkommande klimatpåverkan med över ca 90 000 ton CO₂. Utan betonginklädnad är projektets totala beräknade bidrag på ca 126 000 ton CO₂.

I och med berguttaget skulle utförd tätning tas bort vilket kommer leda till ökade inläckage av grundvatten under den tillkommande byggtiden. Det skulle därav bli en större grundvattenpåverkan under byggtiden med risk för omgivningspåverkan. Det resulterar i ett ökat resursbehov i form av vatten med större infiltrationsflöden under den tillkommande byggtiden. Anläggandet av ytterligare skyddsinfiltration skulle utöver ökad resursanvändning i form av infiltrationsvatten innebära även mer störningar för boende och tredje man i närområdet vid till anläggandet av infiltrationsanläggningar och/eller tillfälliga infiltrationslösningar. Störningar kopplade till anläggandet av infiltrationsanläggningar kan exempelvis vara buller och stomljud, begräsning i framkomlighet eller avstängning av gång-, cykel- eller fordonstrafikväg, extra kostnader och förseningar i tunnelproduktionen på grund av tidsåtgång till att bygga infiltrationsanläggningar.

Baserat på de stora mängder bergmassor som kommer behöva sprängas ut och hanteras samt det stora resursbehovet av både material och vatten, bedöms konsekvenserna för masshantering och avfall samt klimat och resursanvändning som *stora negativa konsekvenser*.

Utsläpp till luft från den tillkommande byggprocessen bedöms inte orsaka mer än ytterst marginella effekter på totalhalter av NO₂ och PM₁₀. Det blir inget överskridande av miljö kvalitetsnormerna från tunnelarbetena. Däremot kommer luftkvaliteten att påverkas av utsläpp från transporter av bergmassor och byggmaterial, enligt beskrivet ovan, vilket resulterar i bedömningen *små negativa konsekvenser* avseende luftkvalitet.

Nollalternativet innebär även stora förluster i tid vilket skulle leda till en försening av tunnelbanans driftstart med flera år. Påverkan på tid innefattar utförandetid för byggmetoden, bedöms framtagande av förfrågningsunderlag och upphandling av ny entreprenör, entreprenadens etablering efter upphandling och avetablering efter utfört arbete, eventuell tidspåverkan i att häva entreprenadkontrakten av de kvarvarande arbetena samt tidsåtgång för att utföra nödvändig planändring. Kostnaden för nollalternativet bedöms uppgå till miljardbelopp. Kostnads kalkylen inkluderar kostnader för utrustning, material, strossning, deponi av bergmassor, bergförstärkning och efterinjektering.

Nollalternativet avseende Saltsjön skulle innebära att en stor mängd cement och kemiska injekteringsmedel skulle behöva användas.

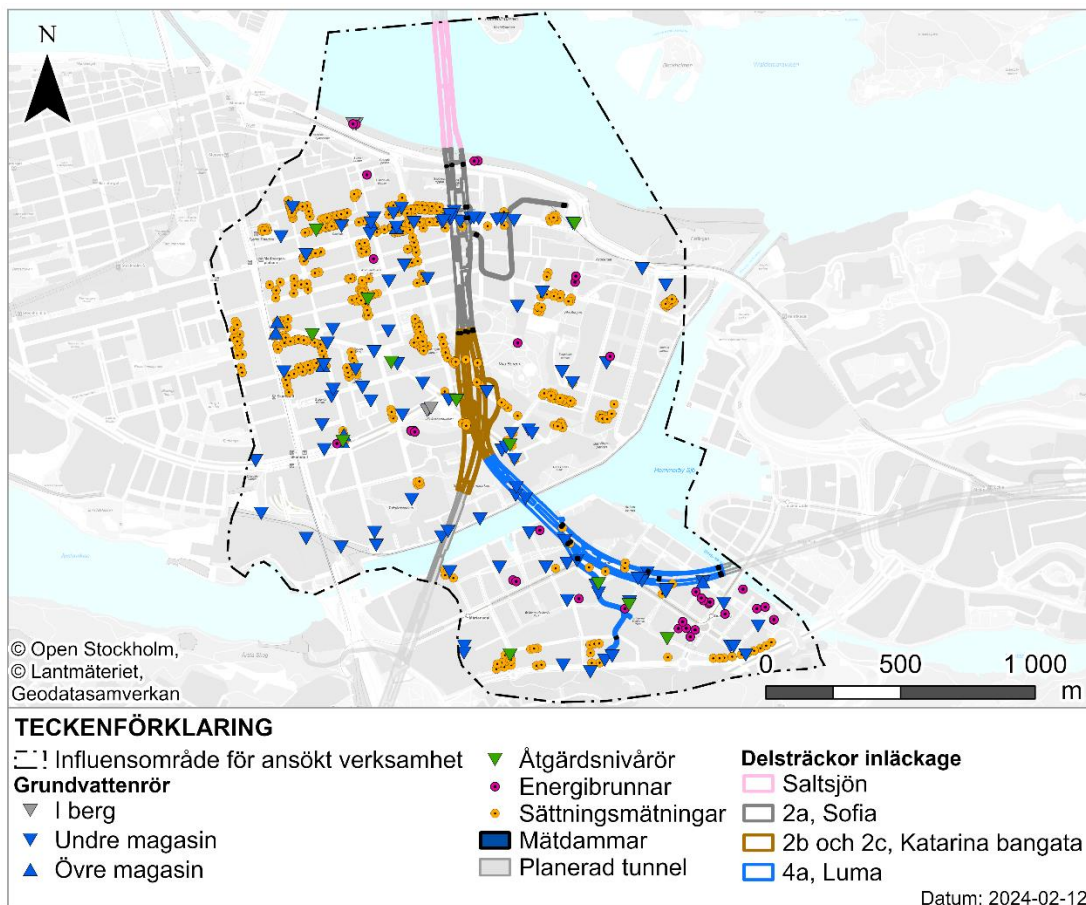
6 Kontroll av omgivningspåverkan

Regionen har upprättat ett kontrollprogram för vattenverksamheten (diarienummer: FUT 2019–0294). Alla mätningar inom ramen för kontrollprogrammet utförs av Regionens mätkonsult för omgivningspåverkan och analyseras av Regionen. Resultaten av uppföljningen redovisas månadsvis och kvartalsvis till Länsstyrelsen i Stockholms län. Se Figur 22 för mätpunkternas utbredning inom området.

Följande moment ingår i kontrollprogrammet:

- > *Grundvattennivåer* - Mätning av grundvattennivåer i befintliga grundvattenrör. Genom så kallade *åtgärdsnivåer* jämförs uppmätta grundvattennivåer med tidigare uppmätta grundvattennivåer så att eventuella avvikelser upptäcks. Grundvattennivåer mäts även i energibrunnar.
- > *Skyddsinfiltration* – Infiltrationsanläggningar har installerats i grundvattenmagasin i känsliga områden där risk för grundvattenpåverkan förekommer. Innan en ny infiltrationsanläggning anläggs genomförs en provborrning och ett infiltrationsförsök. Infiltrationsanläggningarna kontrolleras regelbundet och volymen vatten som infiltreras justeras efter behov.
- > *Sättningar* - Kontroll av sättningsrörelser i mark och byggnader mäts på dubbar monterade på byggnader samt vid markpeglar och markspikar.
- > *Inläckage till tunnelanläggningen* - I tunnlarna samlas inläckande grundvatten upp och mäts vid mätdammar. Flödesmätning sker även på bortpumpat vatten från tunnelfronter.

Kontrollprogrammet för vattenverksamhet kommer att följas för den sökta verksamheten. När verksamheten övergår till drifttiden kommer kontrollprogrammet med dess ingående moment och mätintervall att anpassas till det nya skedet.



Figur 22. Översiktskarta över mätobjekt som ingår i kontrollprogrammet för vattenverksamhet.

7 Samlad bedömning

Regionen ansöker om att få leda bort ytterligare mängder grundvatten från tunnelanläggningen under drifttiden. Huvuddelen av tunnarna är redan utdrivna och den grundvattenpåverkan som följer av detta har huvudsakligen redan uppkommit. Den sökta verksamheten innebär för huvuddelen av sträckorna att ansökta inläckage är samma som redan uppkommit under byggtiden, med tillägg för de tunneldelar som ännu inte är utbrutna. Den grundvattenpåverkan och eventuell efterföljande omgivningspåverkan som sker under byggtiden kommer att bli snarlik i driftskedet jämfört med byggskedet.

Regionen har sedan tillståndet meddelades utfört ett omfattande arbete med att såväl utveckla tätningsarbetet och skärpa kontrollerna över genomförandet av tätningen, som att utreda både känsliga objekt och skyddsåtgärder i form av infiltration ytterligare. Regionen har kunnat konstatera att en stor del av de byggnader och anläggningar som i ansökan befarades vara känsliga i själva verket inte är det. De utvecklade tätningskoncepten för både för- och efterinjektering som utarbetats har resulterat i väsentligt lägre inläckage än vad Regionens tidigare prognoser visat på. Regionen bedömer att tätningsarbetena nu drivs så långt som det är möjligt och att ytterligare injekteringsarbeten inte kan leda till några betydande minskningar av inläckaget. Vidare har Regionen utrett infiltration och det har kunnat konstateras att infiltrationen fungerar väl för att minska grundvattenpåverkan och att det krävs förhållandevis låga flöden för att motverka skadliga grundvattennivåsänkningar.

Bedömda miljökonsekvenser för sökt verksamhet är små eller uteblir helt. De flesta aspekter påverkas inte alls, såsom påverkan på naturmiljö, kulturmiljö, risk för spridning av föroreningar och utsläpp till vatten. När det gäller grundvattenberoende objekt bedöms det inte uppkomma några konsekvenser för delsträckorna Saltsjön och 2a Sofia. Samma bedömning görs även för 2b och 2c Katarina bangata och 4a Luma men med vidtagna skyddsåtgärder i form av permanent infiltration med små flöden.

Regionen har utrett möjligheten att minska inläckaget så att drifttidens befintliga villkor innehålls på de aktuella delsträckorna. Den enda metod som Regionen har identifierat möjligen medför att inläckagevillkoret kan innehållas är om en eftermonterad betonginklädnad med tätmembran monteras i redan utsprängda tunnlar. Tunnlarna skulle i så fall behöva rymmas upp genom ytterligare sprängningar, massorna transporteras och deponeras och betydande mängder betong skulle användas för att skapa en inklädnad som står emot grundvattentrycken i tunnlar. Dock är det osäkert om denna åtgärd i praktiken skulle fungera och arbetena skulle innebära stora tekniska och arbetsmiljömässiga utmaningar. Trots osäkerheterna har betonginklädnad definierats som en del av nollalternativet för de flesta delsträckorna, i avsaknad av andra alternativ. För Saltsjön definieras dock nollalternativet som att efterinjektering utförs för att innehålla inläckagevillkoret.

Miljökonsekvenserna förenade med att utföra betonginklädnad är omfattande. Utförandet innebär extra utsprängningar med sannolikt betydligt högre inläckage som följd under den tillkommande byggtiden. Det ökade inläckaget kommer att leda till större risk för grundvattenpåverkan. Ytterligare infiltrationsinsatser skulle krävas för att minimera risken för skador på känsliga byggnader och objekt. När det gäller delsträckan 4a Luma föreligger en risk att gällande begränsningsvärden för byggtiden skulle överskridas. Miljöpåverkan under den tillkommande byggtiden skulle innefatta störningar i form av buller och stömljud från strossningen av befintlig tunnel, vibrationer samt tillkommande bergmassor av utsprängt injekterat och förstärkt berg som kommer att behöva hanteras som avfall i stället för att återvinnas. Ytterligare transporter av bergmassor skulle även påverka omgivningen negativt i form av buller och belastning på trafiknätet samt luftkvaliteten. Det utökade resursbehovet som tätningsmetoden kräver leder till ökad klimatbelastning i form av materialåtgång av bland annat betong och armeringsjärn. Det skulle även krävas vatten till processvatten och ökade flöden för infiltrationsvatten under den tillkommande byggtiden. Utöver ovan nämnda konsekvenser skulle det innebära stora ökade kostnader för byggnationen, samt försening av idrifttagandet av den nya tunnelbanan med flera år.

I Tabell 6 redovisas en samlad bedömning av den sökta verksamheten jämfört med nollalternativet. Bedömningen görs med skyddsåtgärder och utgår från bedömningsmatrisen i Figur 10, avsnitt 4.2.1.

Tabell 6. Samlad bedömning av den ansökta verksamhetens miljökonsekvenser inklusive skyddsåtgärder, med färgkodning enligt bedömningsmatrisen i Figur 10 i avsnitt 4.2.1. Vit innebär inga konsekvenser, färgskalan gul till brandgul är en skala där gul innebär minst negativa konsekvenser (små negativa) och mörkast brandgul innebär störst negativa konsekvenser i sammanhanget (måttligt negativa).

| Konsekvens | Sökt alternativ | Nollalternativ | |
|---|--|--|--|
| | | Byggtid | Drifttid |
| Grundvatten-beroende objekt Saltsjön | Inom delsträcka Saltsjön finns inga känsliga objekt, inga konsekvenser kan därav uppstå. | Inom delsträcka Saltsjön finns inga känsliga objekt, inga konsekvenser kan därav uppstå. | Inom delsträcka Saltsjön finns inga känsliga objekt, inga konsekvenser kan därav uppstå. |

| | | | |
|---|--|---|--|
| Grundvatten-beroende objekt 2a Sofia | Området bedöms inte som sättningkänsligt. Det innebär inga effekter för grundvattenberoende objekt i jord och berg (energibrunnar). | Området bedöms inte som sättningkänsligt. Det innebär inga effekter för grundvattenberoende objekt i jord och berg (energibrunnar). | Området bedöms inte som sättningkänsligt. Det innebär inga effekter för grundvattenberoende objekt i jord och berg (energibrunnar). |
| Grundvatten-beroende objekt 2b och 2c Katarina bangata | Delar av bedömt område för grundvattenpåverkan i jord är måttligt sättningkänsligt. Grundvattennivåerna bedöms kunna upprätthållas med infiltration, därav bedöms inga skador uppkomma. Mindre avsänkningar i energibrunnar bedöms inte leda till några negativa effekter. | Grundvattenpåverkan i jord bedöms kunna uppstå trots infiltration via befintliga infiltrationsanläggningar. Grundvattenpåverkan i berg bedöms kunna innebära ökade avsänkningar i energibrunnar. | Delar av bedömt område för grundvattenpåverkan i jord är måttligt sättningkänsligt. Grundvattennivåerna bedöms kunna upprätthållas med infiltration, därav bedöms inga skador uppkomma. Mindre avsänkningar i energibrunnar bedöms inte leda till några negativa effekter. |
| Grundvatten-beroende objekt 4a Luma | Bedömt område för grundvattenpåverkan i jord har en låg sättningkänslighet. För att motverka en spridning av påverkan till mer sättningkänsliga områden kommer permanent infiltration att utföras, därav bedöms inga skador uppkomma. Mindre avsänkningar i energibrunnar bedöms inte leda till några negativa effekter. | Delar av området är sättningkänsligt. Det finns risk för att grundvattenpåverkan sprids till ett större område. Grundvattenpåverkan i berg bedöms kunna innebära ökade avsänkningar i energibrunnar. | Bedömt område för grundvattenpåverkan i jord har en låg sättningkänslighet. För att motverka en spridning av påverkan till mer sättningkänsliga områden kommer permanent infiltration att utföras, därav bedöms inga skador uppkomma. Mindre avsänkningar i energibrunnar bedöms inte leda till några negativa effekter. |
| Naturmiljö | Naturmiljö inte bedöms vara grundvattenberoende. | Naturmiljö inte bedöms vara grundvattenberoende. | |
| Kulturmiljö | Ingen av fornlämningarna bedöms vara grundvattenberoende då de antingen är lokaliserade på berg, i jordarter som inte är sättningkänsliga eller i områden där grundvattenmagasin inte förekommer eller är väldigt djupt under markytan. | Ingen av fornlämningarna bedöms vara grundvattenberoende då de antingen är lokaliserade på berg, i jordarter som inte är sättningkänsliga eller i områden där grundvattenmagasin inte förekommer eller är väldigt djupt under markytan. | |
| Markföroreningar | Ingen spridning av föroreningar riskerar att ske, då grundvattenströmningarna inte ändras. | Ingen spridning av föroreningar riskerar att ske, då grundvattenströmningarna inte ändras | |
| Utsläpp till vatten | Bortledande av dränvatten under drifttiden bedöms inte försämra möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna i Strömmen. | Bortledande av dränvatten under drifttiden bedöms inte försämra möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna i Strömmen. | |
| Buller och stomljud | Det blir ingen tillkommande byggtid. | Den tillkommande byggtiden bedöms pågå under ca 3,5 år. Bullernivåerna bedöms vara liknande som de varit under tunnelbanans byggtid. | |

| | | | |
|------------------------------------|---|---|---|
| Vibrationer | Det blir ingen tillkommande byggtid. | Under den tillkommande byggtiden kommer vibrationsnivåerna vara liknande som den varit under tunnelbanans byggtid. | |
| Masshantering och avfall | Det blir ingen tillkommande byggtid. | Under den tillkommande byggtiden kommer masshantering krävas och stora delar av bergmassorna kommer hanteras som avfall och därav deponeras i stället för att återvinnas. | |
| Luftkvalitet | Det blir ingen tillkommande byggtid. | Under den tillkommande byggtiden kommer transporterna vara liknande de som förekommit under tunnelbanans byggtid. | |
| Klimat och resursanvändning | Under drifttiden behövs vatten till permanent infiltration. Tillkommande infiltrationsflöden för sökt verksamhet kommer vara små. | Under den tillkommande byggtiden krävs stora mängder resurser i form av processvatten, betong, stål, energi, infiltrationsflöden etc. | Under drifttiden behövs vatten till permanent infiltration. Tillkommande infiltrationsflöden kommer vara liknande som för sökt verksamhet, dvs små. |

8 Genomfört samråd

Regionen har genomfört ett avgränsningssamråd i enlighet med reglerna i 6 kap. miljöbalken. Något undersökningssamråd utfördes inte eftersom Regionen har bedömt att den sökta verksamheten kan antas medföra en betydande miljöpåverkan (jfr. 6 kap. 23 § miljöbalken).

En kungörelse om aktuellt samråd publicerades lördagen den 21 oktober 2023 i tidningen *Mitt i Södermalm*. Särskilt berörda, dvs ägare till fastighet som antingen har ett hus/en anläggning med känslig grundläggning eller bergvärmeanläggning inom influensområdet fick information om samrådet via post. Myndigheter, organisationer och intressenter som berörs av verksamheten fick information via e-post. Ett samrådsmöte hölls även med Länsstyrelsen Stockholm och miljöförvaltningen i Stockholms stad den 13 november 2023. Samrådsunderlaget fanns under samrådstiden tillgängligt på nya tunnelbanans hemsida. Synpunkter på samrådsunderlaget kunde lämnas via hemsidan eller per e-post samt post. En detaljerad samrådsredogörelse från undersökningssamrådet finns i *Bilaga B4. Samrådsredogörelse*.

9 Referenser

Baudin. (2015). *Provtagning av vatten i tunnelbanan - analys av vattenkemi och jämförelse med riktvärden*. SLL, Förvaltningen för utbyggd tunnelbana.

Förvaltning för utbyggd tunnelbana, FUT (2021). *PM Grundvattenkvalitet och mätdammar*.

Lücke. (2014). *Stockholms recipienter - Påverkan av Stockholms framtida avloppsrening*. Stockholm Vatten.

VISS. (2024). Vatteninformation Sverige. Hämtat från <http://viss.lansstyrelsen.se/>

Naturvårdsverket (2024) Riktvärden för buller från byggplatser. Hämtat från: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/buller/buller-fran-byggplatser/#E343056539>

Vägverket. (2002). Spränggasmätning, Stora Badhusgatan 2002. Göteborgs Miljöförvaltning, Plan- och trafikavdelningen, Uppdragsrapport 2002:4.

