
Diarienummer: SBF 2023–02222
2025-11-28

Detaljplan för spårväg mellan Lindholmen och Linnéplatsen inom stadsdelarna Lindholmen, Stigberget, Masthugget, Änggården, Olivedal och Annedal. "Lindholmsförbindelsen"

Försättsblad för Hydrogeologi

Göteborgs Stad planerar för ny spårvägsdragning mellan Lindholmen och Linnéplatsen, även kallad "Lindholmsförbindelsen".

Följande dokument har tagits fram som underlag kopplat till detaljplanen för att redogöra för hydrogeologi:

1. PM Hydrogeologi Delområde Lindholmen inom stadsdelen Lindholmen, 2025-11-28 (AFRY)
2. PM Hydrogeologi Delområde tunnel och hållplats Stigberget inom stadsdelarna Lindholmen, Majorna, Slottsskogen, Olivedal, 2025-11-28 (AFRY)
3. PM Hydrogeologi Delområde Linnéplatsen inom stadsdelen, Annedal, Kommendantsängen, Olivedal, Slottsskogen och Änggården, 2025-11-28 (COWI)

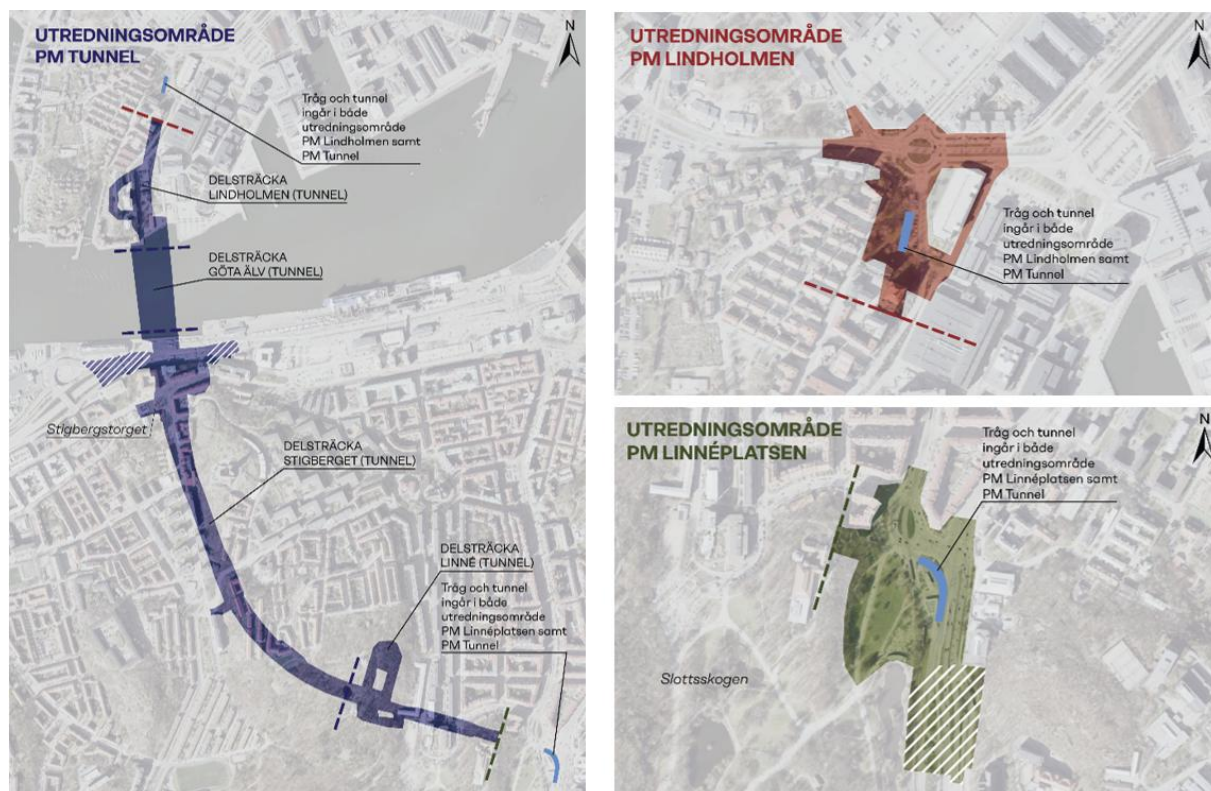


Figur 1. Översigtskarta över aktuellt planområde för Lindholmsförbindelsen.

Bakgrund

Göteborgs Stad arbetar med att ta fram en ny spårvägsdragning mellan Lindholmen och Linnéplatsen, även kallad Lindholmsförbindelsen. Inledningsvis delades spårvägsdragningen in i tre olika delområden tillika tre olika detaljplaneförslag, vilka tidigare omnämnts som; Detaljplan Lindholmen, Detaljplan Tunnel samt Detaljplan Linnéplatsen. Under processens gång har Göteborgs Stad valt att gå vidare med en gemensam detaljplan för hela Lindholmsförbindelsens sträckning, i stället för uppdelat i flera detaljplaner. Detta innebär att vissa framtagna dokument hänvisar till detaljplanenamn som inte längre är aktuella, utan ingår i den sammanhållna detaljplanen för sträckan.

De hydrogeologiska förhållandena för Lindholmsförbindelsen beskrivs i tre separata rapporter och omfattar tre olika geografiska ytor längs med spårvägsdragningen, vilka baserats på dem tre tidigare detaljplanerna, se avgränsningen nedan. Inför kommande granskningsskede, kommer dessa rapporter slås ihop till ett och samma dokument så det tydligare framgår att det är underlag till aktuell detaljplan, som numera går under namnet Detaljplan för spårväg mellan Lindholmen och Linnéplatsen inom stadsdelarna Lindholmen, Stigberget, Masthugget, Änggården, Olivedal och Annedal, "Lindholmsförbindelsen".



Figur 2. Bilden redovisar de olika avgränsningarna för Detaljplan Tunnel (blå), Detaljplan Lindholmen (röd), samt Detaljplan Linnéplatsen (grön).

Geografiska kompletteringar till granskningskedet

För hydrogeologi kommer följande områden kompletteras till detaljplanens granskningsförslag:

- Ytor vid Oscarsleden, se blå skraffering i Figur 3.
- Ytor vid Fågeldammen/Linné, se grön skraffering i Figur 3.

Områdena har tillkommit så pass sent i processen att det inte finns beskrivet i underlagen som tagits fram för Linnéplatsen och Oscarsleden. Till granskningskedet kommer området beskrivas med samma detaljeringsnivå som övriga områden inom planområdet.



Figur 3. Bilden visar de tillkommande ytorna vid Oscarsleden (blått/skrafferat) samt vid Fågeldammen (grönt/skrafferat). Ytorna är inte skalenliga utan visar en ungefärlig avgränsning.



AFRY

Lindholmsförbindelsen

PM Hydrogeologi

Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde
Lindholmen inom stadsdelen Lindholmen

Godkänd
Samråd
Detaljplan
2025-11-28
Version: _

Teknikansvarig, Teknikområde
J. Dinger, Hydrogeologi
Organisation
AFRY
Godkänd av
Peter Lundman
Projekt ID
D0038958
Datum
2025-11-28
Rev. datum

Version

—

Beställare
Stadsbyggnadsförvaltningen,
Göteborgs Stad



**Göteborgs
Stad**

Ärendenummer
SBF 2023-02222

Lindholmsförbindelsen

EXF-2023-00924-50H-025-0100-4001
PM Hydrogeologi

Framsidesbild: Göteborgs Stad

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	6
1.1	Lindholmsförbindelsen	6
1.2	Detaljplaner.....	7
1.3	Syfte och mål	8
1.4	Avgränsning	8
1.5	Tidigare/utförda undersökningar	8
2	Underlag för projektering	8
2.1	Planerad konstruktion	8
3	Befintliga förhållanden	8
3.1	Befintliga byggnader och anläggningar.....	9
3.2	Topografi och markbeskaffenhet	9
3.3	Geologiska förhållanden	9
3.4	Hydrogeologiska förhållanden	10
4	Bedömning av omgivningspåverkan	10
4.1	Beräkningsförutsättningar	10
4.2	Resultat	11
4.3	Bedömning	11
5	Åtgärder.....	12
5.1	Byggskede	12
5.2	Driftskede/Permanentskede.....	12

Rapportshistorik

Ver. #	Fyll i text.	Checked status Fyll i datum.	Sign Sign	Approval Fyll i datum.	Sign Sign

Sammanfattning

Lindholmsförbindelsen är ett projekt inom Sverigeförhandlingen som syftar till att etablera en ny spårvägsförbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen i Göteborg. Projektet är uppdelat i tre etapper och har som mål att förbättra stadens stornät genom att överbygga naturliga barriärer som Göta älv och Stigberget. Detta ska bidra till att skapa nya resvanor och förbättra kollektivtrafikens effektivitet.

Tre detaljplaner har utarbetats för att pröva lämpligheten för utbyggnad av spårväg både i tunnel och ovan mark, samt för att planera entrébyggnader och torgytor. Denna detaljplan fokuserar på delområde Lindholmen.

Förutsättningar

Det aktuella planområdet är beläget i en urban miljö med övervägande hårdgjorda ytor såsom asfalterade gator, parker och grönområden. Topografin inom området ligger på cirka +2,3.

De geologiska förhållandena i Göteborgsregionen utgörs huvudsakligen av uppstickande berg, som separeras av djupa dalgångar fyllda av mäktiga sedimentlager. Undersökningar vid Lindholmens cirkulationsplats visar att jordlagerföljden består av fyllning ovanpå lera, som ligger på friktionsjord och berg. Där berget sluttar brantast ligger leran direkt på berget. Vid Gamla Lindholmen varierar jorddjupet till berg, och blir djupare längre ut i Lindholmsallén. Fyllningen består mestadels av sand och grus, medan lerans mäktighet varierar.

Grundvatten är vatten som fyller hålrum i jorden eller berget. Förekomst av grundvatten beror på platsens geologi. Vid Lindholmen utgörs det huvudsakliga grundvattenmagasinet av ett öppet grundvattenmagasin i fyllnadsmassor. Ett annat öppet magasin finns i sandavlagringen på Gamla Lindholmen. Dessa två magasin är inte kopplade till varandra eftersom berget fungerar som en naturlig barriär. Det finns potentiellt ett undre magasin i friktionsjorden under leran. Grundvattennivåerna inom fyllnadsmassorna varierar från marknära till ca 1,5 meter under markytan. Den öppna grundvattenmagasinets strömriktning går sydöst mot Lindholmskajen och Göta Älv.

Inom preliminär planområdesgräns förekommer även grundvatten i bergets sprickor. Befintligheter i berget bidrar till redan påverkade grundvattennivåer.

Inga beslutade grundvattenförekomster eller några grundvattentäkter finns inom eller i direkt anslutning till planområdet.

Flera olika objekt i planområdet eller i dess närhet kan påverkas av förändrade grundvattenförhållanden:

- *Byggnader och ledningar* – Leran i området är generellt känslig för förändringar i grundvattennivåerna, vilket kan skada byggnader som är känsliga för sättningar.
- *Naturvärden* – Förändringar i grundvatten kan påverka växt- och djurliv, som skyddsvärda träd och vattenlevande organismer.
- *Kulturvärden* – Grundvattenberoende fornlämningar och sättningskänsliga kulturhistoriskt intressanta byggnader är känsliga för förändringar av grundvattennivåerna.

Konsekvenser

Byggnation av tråg och skyfallsmagasin vid Lindholmen innebär olika konsekvenser med avseende på grundvatten. Jordschaktet utförs delvis under grundvattennivån, vilket kan orsaka en sänkning av grundvattennivån i närområdet.

Inläckage till schakt kan resultera i sänkta grundvattennivåer i jord vilket kan leda till förändrad grundvattenströmning. En sänkning av grundvattennivån kan riskera att medföra ett flertal negativa effekter på grundvattenberoende grundläggningar, ledningsnät, brunnar samt naturvärden.

Under byggskedet för tråget och skyfallsmagasinet minskar påverkansområdet avsevärt om tät spont används. Utan spont är påverkansområdet större, cirka 40 meter för tråget och 35 meter för skyfallsmagasinet. Med spont minskar påverkansområdet till cirka 10 meter för tråget och 8,5 meter för skyfallsmagasinet. Återfyllningsmassorna runt tråget och skyfallsmagasinet är genomsläppliga och förväntas inte påverka grundvattenförhållandena permanent.

1 Inledning

1.1 Lindholmsförbindelsen

Inom ramen för Sverigeförhandlingen planerar Göteborgs Stad för en ny fast förbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen. Den så kallade *Lindholmsförbindelsen* utgör en del av det större projektet *Spårväg och Citybuss Brunnsbo–Linné via Lindholmen*. Projektet innefattar ny spårväg med stadsbanekvalitet i tre etapper: Brunnsbo–Hjalmar Brantingsplatsen, Frihamnen–Lindholmen samt aktuellt projekt Lindholmen–Linnéplatsen (Lindholmsförbindelsen). Stadsbanekvalitet innebär att spårvägen ska gå på egen bana med få korsningar i plan och relativt glest placerade hållplatser, vilket skapar förutsättningar för att hålla en hög hastighet och en förhållandevis hög turtäthet.

Lindholmsförbindelsens funktion och lokalisering har tagits fram genom Göteborgs Stads stadsutvecklingsarbete. Förbindelsen pekas ut i stadens gällande översiktsplan liksom i det gemensamma kollektivtrafikprogrammet *Målbild Koll2035* som ett stråk för stadstrafikens stomnät. Lindholmsförbindelsen utgör en stor del av den planerade innerstadsringen som ska länka samman stadskärnan med övriga delar av innerstaden. Syftet med Lindholmsförbindelsen är att skapa en tvärlänk med goda resenärskvaliteter som överbryggar de naturliga barriärerna Göta älv och Stigberget. På så sätt förs stadens delar närmare varandra, stomnätet i de centrala delarna av Göteborg avlastas och nya resvanor skapas.

Lindholmsförbindelsen innefattar en ny spårvägskoppling som huvudsakligen planeras att gå i tunnel, med hållplatser vid Stigbergstorget (under jord) och på Linnéplatsen (i markplan). För att projektera och planlägga Lindholmsförbindelsen har Göteborgs Stad anlitat två konsulter, AFRY och COWI, som ansvarar för olika delar av sträckan. AFRY ansvarar för delen mellan Lindholmen och Vegasvackan, strax väster om Jungmansgatan, medan COWI ansvarar för den avslutande delen från Vegasvackan till Linnéplatsen. Arbetet sker i nära samverkan mellan de båda konsulterna och staden.

1.2 Detaljplaner

Göteborgs Stad har valt att planlägga Lindholmsförbindelsen som en järnvägsplan, vilket innebär att projektet ska följa *Lag om byggande av järnväg (1995:1649)*.

Projektet innebär även en påverkan på områden utanför järnvägsplanens gränser och eftersom spårväg inte får byggas i strid mot gällande detaljplaner eller områdesbestämmelser pågår parallellt stadsbyggnadsförvaltningens planläggning av tre detaljplaner.

- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde tunnel och hållplats Stigberget inom stadsdelarna Lindholmen, Majorna, Slottsskogen, Olivedal
- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Lindholmen inom stadsdelen Lindholmen
- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Linnéplatsen inom stadsdelarna Annedal, Kommendantsängen, Olivedal, Slottsskogen och Änggården

1.3 Syfte och mål

Syftet med föreliggande dokument är att redovisa de hydrogeologiska förhållandena i planeringsskedet för delområde Lindholmen inom stadsdelen Lindholmen, samt redovisa påverkan, riskbedömning, skyddsåtgärder och behov av kompletterande undersökningar.

1.4 Avgränsning

Föreliggande detaljplan är baserad på tidigare utförda undersökningar inom området. Lägen är angivna i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och nivåer är angivna i höjdsystem RH 2000.

1.5 Tidigare/utförda undersökningar

Tidigare undersökningar som utförts inom detaljplanområdet och som utgjort underlag för föreliggande utlåtande listas nedan;

- Markteknisk undersökning Geoteknik Lindholmen (MUR Geoteknik), [EXF-2023-00924-50G-531-0100-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Markteknisk undersökning Hydrogeologi (MUR Hydrogeologi), inkl. bilagor, [EXF-2023-00924-50H-431-0000-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Brunnsinventering, [EXF-2023-00924-50H-007-0000-0001](#), AFRY 2026-08-18
- Projekterings PM Hydrogeologi, [EXF-2023-00924-50H-025-0000-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Naturvärdesinventering, [EXF-2023-00924-04A-025-0000-2002](#), AFRY 2024-12-13

2 Underlag för projektering

2.1 Planerad konstruktion

Den nya spårvägen utgår från hållplatsen Lindholmen och följer Lindholmsallén söderut mot ett nytt tråg och tunnel. Spårvägen går i markplan längs Lindholmsallén, korsar bil-, gång- och cykeltrafik, och spåren är täckta med gräs eller sedum för att minska buller. Söder om Lindholmsallén övergår spårvägen från ett 50 meter långt betongtråg som denna detaljplan fokuserar på.

Vid grönytan mellan tråget och Gamla Ceresgatan planeras även ett skyfallsmagasin och pumpstation för att hantera extrema nederbörd.

Se Figur 1 för preliminär planområdesgräns samt placering av skyfallsmagasin och tråg.

3 Befintliga förhållanden

Det undersökta området börjar vid Lindholmsallén, Lindholmens cirkulationsplats och sträcker sig till norra Plejadgatan strax innan Backateatern, se Figur 1 för preliminär planområdesgräns.

3.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Inom preliminär planområdesgräns finns parkering och vägar som trafikeras av både spårvagns-, buss- och biltrafik. Det finns även ledningar bland annat gasledningar och dagvattenledningar.

3.2 Topografi och markbeskaffenhet

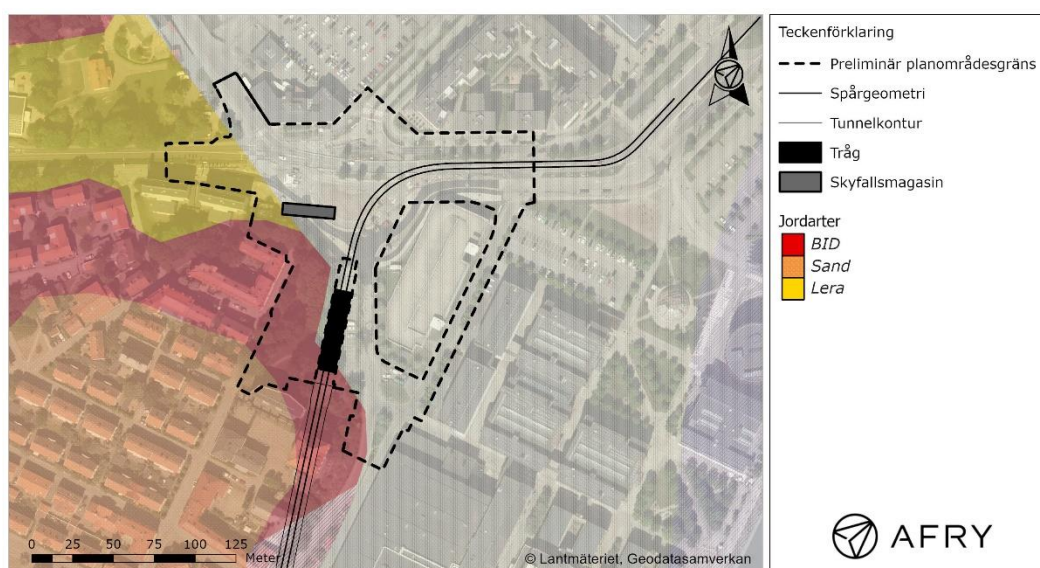
Det aktuella undersökningsområdet är främst en stadsmiljö med hårda ytor som asfalterade gator, park- och grönområden.

Lindholmsallén består av asfalterade gator, parkeringsytor och grönytor. Markytan inom området kring Lindholmsallén ligger på nivån +2,3. I anslutning till Lindholmsallén finns en rondell. Söder om rondellen ligger en parkeringsplats nordost om Gamla Lindholmen. Längst med parkeringen och Plejadgatan finns det berg i dagen i väst där Gamla Lindholmen ligger. Gamla Lindholmen består av stenbelagda och asfalterade gator samt innegårdar. Markytan vid Gamla Lindholmen varierar mellan nivå +14,7 och +8,1 och berget sluttar ner mot Lindholmsallén.

3.3 Geologiska förhållanden

Utförda undersökningar visar att jordlagerföljden vid Lindholmens cirkulationsplats består av fyllning som ligger ovanpå lera, som i sin tur ligger ovanpå friktionsjord på berg. Där berget sluttar som brantast har ingen friktionsjord ovanpå berget kunnat utvärderas, och det antas att leran ligger direkt på berget, se Figur 1 för jordarter.

Sonderingar visar att djupet till berg varierar inom större delen av området. Det är grundast nära Gamla Lindholmen och blir djupare längre ut i Lindholmsallén. Nära Gamla Lindholmen varierar djupet till berg mellan 2 och 30 meter, medan det längre ut i Lindholmsallén varierar mellan 60 och 85 meter. Fyllningen består mestadels av sand och grus, och dess tjocklek varierar mellan cirka 3 och 4 meter. Lerans mäktighet varierar mellan 2 och 80 meter. Friktionsjord under lera förekommer lokalt och varierar i mäktighet.



Figur 1. Utdrag ur SGU:s jordartskarta över Lindholmen. Rastrerat område indikerar att det ytliga jordlagret består av fyllnadsmassor. BID = Berg i dagen.

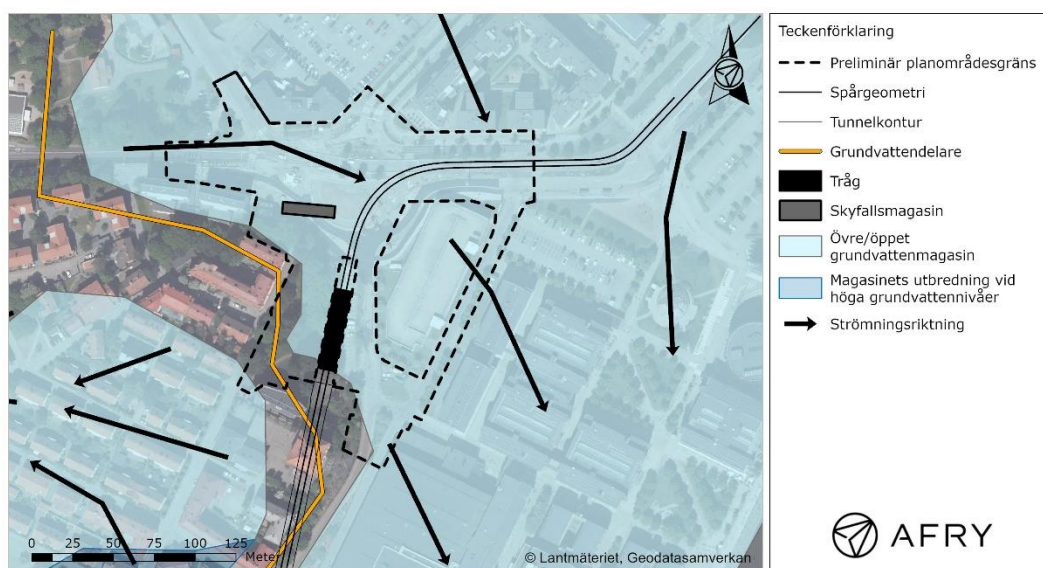
3.4 Hydrogeologiska förhållanden

Inom området bedöms det huvudsakliga grundvattenmagasinet utgöras av ett öppet grundvattenmagasin i fyllnadsmassor. Ett annat öppet magasin finns i sandavlagringen på Gamla Lindholmen. Dessa två grundvattenmagasin är inte kopplade till varandra eftersom berget fungerar som en naturlig barriär, se Figur 2. Det finns potentiellt ett undre magasin i friktionsjorden under leran.

Observerade grundvattennivåer inom fyllnadsmassor under perioden 2023–2024 visar att grundvattennivån inom preliminär planområdesgräns varierar från marknära till ca 1,5 meter under markytan.

Observerade grundvattennivåer i fyllnadsmassorna under årsperioden 2023–2024 visar att i Lindholmsallén har nivån varierat mellan +0,5 och +1,4, motsvarande 0,6–1,6 meter under markytan. Vid Lindholmens cirkulationsplats har den observerade grundvattennivån varierat mellan +0,7 och +1,5, motsvarande 0,6–1,6 meter under markytan. Vid Norra Plejadgatan har grundvattennivån varierat mellan +1,5 och +2,35, motsvarande 0,3–1 meter under markytan. Den öppna grundvattenmagasinet strömriktning går sydöst mot Lindholmskajen och Göta Älv.

Översta jordlagret på Lindholmen har exploaterats och har då fått sitt översta jordlager omarbetad och succesivt utbytt mot mer klassiska fyllnadsmaterial. Genomsläpplighet för fyllnadsmaterialet är hög och ligger på 1×10^{-5} m/s. Lerlagret under fyllnadsmassor har låg genomsläpplighet.



Figur 2. Konceptuell hydrogeologisk modell visande de övre grundvattenmagasinens utbredning, grundvattendelare och grundvattenströmningsmönster.

4 Bedömning av omgivningspåverkan

4.1 Beräkningsförutsättningar

Grundläggningsarbete för tråget och skyfallsmagasinet kräver tillfällig grundvattenbortledning under byggskedet. Under driftskedet kommer ingen permanent grundvattenbortledning krävas och för att undvika påverkan på naturlig



grundvattenströmning kommer ett lager av genomsläppligt material användas under tråget och skyfallsmagasinet.

Påverkan på grundvattenförhållande i omgivningen har utvärderats genom att beräkna avståndet från anläggningen inom vilket grundvattennivåerna sänks av. Detta har beräknats genom att använda Sveriges geologiska undersökning (SGU)¹ metod 1b för öppna grundvattenmagasin.

Antagande som gjorts vid beräkning är följande:

- Medelgrundvattennivån vid tråget och närområde antas vara +2,0 och prognosticerad maxnivå +2,35 (marknivå).
- Grundvattenbildning till jord 170 mm/år.
- Hydraulisk konduktivitet (genomsläpplighet) i fyllnadsmassor är 1×10^{-5} m/s.
- Effektiv hydraulisk konduktivitet (genomsläpplighet) genom spont (läckage genom skarvar) ligger på $2,5 \times 10^{-7}$ m/s.
- Schakten för tråget är 65 meter lång och 10 meter bred.
- Schakten för skyfallsmagasinet är 32 meter lång och 7,3 meter bred.
- Tillåten förändring i grundvattennivå vid påverkansområdets gräns är 0,3 m

Beräkningar utfördes för två scenarier:

1. Spontens tätande förmåga ignoreras och det antas full kontakt mellan schakt och omgivande fyllnadsmassor
2. Spontens tätningssegenskaper beaktas. Den effektiva hydrauliska konduktiviteten har beräknats under antagandet att allt inläckage sker genom skarvar i spanten.

4.2 Resultat

Vid byggskede för tråget visar resultat att påverkansområde utan användning av spont blir 40 meter från schaktkant. Vid användning av spont blir påverkansområdet 10 meter från schaktkant.

Vid byggskede för skyfallsmagasinet visar resultat att påverkansområde utan användning av spont blir 35 meter från schaktkant. Vid användning av spont blir påverkansområdet 8,5 meter.

Återfyllningsmassor runt tråget och skyfallsmagasinet är genomsläpplig och bedöms motsvara nuvarande förhållande och ingen permanent påverkan på grundvattenförhållande förväntas under driftskede.

4.3 Bedömning

Beräkningarna har gjorts för byggskedet. Inga fler beräkningar behövs för driftskedet då det planerade lösningen med genomsläppliga materialet under betongkonstruktionen förväntas förhindra vattenansamlingar/dämningseffekter. Ett kontrollprogram ska upprättas för att säkerställa att systemet fungerar som planerat och att inga aktiva åtgärder, såsom infiltrationsbrunnar, behövs.

Inom preliminär planområdesgräns ligger inga enskilda vatten- eller energibrunnar. Utanför preliminär planområdesgräns ligger det totalt 30 energibrunnar vid Lindholmens tekniska gymnasium, med ett djup på mellan 136 och 150 meter djupa.

¹ SGU <https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/bedomning-av-influensomrade-avseende-grundvatten/berakningsmodeller/analytiska-modeller/modell-1/>

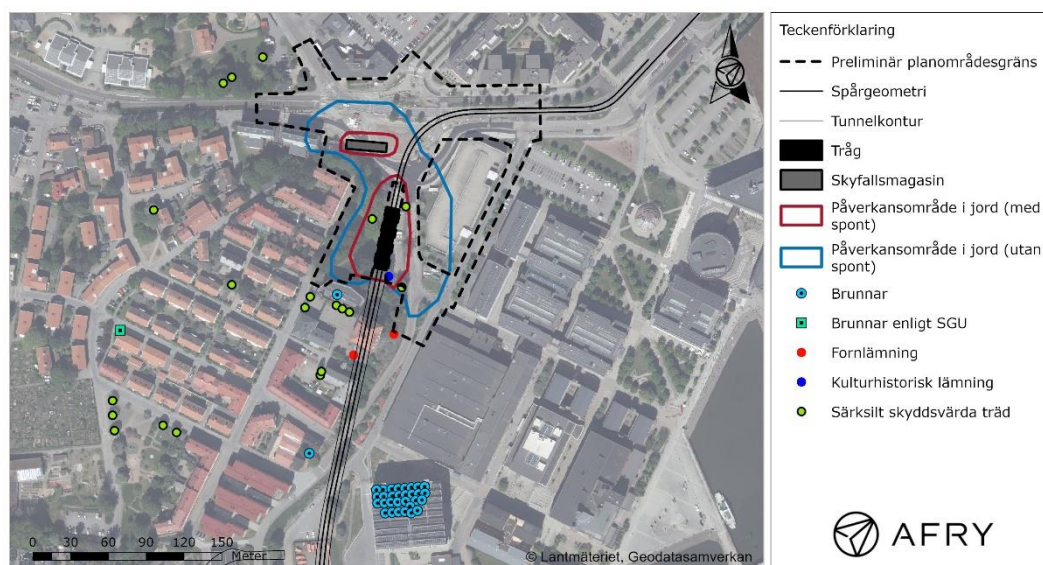
Ytterligare två energibrunnar finns utanför preliminär planområdesgräns sydöst om tråget enligt SGU:s brunnarkiv² men detta har inte kunnat fastställas under utförd brunnsinventering. Tråget schaktas huvudsakligen i jord och ingen påverkan på grundvattenförhållande förväntas. Därför bedöms ingen påverkan på enskilda energibrunnar, se Figur 3.

Enligt Riksantikvarieämbetet³ finns det en kulturhistorisk lämning inom preliminär planområdesgräns.

Inom påverkansområde kan det finnas byggnader som har en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar. Byggnadsinventering pågår för utredning av sättningskänsliga byggnader. Även markförlagda ledningar inom området kan komma att skadas vid sättningar.

Inom preliminär planområdesgräns finns det skyddsvärda träd som bedöms ha vant sig vid en varierad tillgång till grundvatten och bedöms inte påverkas av eventuell grundvattensänkning. Inga brunnar finns inom eller i närheten av planområdet.

Påverkansområdet gäller för byggskedet och ingen påverkan förväntas i driftskedet.



Figur 3. Bedömt påverkansområde i jord under byggskede till följd av anläggning/byggnation av tråg och skyfallsmagasin. Påverkansområdet presenteras för två scenarion; om arbete utförs med spont eller utan. Figuren redovisar även identifierade skyddsobjekt, inventerade byggnader redovisas ej i figur, endast i text.

5 Åtgärder

5.1 Byggskede

Arbeten under rådande grundvattennivå skall ske inom tätkonstruktion. Tätkonstruktion utgörs av tät spont som slås ned i lera.

5.2 Driftskede/Permanentkede

Generellt får ingen dränering för byggnad placeras så att grundvattnets trycknivå i omgivning påverkas.

² SGU's <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>

³ Fornsök Riksantikvarieämbetet <https://app.raa.se/open/fornsok/>

Kravet medför att det som ligger under rådande grundvattennivåer ska:

- placeras inom tätkonstruktion (spont e.d.). Fyllning mellan byggnad och tätkonstruktion dräneras genom självfall eller pumpning, beroende av lokala förhållanden.

Eller

- utföras som en vattentät konstruktion, dimensionerad för upplyft.

Ingen påverkan förväntas under driftskede, då tråget och skyfallsmagasinet är tätkonstruktioner. Dessutom läggs dräneringsmaterial runt tråget och skyfallsmagasinet för att undvika risk för dämning av grundvattenströmning.



AFRY

Lindholmsförbindelsen

PM Hydrogeologi

Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde tunnel och hållplats Stigberget inom stadsdelarna Lindholmen, Majorna, Slottsskogen, Olivedal

Godkänd
Samråd
Detaljplan
2025-11-28
Version: _

Teknikansvarig, Teknikområde
J. Dinger, Hydrogeologi
Organisation
AFRY
Godkänd av
Peter Lundman
Projekt ID
D0038958
Datum
2025-11-28
Rev. datum

Version

—

Beställare
Stadsbyggnadsförvaltningen,
Göteborgs Stad



**Göteborgs
Stad**

Ärendenummer
SBF 2023-02222

Lindholmsförbindelsen

EXF-2023-00924-50H-025-0000-4001
PM Hydrogeologi

Framsidesbild: Göteborgs Stad

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	10
1.1	Lindholmsförbindelsen	10
1.2	Detaljplaner.....	11
1.3	Syfte och mål	12
1.4	Avgränsning	12
1.5	Tidigare/utförda undersökningar	12
2	Underlag för projektering	13
2.1	Planerad konstruktion	13
3	Befintliga förhållanden	13
3.1	Befintliga byggnader och anläggningar.....	13
3.1.1	Delsträcka Lindholmen.....	13
3.1.2	Delsträcka Stigberget	13
3.1.3	Delsträcka Linné	13
3.2	Topografi och markbeskaffenhet	14
3.2.1	Delsträcka Lindholmen.....	14
3.2.2	Delsträcka Göta älv	14
3.2.3	Delsträcka Stigberget	14
3.2.4	Delsträcka Linné	14
3.3	Geologiska förhållanden	15
3.3.1	Delsträcka Lindholmen.....	15
3.3.2	Delsträcka Göta älv	16
3.3.3	Delsträcka Stigberget	16
3.3.4	Delsträcka Linné	17
3.4	Hydrogeologiska förhållanden	19
3.4.1	Delsträcka Lindholmen.....	19
3.4.2	Delsträcka Göta älv	20
3.4.3	Delsträcka Stigberget	21
3.4.4	Delsträcka Linné	23
4	Bedömning av omgivningspåverkan	26
4.1	Delsträcka Lindholmen.....	26
4.1.1	Tråg	26
4.1.2	Tunnel	28
4.2	Delsträcka Göta älv (Sänktunnel).....	30
4.2.1	Förutsättningar	30
4.2.2	Resultat	30
4.2.3	Bedömning.....	30
4.2.4	Bergstunnel.....	31
4.2.5	Entrébyggnad till hållplats Stigbergstorget	33

4.2.6	Underjordisk hållplats vid Stigbergstorget	33
4.3	Delsträcka Linné	35
4.3.1	Förutsättningar	35
4.3.2	Resultat	35
4.3.3	Bedömning	38
5	Skyddsåtgärder	40
5.1	Ytterligare undersökningar	40



Rapportshistorik

Ver. #	Fyll i text.	Checked status Fyll i datum.	Sign Sign	Approval Fyll i datum.	Sign Sign



Sammanfattning

Lindholmsförbindelsen är ett projekt inom Sverigeförhandlingen som syftar till att etablera en ny spårvägsförbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen i Göteborg. Projektet är uppdelat i olika etapper och har som mål att förbättra stadens stornät genom att överbygga naturliga barriärer som Göta älv och Stigberget. Detta ska bidra till att skapa nya resvanor och förbättra kollektivtrafikens effektivitet.

Tre detaljplaner har utarbetats för att pröva lämpligheten för utbyggnad av spårväg både i tunnel och ovan mark, samt för att planera entrébyggnader och torgytor. Denna detaljplan fokuserar på delområde tunnel genom Lindholmen – Linnéplatsen, inklusive tråg.

Lindholmsförbindelsen innebär betydande utmaningar när det gäller hantering av grundvatten, särskilt med tanke på de varierande geologiska och hydrogeologiska förhållandena längs den planerade tunnelsträckningen. Genom undersökningar och utredningar har projektet identifierat kritiska punkter där grundvattenförhållandena kan påverka tunnelbyggandet.

För att säkerställa projektets genomförande krävs noggranna riskbedömningar och skyddsåtgärder, inklusive:

- System för skyddsinfiltration för att motverka grundvattensänkning.
- Tätningåtgärder för att täta berget och minska inläckage av grundvatten.
- Kontinuerlig övervakning av grundvattennivåer och sättningar.

Genom att implementera dessa åtgärder kan projektet genomföras på ett hållbart sätt och bidra till en förbättrad kollektivtrafiklösning i Göteborg.

Förutsättningar

De geologiska förhållandena i Göteborgsregionen utgörs huvudsakligen av uppstickande berg, som separeras av djupa dalgångar fyllda av mäktiga sedimentlager. Den vanligaste jordarten är morän, som ligger direkt på berget. Ovanpå moränen finns finkornigare jordarter som silt och lera. Överst i området utgörs jordlagerföljden vanligen av fyllnadsmaterial, på vilket bebyggelsen i Göteborg vanligtvis har anlagts. Detta material är vanligtvis grovt och består mest av krossat stenmaterial. På högre områden ligger berget nära markytan, och där saknas ofta fyllnadsmaterial.

Grundvatten är vatten som fyller hålrum i jorden eller berget. Förekomst av grundvatten beror på platsens geologi. Längs Lindholmsförbindelsens sträckning bedöms grundvatten förekomma i ett övre öppet magasin i fyllnadsmassor ovan lera, ett undre magasin i friktionsjord närmast berg samt som grundvatten i berg. Det undre magasinet är huvudsakligen slutet förutom i gränsområdet mellan lerområden och höga bergnivåer där det kan förekomma randzoner där det undre magasinet är öppet och kan ha kontakt med det övre öppna magasinet.

Delsträcka Lindholmen

Delsträckan Lindholmen sträcker sig från Lindholmsallén till Göta älv. Området består av gator, parkeringsytor och grönytor med varierande marknivåer från ca +1 till +15.

Grundvattnet förekommer i fyllnadsmaterial som överlagrar lera, vilket utgör ett övre grundvattenmagasin, eller potentiellt i friktionsjorden under leran vilket utgör ett

undre grundvattenmagasin. Inom hela delsträckan förekommer även grundvatten i bergets sprickor. En svaghetszon i berget som sträcker sig i väst-östlig riktning förekommer vid Gamla Lindholmen. Undersökningar har visat på hög genomsläpplighet i svaghetszonen. Befintligheter i berget bidrar till redan påverkade grundvattennivåer.

Grundvattenmätningar visar att grundvatten påträffas cirka 0–1,5 meter under marknivån norr om Gamla Lindholmen, och cirka 2 meter under marknivån i sandavlagringen uppe på Gamla Lindholmen. Grundvattennivån i berg varierar mellan 2–17 meter under marknivån.

Grundvattnets flödesriktning i det övre magasinet rör sig generellt från Lindholmencirkulationsplats mot Lindholmskajen och Göta älv. På Gamla Lindholmen är den generella grundvatten flödesriktningen mot väst. Grundvattnets flödesriktning i berg har ett generellt flöde söderut mot Göta älv.

Delsträcka Göta älv

Bottentopografin inom delsträcka Göta älv varierar mellan -3 och -11, grundast närmast Lindholmen och djupast vid södra halvan av älven.

Grundvatten antas finnas både i friktionsjord under lera och i bergets spricksystem längs Göta älv. Exakta nivåer är okända då inga mätningar gjorts på sträckan, men tidigare projekt (Västlänken, Hisingsbron och Karlatornet) tyder på ett grundvattentryck runt +2 i älvens mitt. Grundvattnet i friktionsjorden norr och söder om älven strömmar mot älven och därefter vidare västerut i älvens riktning.

Delsträcka Stigberget

Topografin inom delsträcka Stigberget varierar kraftigt från ca +3 vid kajen till ca +63 vid Bergvalls Trappor, nära Slottsskogen.

Vid Stigbergstorget och vidare söderut längs Bangatan förekommer grundvatten i ett övre grundvattenmagasin i fyllnadsmassor och friktionsjord ovan varviga jordarter med inslag av silt och lera. Under de tätande jordarterna förekommer ett undre grundvattenmagasin i friktionsjord ovan berg. Det undre magasinet är mestadels slutet, men kan ha öppna magasinförhållanden där tätande lager saknas.

Inom hela delsträckan förekommer även grundvatten i bergets sprickor. Befintligheter i berget bidrar till redan påverkade grundvattennivåer. En svaghetszon i berget som sträcker sig i väst-östlig riktning förekommer vid Fjällgatan. Undersökningar har visat på hög genomsläpplighet i svaghetszonen.

Grundvattennivåerna i övre magasin varierar mellan ca 1 och 3 meter under markytan inom området. Grundvattennivåerna i undre magasin varierar mellan ca 3 och 11 meter under markytan från Stigbergskajen och söderut längs Bangatan. I berget varierar grundvattennivåer mellan 2 och 30 meter under markytan.

Grundvattnets flödesriktning i det övre magasinet rör sig generellt mot väst från Stigbergstorget. Grundvattnets flödesriktning i det undre magasinet rör sig mot väst, från Stigbergstorget. Grundvattennivåerna i berg har ett generellt flöde norrut mot Göta älv.



Delsträcka Linné

Linnéplatsens topografi varierar kraftigt, med marknivåer från cirka +15 meter vid Linnéplatsen till omkring +70 meter i Slottsskogens norra del. Höjdskillnaderna sträcker sig främst i nordsydlig riktning. Området består av stadsmiljö med sten- och asfaltytor samt grönområden, särskilt kring Göteborgs naturhistoriska museum

Inom delsträckan finns det två grundvattenmagasin i jord: ett övre öppet i fyllnadsmassor och ett undre i friktionsjorden under leran. Det undre magasinet är i huvudsak slutet men har öppna magasinförhållanden i delar av området där ett tätande lager saknas. I dessa områden bedöms det undre och övre magasinet ha hydraulisk kontakt. Längs delsträcka Linné förekommer även grundvatten i bergets spricksystem, som bedöms stå i hydraulisk kontakt med ovanliggande jordlager av friktionsjord. Undersökningar har visat på hög genomsläpplighet i svaghetszonerna som huvudsakligen återfinns med nord-sydlig riktning vid Jungmansgatan, Vegagatan samt nedanför sluttningen mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen. Genomsläppligheten i ytligt berg är medelhög. Undersökt bergmassa är i övrigt förhållandevis tät med undantag från enstaka sprickzoner.

I höjdområdena vid Göteborgs naturhistoriska museum förekommer endast jordavlagringar med liten mäktighet ovan berget. Dessa sedimentavlagringar har en begränsad magasineringsförmåga och bedöms därmed inte utgöra grundvattenmagasin. Genomsläppligheten i ytberget är medelhög. Bergmassan i övrigt är förhållandevis tät med undantag av enstaka sprickzoner.

Inom delsträcka Linné varierar grundvattennivån i det öppna magasinet mellan cirka 0,2–3,5 meter under markytan. Inom delsträcka Linné varierar grundvattennivån i det slutna magasinet mellan cirka 0,1–3,4 meter under markytan. Grundvattennivåmätningar i berg har utförts i tre provpunkter och grundvattennivån varierar mellan 1,5 och 17 meter under markytan.

Grundvattnets flödesriktning i det öppna magasinet vid Vegasvackan är österut mot Linnéplatsen. Grundvattnets flödesriktning i det undre slutna grundvattenmagasinet vid Vegasvackan är dels norrut längs Vegagatan, dels österut mot Linnégatan. På östra sidan av både det undre slutna och det öppna magasinet är flödesriktningen riktad från Annedalsområdet norrut mot Linnégatan. I dalgången längs Linnégatan är grundvattenströmningen nordlig.

Konsekvenser

Utbyggnad av tråg samt tunneldrivning i berg och byggnation av betongtunnel kan medföra att det naturliga hydrogeologiska systemet påverkas både i bygg- och driftskedet, exempelvis genom inläckage av grundvatten till tunneln.

Inläckage kan resultera i sänkta grundvattennivåer i berg och jord vilket kan leda till förändrad grundvattenströmning. En sänkning av grundvattennivån kan riskera att medföra ett flertal negativa effekter på grundvattenberoende grundläggningar, ledningsnät, brunnar, ekosystem och naturvärden samt markföroreningar.

Delsträcka Lindholmen

Anläggningen inom Lindholmen kan komma att orsaka en sänkning av grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Vid Gamla Lindholmen har en hydraulisk koppling mellan grundvattennivån i berg och porttrycken i lera påvisats.

Inom influensområde för delsträcka Lindholmen kan det förekomma skyddsobjekt som riskerar att bli påverkade; byggnader med en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar samt energibrunnar.

Delsträcka Göta älv

Anläggningen inom Lindholmen kan komma att orsaka en sänkning av grundvattennivån i byggskede men bedöms återställas under driftskede. Påverkansområdet för Göta älv har inte beräknats, utan bedömts preliminärt utifrån närliggande projekt. Detta då inga nya undersökningar av grundvattenmagasinet under älven har utförts inom ramen för detta projekt.

Längs med älvstränderna kan det finnas byggnader med grundläggning som är känslig för förändringar i grundvattennivå. Skyddsåtgärder kan komma att krävas för att motverka påverkan på portrycket i lera, särskilt i områden där sättningskänsliga byggnader förekommer.

Delsträcka Stigberget

Anläggningen inom Stigberget kan komma att orsaka en sänkning av grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Vid Fjällgatan finns en svaghetszon i berg som bedöms kunna påverka grundvattennivåer och grundvattenströmningen lokalt närmast tunnel.

Inom influensområde för delsträcka Lindholmen kan det förekomma skyddsobjekt som riskerar att bli påverkade; byggnader med en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar samt energibrunnar.

Delsträcka Linné

Anläggningen kan komma att orsaka en sänkning av grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. En hydraulisk kontakt mellan berg och jord har observerats vid delsträcka Linné och en sänkning av grundvattennivån i berget påverkar också grundvattnet i jordens undre slutna magasin.

Inom preliminärt påverkansområde för grundvattensänkning inom delsträcka Linné förekommer flera skyddsobjekt som riskerar att bli påverkade; byggnader med en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar, en enskild vattenbrunn, energibrunnar, föroreningar, träd samt andra naturvärden såsom Fågeldammen och Karlsrodammen med omgivande miljöer.

Åtgärder

Inom delsträckorna Lindholmen, Stigberget och Linné krävs skyddsåtgärder för att begränsa påverkan från grundvattensänkning under bygg- och driftskedet. En möjlig åtgärd är skyddsinfiltration – en metod där vatten tillförs kontrollerat för att stabilisera grundvattennivåerna och minska påverkan på jord- och berggrunden.

Tätningåtgärder kommer att anpassas efter lokala geologiska förhållanden för att minimera inläckage till anläggningen. Ett kontrollprogram ska säkerställa att grundvattennivåerna övervakas kontinuerligt och att skyddsåtgärderna är effektiva. Mätningar genomförs både under byggfasen och i driftskedet för att verifiera att nivåerna hålls inom acceptabla gränser.

Skyddsåtgärder för att förebygga föroreningsspridning, sättningar och påverkan på dricksvatten- respektive energibrunnar som är lokaliserade i nära anslutning till planerade anläggningsarbeten kommer att undersökas vidare.

1 Inledning

1.1 Lindholmsförbindelsen

Inom ramen för Sverigeförhandlingen planerar Göteborgs Stad för en ny fast förbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen. Den så kallade Lindholmsförbindelsen utgör en del av det större projektet *Spårväg och Citybuss Brunnsbo–Linné via Lindholmen*. Projektet innefattar ny spårväg med stadsbanekvalitet i tre etapper: Brunnsbo–Hjalmar Brantingsplatsen, Frihamnen–Lindholmen samt aktuellt projekt Lindholmen–Linnéplatsen (Lindholmsförbindelsen). Stadsbanekvalitet innebär att spårvägen ska gå på egen bana med få korsningar i plan och relativt glest placerade hållplatser, vilket skapar förutsättningar för att hålla en hög hastighet och en förhållandevis hög turtäthet.

Lindholmsförbindelsens funktion och lokalisering har tagits fram genom Göteborgs Stads stadsutvecklingsarbete. Förbindelsen pekas ut i stadens gällande översiktsplan liksom i det gemensamma kollektivtrafikprogrammet *Målbild Koll2035* som ett stråk för stadstrafikens stomnät. Lindholmsförbindelsen utgör en stor del av den planerade innerstadsringen som ska länka samman stadskärnan med övriga delar av innerstaden. Syftet med Lindholmsförbindelsen är att skapa en tvärlänk med goda resenärskvaliteter som överbryggar de naturliga barriärerna Göta älv och Stigberget. På så sätt förs stadens delar närmare varandra, stomnätet i de centrala delarna av Göteborg avlastas och nya resvanor skapas.

Lindholmsförbindelsen innefattar en ny spårvägskoppling som huvudsakligen planeras att gå i tunnel, med hållplatser vid Stigbergstorget (under jord) och på Linnéplatsen (i markplan). För att projektera och planlägga Lindholmsförbindelsen har Göteborgs Stad anlitat två konsulter, AFRY och COWI, som ansvarar för olika delar av sträckan. AFRY ansvarar för delen mellan Lindholmen och Vegasvackan, strax väster om Jungmansgatan, medan COWI ansvarar för den avslutande delen från Vegasvackan till Linnéplatsen. Arbetet sker i nära samverkan mellan de båda konsulterna och staden.

1.2 Detaljplaner

Göteborgs Stad har valt att planlägga Lindholmsförbindelsen som en järnvägsplan, vilket innebär att projektet ska följa *Lag om byggande av järnväg (1995:1649)*.

Projektet innebär även en påverkan på områden utanför järnvägsplanens gränser och eftersom spårväg inte får byggas i strid mot gällande detaljplaner eller områdesbestämmelser pågår parallellt stadsbyggnadsförvaltningens planläggning av tre detaljplaner.

- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde tunnel och hållplats Stigberget inom stadsdelarna Lindholmen, Majorna, Slottsskogen, Olivedal
- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Lindholmen inom stadsdelen Lindholmen
- Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Linnéplatsen inom stadsdelarna Annedal, Kommendantsängen, Olivedal, Slottsskogen och Änggården

1.3 Syfte och mål

Syftet med föreliggande dokument är att redovisa de hydrogeologiska förhållandena i planeringsskedet för delområde tunnel för utbyggnad av spår i tunnel och tråg längs sträckan, samt redovisa påverkan, riskbedömning, skyddsåtgärder och behov av kompletterande undersökningar. Detaljplanen omfattar även utbyggnad av entrébyggnaden till hållplatsen på Stigbergstorget, en ny underjordisk hållplats på Stigberget samt tillfarts- och servicetunnlar som tillhör spårtunneln.

1.4 Avgränsning

Föreliggande detaljplan är baserad på tidigare utförda undersökningar inom området. Lägen är angivna i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och nivåer är angivna i höjdsystem RH 2000.

Delsträcka Lindholmen: Från Lindholmsallén till Lindholmen, inklusive bergtunnel genom Gamla Lindholmen, service tunnel, tillfartstunnel Lindholmen samt tråg.

Delsträcka Göta Älv: Sänktunneln mellan Lindholmskajen och Stigbergskajen.

Delsträcka Stigberget: Från Stigbergstorget till Vegasvackan, inklusive den underjordiska hållplatsen vid Stigbergstorget, servicetunnel samt tillfartstunnel Oscarsleden och Jungmansgatan.

Delsträcka Linné: Spårtunnel i berg och betong samt tråg från Vegasvackan till Linnéplatsen samt spår i markplan söder om Linnéplatsen till Annedalsmotet.

1.5 Tidigare/utförda undersökningar

Tidigare undersökningar som utförts inom detaljplanområdet och som utgjort underlag för föreliggande utlåtande listas nedan;

- Brunnsinventering, [EXF-2023-00924-50H-007-0000-0001](#), AFRY 2026-08-18
- Markteknisk undersökning Geoteknik Lindholmen (MUR Geoteknik), [EXF-2023-00924-50G-531-0100-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Markteknisk undersökning Geoteknik Göta älv (MUR Geoteknik), [EXF-2023-00924-50G-531-0200-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Markteknisk undersökning Geoteknik Stigberget (MUR Geoteknik), [EXF-2023-00924-50G-531-0300-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Markteknisk undersökning Hydrogeologi (MUR Hydrogeologi), inkl. bilagor, [EXF-2023-00924-50H-431-0000-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Naturvärdesinventering, [EXF-2023-00924-04A-025-0000-2002](#), AFRY 2024-12-13
- Projekterings PM Geoteknik delsträck Göta älv, [EXF-2023-00924-50G-004-0200-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Projekterings PM Hydrogeologi, [EXF-2023-00924-50H-025-0000-2001](#), AFRY 2026-08-18
- Projekterings PM Hydrogeologi, Delsträcka Linné, [EXF-2023-00924-50H-025-0400-2001](#), Lindholmsförbindelsen, Systemhandling, COWI 2026-08-18
- MUR Hydrogeologi, Delsträcka Linné, inkl. bilagor, [EXF-2023-00924-50H-025-0400-2002](#), Lindholmsförbindelsen, Systemhandling, COWI 2026-08-18
- PM Brunnsinventering, Delsträcka Linné, [EXF-2023-00924-50H-025-0400-2003](#), Lindholmsförbindelsen, Systemhandling, COWI 2026-08-18
- MUR Geoteknik, Delsträcka Linné, [EXF-2023-00924-50G-531-0400-2001](#), Lindholmsförbindelsen, Systemhandling, COWI 2026-08-18

- PM Markmiljö, Delsträcka Linné, EXF-2023-00924-04C-025-0400-2001, Lindholmsförbindelsen, Systemhandling, COWI 2026-08-18

2 Underlag för projektering

2.1 Planerad konstruktion

Den nya spårvägen utgår från hållplatsen Lindholmen och följer Lindholmsallén söderut mot ett nytt tråg och tunnel. Tunnelsträckan (inklusive servicetunnel samt tillfartstunnlar Lindholmen, Oscarsleden och Jungmansgatan) anläggs till största delen i berg, med undantag för betongtunnlar vid påslag vid Lindholmen och Linnéplatsen samt en så kallad sänktunnel under Göta älv. Den norra tunnelmynningen kommer att ligga nära Plejadgatan på Lindholmen, medan den södra tunnelmynningen kommer att placeras vid Linnéplatsen. En entrébyggnad planeras vid Stigbergstorget där den kommer leda till en underjordisk hållplats under Stigbergstorget.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Befintliga byggnader och anläggningar

3.1.1 Delsträcka Lindholmen

Inom preliminär planområdesgräns finns parkering och vägar som trafikeras av både spårvagns-, buss- och biltrafik. Avvattning av hårdgjorda ytor sker via dagvattenbrunnar och avvattning av grönområden genom fördröjning och infiltration. Det finns även ledningar bland annat gasledningar, vattenledningar och dagvattenledningar. Under Santosskolan finns ett bergtrum som i huvudsak använts som skyddsrum och lager.

3.1.2 Delsträcka Stigberget

Vid delsträckan Stigberget finns cykel, gångbanor och passager för gående. Norr om Stigbergstorget sträcker sig E45/Oscarsleden, som är utpekad som riksintresse för kommunikation. Stigbergstorget är även en knutpunkt för spårvagnstrafiken.

Inom området finns Gathenhielmska kulturarvet och Gathenhielmska Huset, samt fler andra byggnader.

Avvattning av hårdgjorda ytor sker via dagvattenbrunnar och avvattning av grönområden genom fördröjning och infiltration. Det finns även ledningar bland annat gasledningar, vattenledningar och dagvattenledningar.

3.1.3 Delsträcka Linné

Vid delsträcka Linné finns vägar som trafikeras av både gång-, cykel-, spårvagns-, buss- och biltrafik. Inom området finns även befintliga hållplatser för spårvagns- och busstrafik, samt mindre områden för bilparkering.

I den västra delen av området, vid Jungmansgatan och Vegagatan, finns bland annat: flerbostadshus; Vegahemmet, vilket är en byggnad med vårdcentral och äldreboende; förskolan Jungmansgatan 65; en fotbollsplan vid Plikta, vilken är belagd med grus. I den norra delen av området finns bland annat flerbostadshus, vissa med affärsverksamhet i bottenplan, och förskolan Rosengatan. Uppe på höjden i områdets centrala delar ligger Göteborgs naturhistoriska museum. Vid de befintliga hållplatserna

för buss och spårvagn på Linnéplatsen i öster finns ett fåtal mindre byggnader såsom en servicebutik och ett gatukök samt en byggnad med offentliga toaletter.

Avvattning av hårdgjorda ytor sker via dagvattenbrunnar och avvattning av grönområden genom fördröjning och infiltration. I marken finns ledningar bland annat gasledningar, vattenledningar och dagvattenledningar. Ledningarna är belägna huvudsak i gatorna. Ett underjordiskt garage finns under innergården vid Nordostpassagen.

3.2 Topografi och markbeskaffenhet

Det aktuella undersökningsområdet består i huvudsak av stadsmiljö med hårdgjorda ytor, asfalterade gator, innegårdar till flerbostadshus samt park- och grönområde.

3.2.1 Delsträcka Lindholmen

Delsträcka Lindholmen sträcker sig från Lindholmsallén i norr till Stapelbäddskajen och Göta älv i söder. Lindholmsallén består av gator, parkeringsytor och grönytor, med en marknivå på +2,3. Vid Lindholmsallén finns en rondell och en parkeringsplats nordöst om Gamla Lindholmen. Gamla Lindholmen har stenbelagda och asfalterade gator, med marknivåer mellan +14,7 och +8,1, och markytan sluttar ner mot Lindholmsallén.

Öster om Kunskapsgatan går Göta älv in i en utsprängd mindre docka bredvid Kunskapsgatans parkering. Markytan inom området kring Kunskapsgatan ligger på +0,8 till +3,9.

3.2.2 Delsträcka Göta älv

Nivån på älvbotten inom området varierar mellan nivå -3 och -11. Grundast är det mot Lindholmen i viken mellan Stapelbäddskajen och parkeringsudden med en nivå mellan -3 och -4. Bottennivån sjunker sedan närmast etappvis söderut med en nivå mellan -5 och -6 närmast den norra älvstranden, -8 till -9 mot mitten och -10 till -11 i den södra halvan av älven som utgör farleden. Närmast stigbergssidan kan nivån åter igen öka och uppgår ställvis till en nivå på -8.

3.2.3 Delsträcka Stigberget

Stigbergskajen, Masthuggkajen och Oscarsleden har asfalterade ytor med marknivåer mellan +2,6 och +3,3. Söder om Stigbergstorget ligger Gathenhielmska Parken. Stigbergstorget har sten- och asfalterade ytor samt mindre grönytor, med marknivåer mellan +18,3 och +19,6.

Vid Bangatan och omgivande parkeringsytor ligger marknivåerna mellan +19,7 och +21,4. Marknivåerna kring Bergvalls Trappor som gränsar till Slottsskogen ligger mellan +61,8 och +62,9.

3.2.4 Delsträcka Linné

Topografin varierar kraftigt vid Linnéplatsen med omnejd. Från Linnéplatsen där marknivån är belägen på cirka +15 meter stiger nivån kraftigt till cirka +40 meter uppe vid Göteborgs naturhistoriska museum för att sedan sjunka till +31 vid Jungmansgatan och sedan brant uppåt till cirka +70 i Slottsskogens norra del. Topografiska sänkor och höjder breder ut sig främst i nordsydlig riktning.

Undersökningsområdets centrala delar består i huvudsak av stadsmiljö med stenlagda ytor, asfalterade gator, flerbostadshusgårdar samt park- och grönområden. I väster, söder och runt Göteborgs naturhistoriska museum förekommer större

sammanhängande grönområden med inslag av skog. Söder om Linnéplatsen, i Slottsskogens östra kant, finns två nord-sydligt utsträckta dammar kallade Fågeldammen och Karlsrodammen.

3.3 Geologiska förhållanden

3.3.1 Delsträcka Lindholmen

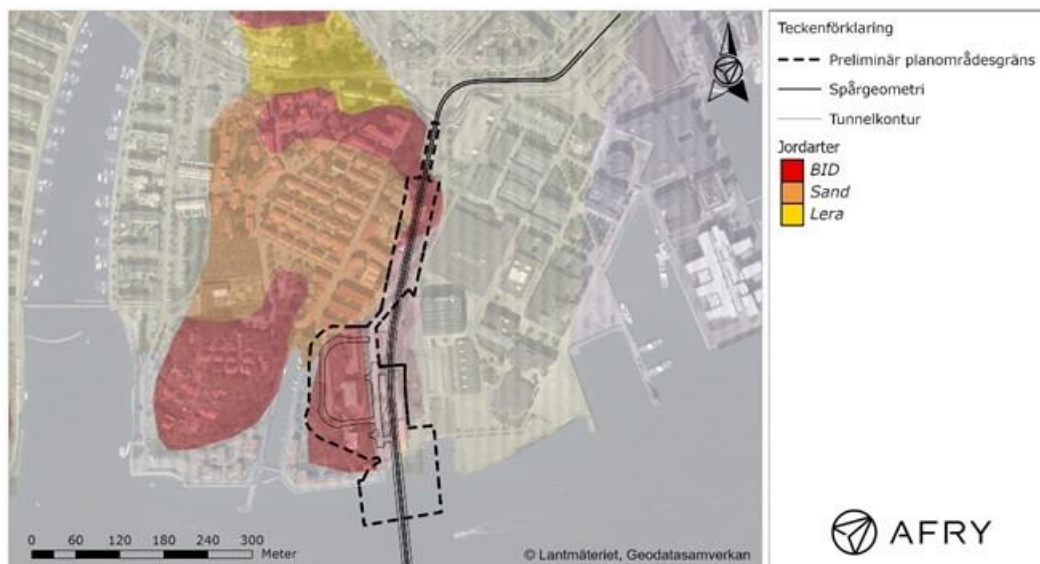
3.3.1.1 Jord

Utförda undersökningar visar att marken vid Lindholmens cirkulationsplats består av fyllning över lera, som i sin tur ligger på friktionsjord och berg. Där berget är brantast antas leran ligga direkt på berget. Djupet till berg varierar från 2 till 85 meter, med grundare djup nära Gamla Lindholmen och djupare längre ut i Lindholmsallén. Fyllningen består mest av sand och grus och är 3–4 meter tjock, medan leran är 2–80 meter tjock. Friktionsjord under lera förekommer lokalt och varierar i mäktighet.

Söderut, mot Lindholmens tekniska gymnasium och Lindholmskajen, består marken av fyllning direkt på berget eller på lera över friktionsjord på berg. Nära Gamla Lindholmen varierar djupet till berg mellan 0,5 och 5 meter och längre ut i öst varierar djupet mellan 5 och 60 meter. Fyllningen består till största delen av sand och grus och dess tjocklek varierar mellan cirka 2 och 8 meter. Lerans mäktighet varierar mellan 3 och 50 meter.

På Gamla Lindholmen visar utförda undersökningar att jordlagerföljden består av friktionsjord (morän) på berg, med djup till berg mellan 2 och 11 meter.

Figur 1 visar jordartskarta från Sveriges geologiska undersökningar¹ (SGU)



Figur 1. Utdrag ur SGU:s jordartskarta över Lindholmen. Rastrerat område indikerar att det ytliga jordlagret består av fyllnadsmassor. BID = Berg i dagen.

3.3.1.2 Berg

Undersökning inom delsträcka Lindholmen visar att berggrunden består av metabasit som övergår i gnejs.

¹ SGU <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

En stor svaghetszon vid Lindholmsvägen, den så kallade Moränsvackan, har identifierats genom borrhärdar. Denna zon är 3,9 meter bred och har en brant stupning.

Vid Santossskolan på Gamla Lindholmen finns en större sprängd bergskärning, cirka 180 meter lång och 9 meter hög, med förstärkning av bergbult och skyddsnät. Under skolan finns ett bergum.

3.3.2 Delsträcka Göta älv

3.3.2.1 Jord

Utförda undersökningar visar att jordlagerföljden under älven består av lera ovanpå friktionsjord, som i sin tur vilar på berg. I de områden där berget släntar som brantast har ingen friktionsjord ovanpå berget kunnat identifieras, och det antas att leran vilar direkt på berg. På grund av de stora lermäktigheterna i mitten av älven – lokalt upp till cirka 100 meter – har det inte varit möjligt att avgöra om sonderingarna avslutats i berg eller friktionsjord.

JB-sonderingarna visar att djupet till berg varierar inom större delen av området. Det är grundast intill kajerna i norr och söder, medan det är djupast i mitten av Göta älv. Vid Stapelbäddskajen och Lindholmen varierar djupet till berg mellan cirka 3 och uppskattningsvis 60 meter. I mitten av Göta älv ligger djupet till berg mellan cirka 70 och 80 meter, och intill Stigbergskajen varierar det mellan cirka 0,5 och 10 meter.

3.3.2.2 Berg

Inga bergtekniska undersökningar har utförts under Göta älv.

3.3.3 Delsträcka Stigberget

3.3.3.1 Jord

Utförda undersökningar vid Stigbergskajen visar att jordlagren består av fyllning (sand, grus och lera) direkt på berg eller plansprängd bergyta. Djupet till berg är som djupast vid kajen (cirka 3 meter) och grundare mot Oscarsleden. Fyllningens tjocklek varierar mellan 1 och 3 meter.

Vid Stigbergstorget har undersökningar visat att jordlagerföljden består av fyllnadsmaterial som underlagras av en varvig jord bestående av lera, sand, silt ovan friktionsjord på berg. Djupet till berg varierar, det är grundast nära Amerikagatan (1–7 meter) och norra Stigbergsliden (0,4 – 5 meter) för att sedan bli djupare ut i Stigbergstorget (3–18 meter). Fyllningens tjocklek är 1–3 meter. Under fyllningen är jorden så blandad att tjockleken på sand, lera och silt är svår att bestämma. Friktionsjorden under dessa lager är 0,1–1-meter tjock.

Vid norra delen av Bangatan som gränsar till Stigbergsliden består jordlagren av fyllning över varvig jord på friktionsjord på berg. För den resterande delen av Bangatan i riktning mot söder består jordlagren av fyllning över lera på friktionsjord på berg. Fyllningens tjocklek är 2–3 meter, lerans mäktighet varierar mellan 4–20 meter och friktionsjordens har en mäktighet på cirka 0,1–1 meter.

Vid södra Masthugget innan Slottsskogen består jordlagren av fyllning eller torrskorpelera över lera på friktionsjord på berg. Djupet till berg är 1–3 meter. Fyllningens tjocklek är cirka 1,3 meter, torrskorpelerans tjocklek 1,5 meter och lerans mäktighet 1,5 meter. Friktionsjordens mäktighet är 0,1–0,5 meter.

Figur 2 visar jordartskarta enligt Sveriges geologiska undersökning (SGU)².



Figur 2. Utdrag ur SGU:s jordartskarta över Stigberget, inklusive Bangatan, Masthugget och Slottsskogen. Rastrerat område indikerar att det yttliga jordlagret består av fyllnadsmassor. BID = Berg i dagen. Slottsskogen ingår i preliminär planområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

3.3.3.2 Berg

Undersökning inom delsträcka Stigberget visar att berggrunden består av gabbro med inslag av pegmatiter. Gabbroen är lokalt svagt folierad och övergår till granit i Slottsskogen. Övergången mellan gabbro och granit varierar mellan gabbro, metabasit och gnejs. Flera svaghetszoner har identifierats, främst mindre sprick- eller krosszoner, men även några större zoner.

En större svaghetszon vid Fjällgatan ansluter till Bangatan i sydvästra delen. Denna zon är mindre än 20 meter bred och har en brant stupning. Under Stigbergliden finns också en sprickzon med öst-västlig utbredning.

Vid Oscarsleden norr om Stigbergstorget finns en större sprängd bergskärning, cirka 200 meter lång och 16 meter hög, med förstärkning av bergbult och skydds nät.

3.3.4 Delsträcka Linné

3.3.4.1 Jord

Utförda undersökningar vid Vegasvackan (område 1 i Figur 3) visar att jordlagerföljden generellt utgörs av ett lager fyllning ovan torrskorpelera och lera som underlagras av friktionsjord på berg. Fyllningen har en mäktighet mellan cirka 0,25 och 1,5 meter. Ställvis har all naturligt lagrad jord ersatts av fyllning. Lerans mäktighet varierar mellan cirka 0 och cirka 7 meter. Frikktionsjorden består troligen av sand eller grusig sand, vars mäktighet uppgår till som mest 5 meter. Områden med endast den undre friktionen direkt på berg finns i de östra delarna av Vegasvackan samt väster om området. Jorddjupen minskar och övergår så småningom till berg i dagen alternativt med ett tunnare jordtäckte ovan berg. Enligt utförda jord-bergsonderingar varierar jorddjupet vid Vegasvackan mellan 0 och cirka 13 meter.

² SGU <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

Utförda undersökningar vid Linnéplatsen (område 2 i Figur 3) visar att den naturliga jordlagerföljden generellt utgörs av ett tunt lager mulljord ovan torrskorpelera och lera. Området har exploaterats vilket föranleder att fyllning förekommer överst i jordlagerföljden i stora delar av området. Leran underlagras av friktionsjord på berg. Fyllningen har en mäktighet mellan cirka 0,25 och 2,5 meter. Lerans mäktighet uppgår till som mest 25 meter. Mäktigheten på det tolkade friktionsjordslagret varierar mellan cirka 0,5 och 10 meter. Enligt utförda jord-bergsonderingar uppgår jorddjupen vid Linnéplatsen till 37 meter som mest.

Utförda undersökningar vid Annedalsmotet (område 3 i Figur 3) visar att den naturliga jordlagerföljden generellt utgörs av ett tunt lager mulljord ovan torrskorpelera och lera. Området har exploaterats vilket föranleder att fyllning förekommer överst i jordlagerföljden i stora delar av området. Leran underlagras av friktionsjord på berg. Fyllningen har en mäktighet mellan cirka 0,25 och 2,5 meter. Lerans mäktighet uppgår till cirka 22 meter som mest. Mäktigheten på det tolkade friktionsjordslagret varierar mellan cirka 0,5 och 11,0 meter. Enligt utförda jord-bergsonderingar uppgår jorddjupen till 34 meter som mest.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s jordartskarta över detaljplan för delsträcka Linné, inklusive Vegasvackan (område 1), Linnéplatsen (område 2) och Annedalsmotet (område 3). Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

3.3.4.2 Berg

Längs delsträcka Linné består berggrunden huvudsakligen av rödgrå gnejs. Ställvis genomskärs gnejsen av gångbergarter i form av rödvita pegmatiter och mörka metabasiter. Metabasiterna ligger ofta som skivor inlagrade i gnejsen. Gångbergarternas bredd varierar kraftigt från centimeter till flera meter.

Bergkvaliteten i området varierar. Bergmassan under områdets jordfyllda svackor vid Jungmansgatan respektive Vegagatan är på vissa ställen kraftigt uppsprucken, medan övrig bergmassa är bättre, med generellt acceptabel bergkvalitet. Svaghetszonernas utbredning i berggrunden går i nord-sydlig riktning med medelbrant till brant stupning.

Bergkvaliteten i dessa svaghetszoner är generellt dålig till mycket dålig. Vattenförlustmätningar från borrhål vid Vegagatan visar på hög genomsläpplighet i bergmassan. Bergtäckningen, avståndet mellan bergöverytan och tunneltaket vid Vegagatan är begränsat.

Intill sluttningen mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen visar undersökningar på mycket uppsprucken bergmassa. I kärnborrhål syns repeterande bergartskontakter mellan gnejs och metabasit vilket resulterar i övervägande dålig bergkvalitet.

3.4 Hydrogeologiska förhållanden

3.4.1 Delsträcka Lindholmen

Inom delsträckan finns två huvudsakliga grundvattenmagasin i jord och potentiellt ett undre magasin i friktionsjorden under leran. Grundvatten finns även i bergets spricksystem. Norr och öster om Gamla Lindholmen finns grundvatten i fyllnadsmassor och sandavlagringar. Dessa två magasin har ingen hydraulisk kontakt då berget fungerar som en grundvattendelare.

Observerade grundvattennivåer i fyllnadsmassorna under årsperioden 2023–2024 visar att grundvattennivån ligger cirka 0,6–1,6 meter under markytan vid cirkulationsplatsen norr om Gamla Lindholmen, med ett generellt flöde mot Lindholmskajen och Göta Älv (Figur 4). Årstidsvariationerna är störst nära Gamla Lindholmen (0,5–1 meter) och minskar längre bort (0,3–0,6 meter). I sandavlagringen på Gamla Lindholmen ligger grundvattennivån cirka 2 meter under markytan, med ett generellt flöde västerut. Årstidsvariationerna är 1–1,5 meter, och grundvattenrör kan vara torra under delar av året.

Djupet till grundvattennivån i berg varierar mellan 2 och 17 meter, med ett generellt flöde mot Göta Älv (Figur 5). Årstidsvariationerna är cirka 1 meter. En vattenförande zon har identifierats i Gamla Lindholmen(moränsvackan).

Vattenprover visar förhöjda salthalter nära Göta Älv, men inga andra parametrar som ökar risken för korrosion eller betongdegradering.

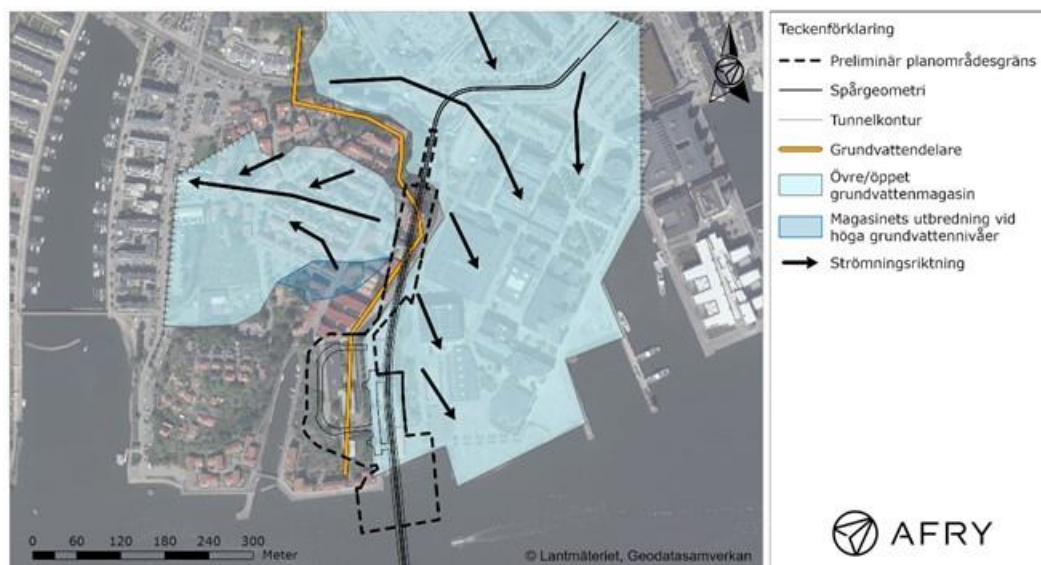
Grundvattenbildningen är högre i jord än i berg. Stadsmiljöns hårdgjorda ytor minskar infiltrationen, medan läckage från ledningssystem kan öka grundvattenbildningen. Det är svårt att exakt bestämma var grundvattenbildningen sker.

Bergskärningen längs Kunskapsgatan och undermarksanläggningen vid Santosskolan har påverkat grundvattennivåerna i berg.

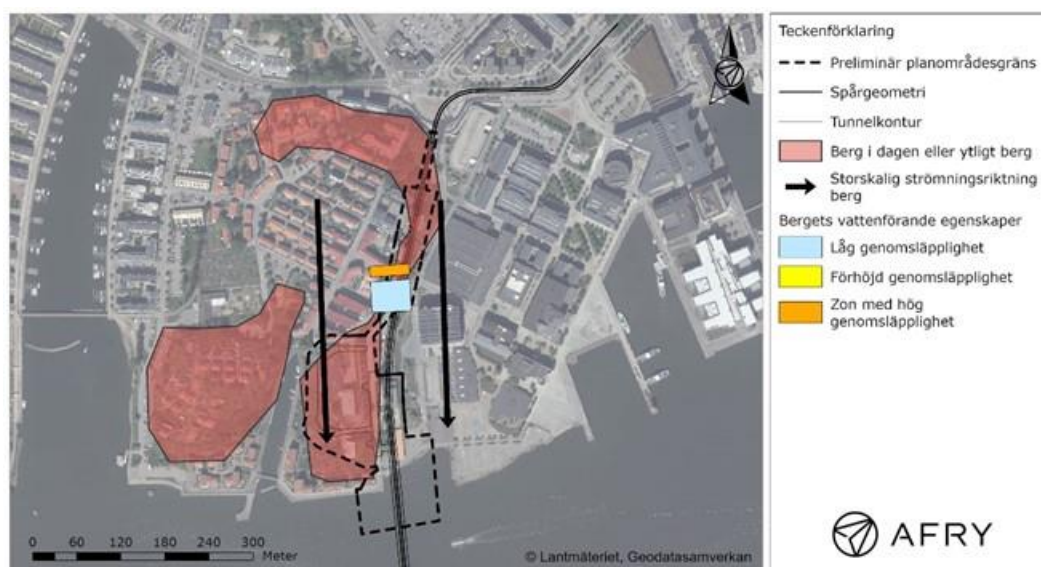
Det är troligt att en större del av grundvattenmagasinet på Gamla Lindholmen består av naturligt avsatta jordarter. Lindholmen har däremot exploaterats mer, vilket har lett till att det översta jordlagret har omarbetats och ersatts med fyllnadsmaterial som sprängsten eller bergkross.

Fyllnadsmassorna vid Lindholmsallén och Lindholmskajen har en hög genomsläpplighet och ligger på cirka 1×10^{-5} m/s. Sanden och fyllnadsmassorna på Gamla Lindholmen har en lägre genomsläpplighet och ligger på cirka 3×10^{-6} m/s.

Genomsläppligheten i berg är låg vid delsträckan Lindholmen och varierar mellan cirka 2×10^{-8} m/s och 9×10^{-8} m/s. Vid svaghetszoner i berg är genomsläppligheten högre och ligger mellan cirka 2×10^{-7} m/s och 8×10^{-7} m/s.



Figur 4. Konceptuell hydrogeologisk modell visande de övre grundvattenmagasinens utbredning, grundvattendelare och strömningsmönster.



Figur 5. Konceptuell modell visande grundvattnets storskaliga strömningsriktning i berg samt översiktlig redovisning av bergets vattenförande egenskaper.

3.4.2 Delsträcka Göta älv

Inom aktuell delsträcka antas grundvatten förekomma i ett slutet magasin i friktionsjorden som ligger direkt mot berg och överlagras av lera. Grundvatten bedöms förekomma även i bergets spricksystem längs hela sträckan.

Ingen grundvattennivåmätning har kunnat utföras längs delsträcka Göta älv, vilket innebär att rådande grundvattentrycknivå i friktionsjorden under leran eller i berg är okänd. Mätningar som har utförts längs älvstränderna inom ramen för andra projekt i Göteborg (Västlänken, Hisingsbron och Karlatornet) under perioden 2017–2019 indikerar att grundvattentrycknivån i det slutna magasinet under Göta älv kan ligga omkring +2 i mitten av älven, och något högre söder och/eller norr om älven. Årstidsvariationer i grundvattentrycknivån är inte kända, men det antas att nivåerna är relativt stabila över året. Det är möjligt att grundvattnet i friktionsjorden påverkas av



vattenståndet i älven och att det står i hydraulisk kontakt med grundvatten i ytberg och bergets spricksystem.

Grundvattnets strömningsriktning styrs främst av topografin, där grundvattnet i friktionsjorden norr och söder om älven strömmar mot älven och därefter vidare västerut i älvens riktning.

3.4.3 Delsträcka Stigberget

Vid Stigbergskajen finns grundvatten i fyllnadsmassorna som bedöms stå i kontakt med Göta älv. Vid Stigbergstorget och söderut längs Bangatan finns två grundvattenmagasin i jord: ett övre i fyllnadsmassor och ett undre i friktionsjord under lera eller varvig jord. Det undre magasinet är mestadels slutet men kan vara öppet där tätande lager saknas. Öster om Bangatan i södra Masthugget förekommer grundvatten i ett öppet magasin i den fyllning och friktionsjord som påträffas i området. Det förekommer ingen kontakt mellan grundvattennivåerna i jord i Masthugget och Stigberget. Grundvatten finns även i bergets spricksystem, i kontakt med friktionsjorden ovan.

Observerade grundvattennivåer under perioden 2023–2024 visar att grundvattennivån i övre magasin varierar mellan 1–3 meter under markytan vid Stigbergstorget. Vid spårvagnshållplatsen Stigbergstorget är grundvattenrören i fyllnadsmassorna oftast torra. Grundvattennivån kan tidvis påträffas ca 2,5 meter under markytan i det övre magasinet, med en bedömd strömriktning åt väster längs Karl Johansgatan (Figur 6). Grundvattennivån i det undre magasinet i friktionsjorden varierar mellan ca 3–4 meter under markytan vid torget med en strömriktning åt väster mot Sjöfartsmuseet. Utanför sjöfartsmuseet varierar grundvattennivån i det undre magasinet mellan ca 7 – 10 meter under markytan (Figur 7).

Vid korsningen Bangatan – Fjällgatan ligger grundvattennivån i övre magasin på cirka 1 meter under markytan. I det undre magasinet längs med hela sträcka varierar generellt observerade grundvattennivåer mellan 8–11 m under markytan, beroende på topografi, med en strömriktning norrut mot älven.

Grundvattennivåerna i berg längs med hela delsträckan varierar från 2 till 30 meter under markytan och blir djupare norrut mot Göta älv. Utförda grundvattenmätningar visar att grundvattennivåerna i berg har ett generellt flöde norrut mot Göta älv (Figur 8).

Vid Stigbergskajen är grundvattennivån i berg 1–1,5 meter under markytan, och vid Stigbergstorget och söderut längs Bangatan 8–12 meter under markytan. Inom Slottsskogen varierar grundvattennivåerna mellan 6 och 23 meter under markytan.

Flera svaghetszoner i berg har identifierats, med förhöjd vattenförande förmåga vid Stigbergskajen/Oscarsleden och i nordvästra Slottsskogen. En vattenförande zon finns även vid Fjällgatan.

Vattenprover visar förhöjda salthalter nära Göta älv och basiskt vatten med låg hårdhet och alkalinitet i östra Slottsskogen. Inga andra parametrar ökar risken för korrosion eller betongdegradering.

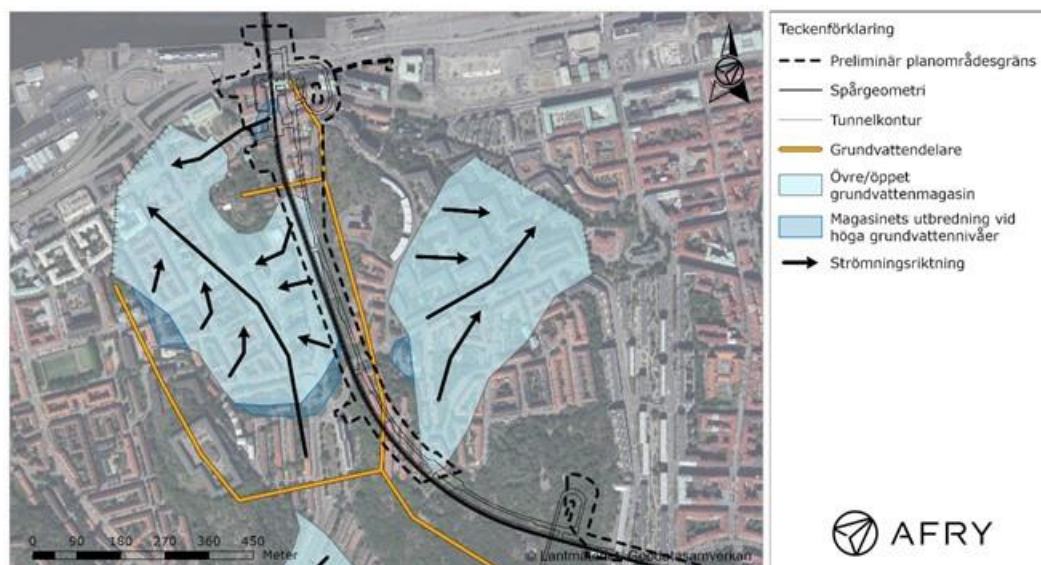
Grundvattenbildningen är högre i jord än i berg. Stadsmiljöns hårdgjorda ytor minskar infiltrationen, medan läckage från ledningssystem kan öka grundvattenbildningen. Befintliga undermarksanläggningar och bergskärningen vid Oscarsleden påverkar grundvattennivåerna.

Vid Stigbergstorget är jordarterna i det undre magasinet mer genomsläppliga än i det övre. Den genomsläppligheten för det övre magasinet i sand och fyllnadsmassor ligger på cirka 7×10^{-6} m/s, medan den i det undre magasinet i morän ligger på cirka 1×10^{-5} till 3×10^{-6} m/s.

Söderut längs Bangatan och mot rondellen vid Fjällgatan är genomsläppligheten i det övre magasinet hög och ligger på cirka 4×10^{-5} m/s. I det undre magasinet är genomsläppligheten lägre och ligger på cirka 4×10^{-6} m/s. Det undre magasinet består sannolikt av samma morän i hela delområdet, och skillnaderna i genomsläpplighet beror på materialets naturliga variation.

Sanden och fyllnadsmassorna i den övriga delen av sträckan har en måttlig genomsläpplighet på cirka 1×10^{-6} m/s.

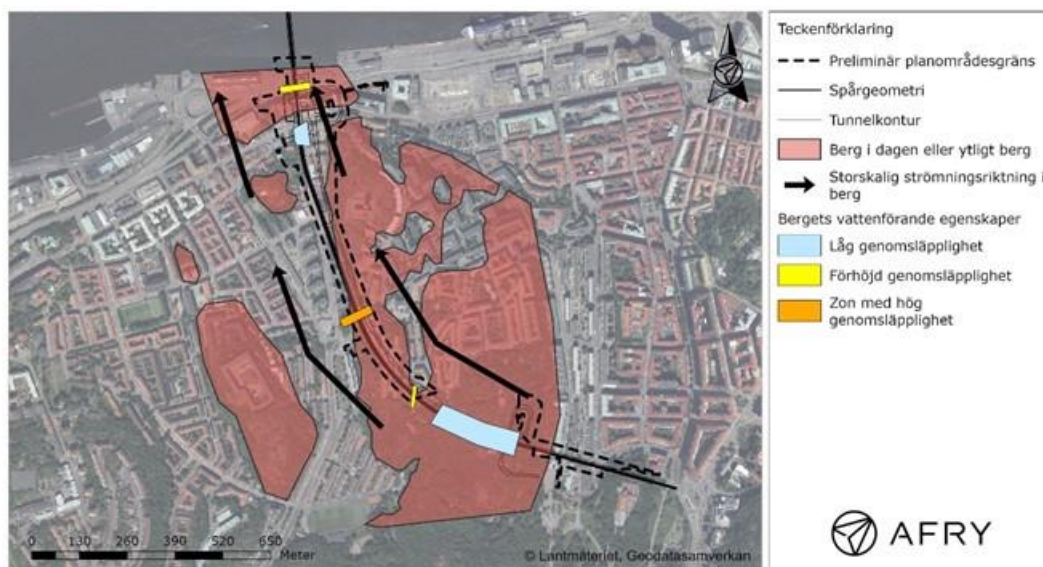
Genomsläppligheten i berg är låg vid Stigbergshållplatsen och ligger mellan 2×10^{-8} m/s och 9×10^{-8} m/s. I resten av delsträcka är genomsläppligheten lite lägre och varierar mellan 7×10^{-9} m/s och 4×10^{-8} m/s. Vid svaghetszoner i berg är genomsläppligheten högre och ligger mellan cirka 2×10^{-7} m/s och 8×10^{-7} m/s.



Figur 6. Konceptuell hydrogeologisk modell visande de övre grundvattenmagasinens utbredning, grundvattendelare och strömningsmönster. Slottsskogen ingår i preliminär planområdesgräns, men redovisas ej i kartan.



Figur 7. Konceptuell hydrogeologisk modell visande det undre grundvattenmagasinet utbredning, grundvattendelare och strömningsmönster. Slottsskogen ingår i preliminär planområdesgräns, men redovisas ej i kartan.



Figur 8. Konceptuell modell visande grundvattnets storskaliga strömningsriktning i berg samt översiktlig redovisning av bergets vattenförande egenskaper. Slottsskogen ingår i preliminär planområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

3.4.4 Delsträcka Linné

Inom delsträckan finns det två grundvattenmagasin i jord: ett övre öppet i fyllnadsmassor och ett undre i friktionsjorden under leran. Det undre magasinet är i huvudsak slutet men har öppna magasinförhållanden i delar av området där ett tätande lager saknas. I dessa områden bedöms det undre och övre magasinet ha hydraulisk kontakt. Längs delsträcka Linné förekommer även grundvatten i bergets spricksystem, som bedöms stå i hydraulisk kontakt med ovanliggande jordlager av friktionsjord. Undersökningar har visat på hög genomsläpplighet i svaghetszonerna som huvudsakligen återfinns med nord-sydlig riktning vid Jungmansgatan, Vegagatan samt nedanför sluttningen mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen.



Genomsläppligheten i ytligt berg är medelhög. Undersökt bergmassa är i övrigt förhållandevis tät med undantag från enstaka sprickzoner.

I höjdområdena vid Göteborgs naturhistoriska museum förekommer endast jordavlagringar med liten mäktighet ovan berget. Dessa sedimentavlagringar har en begränsad magasineringsförmåga och bedöms därmed inte utgöra grundvattenmagasin.

Inom delsträcka Linné varierar grundvattennivån i det öppna magasinet mellan cirka 0,2–3,5 meter under markytan. Grundvattennivåns årstidsvariation i det öppna magasinet är cirka 0,4–2,3 meter, med en generell variation mellan 0,5–1 meter.

Inom delsträcka Linné varierar grundvattennivån i det slutna magasinet mellan cirka 0,1–3,4 meter under markytan. Grundvattennivåns årstidsvariation i det slutna magasinet är cirka 0,4–2,7 meter, med en generell variation mellan 0,5–2 meter.

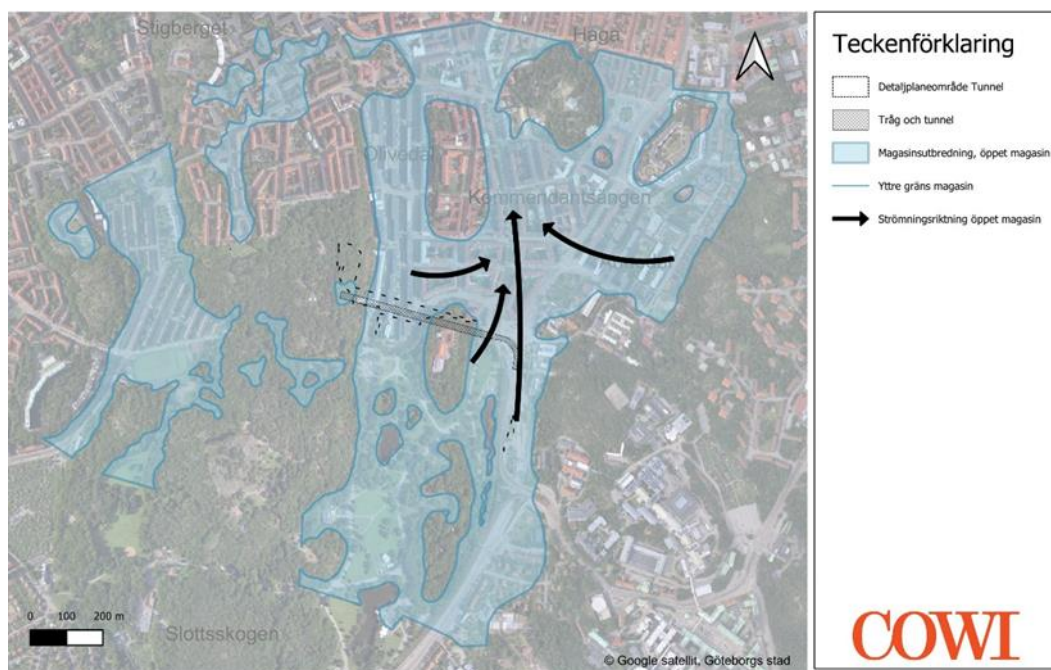
Grundvattennivåmätningar i berg har utförts i tre provpunkter. Uppe på berget vid Göteborgs naturhistoriska museum varierar uppmätt grundvattennivå kraftigt under året med en årstidsvariation på cirka 12 meter. Nivån har uppmätts till cirka 4–17 meter under markytan. Vid Vegagatan har grundvattennivån i berg uppmätts till 5–8 meter under markytan. I slänten upp mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen har grundvattennivån i berg uppmätts till 1–4 meter under markytan.

Grundvattnets flödesriktning i det öppna magasinet vid Vegasvackan är österut mot Linnéplatsen, se Figur 9. Grundvattnets flödesriktning i det undre slutna grundvattenmagasinet vid Vegasvackan är dels norrut längs Vegagatan, dels österut mot Linnégatan, se Figur 10. På östra sidan av både det undre slutna och det öppna magasinet är flödesriktningen riktad från Annedalsområdet norrut mot Linnégatan. I dalgången längs Linnégatan är grundvattenströmningen nordlig.

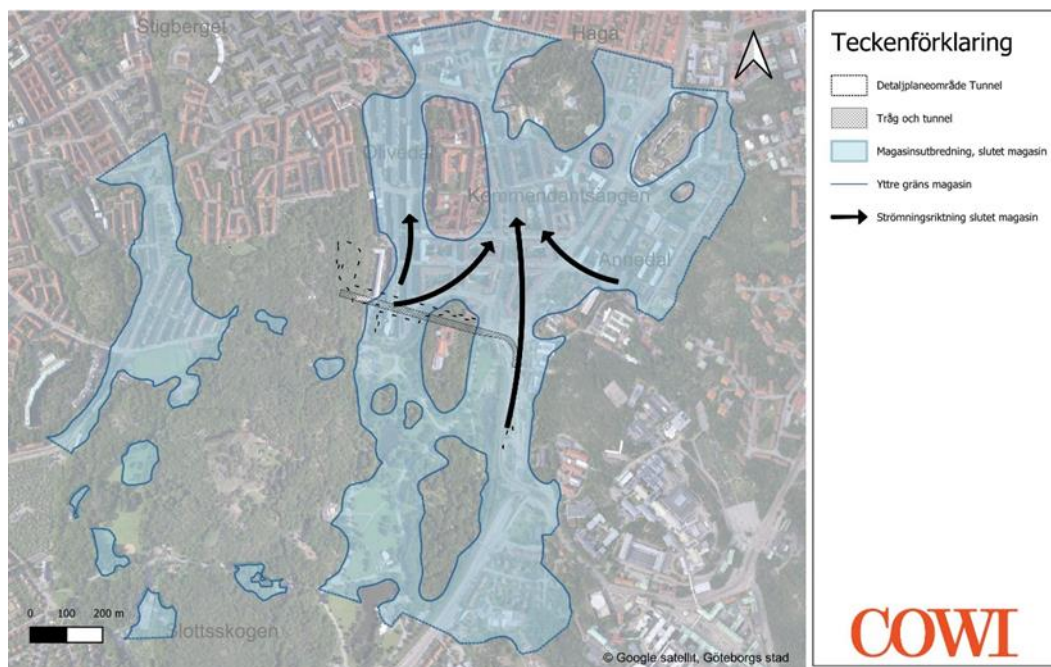
Fältundersökningar visar att genomsläppligheten i det öppna magasinet inom delsträcka Linné är i spannet 1×10^{-8} till 3×10^{-6} m/s. Lokalt har värden upp till cirka 6×10^{-6} m/s uppmätts. De delar som bedöms utgöras av fyllnadsmassor antas vara mycket inhomogent vilket innebär att de hydrauliska egenskaperna kan variera på korta avstånd.

Fältundersökningar visar att genomsläppligheten i det slutna grundvattenmagasinet är i spannet 1×10^{-8} till 9×10^{-6} m/s.

Fältundersökningar visar att genomsläppligheten i svaghetszonen i berg vid Vegagatan är cirka 7×10^{-7} . I svaghetszonen i berg vid Jungmansgatan är genomsläppligheten cirka 1×10^{-7} . I det uppspruckna berget vid slänten upp mot Göteborgs naturhistoriska museum från Linnéplatsen är genomsläppligheten cirka 2×10^{-8} – 2×10^{-6} . Där är det ytliga berget mer genomsläppligt än det djupare berget.



Figur 9: Konceptuell hydrogeologisk modell visande de öppna grundvattenmagasinens utbredning, och strömningsmönster. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.



Figur 10. Konceptuell hydrogeologisk modell visande det undre slutna grundvattenmagasinets utbredning och strömningsmönster. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

4 Bedömning av omgivningspåverkan

Arbetet med tunneln och tråg kommer att sänka grundvattennivån både under bygg- och driftskedet.

För att förstå påverkan på omgivningen har influens- och/eller påverkansområde beräknats. Påverkansområde i jord definieras för en grundvattensänkning på 0,3 meter medan påverkansområde i berg definieras för en grundvattensänkning på 1,0 meter. Influensområde i jord och/eller berg definieras för en grundvattensänkning på 0 meter.

För att förstå påverkan på omgivningen vid delsträcka Lindholmen och Stigberget samt den underjordiska hållplatsen vid Stigbergstorget har influensområdet i berg eller påverkansområde i jord beräknats. Influensområdet visar området där grundvattennivåer i berg förändras på grund av inläckage till tunnel. För utvärdering av influensområde i berg har vattenbalansmetoden använts. Metoden bygger på att beräknad inläckage till tunneln balanseras mot grundvattenbildningen, och det resulterande influensområdet är det som behövs för att upprätthålla en stabil vattenbalans. För utvärdering av påverkansområde i jord har analytiska beräkningsmetoder använts baserat på geotekniska och hydrogeologiska parameter.

För att förstå påverkan på omgivningen från tunneln och tråg på delsträcka Linné har ett påverkansområde i berg och undre slutet magasin tagits fram med hjälp av grundvattenmodellering. Det modellerade påverkansområdet i berg har justerats vid svaghetszonerna med avseende på vattenbalansmetoden. Påverkansområde i övre magasin har beräknats analytiskt.

4.1 Delsträcka Lindholmen

4.1.1 Tråg

4.1.1.1 Förutsättningar

Grundläggningsarbete för tråget kräver tillfällig grundvattenbortledning under byggskedet. Under driftskedet kommer ingen permanent grundvattenbortledning krävas och för att undvika påverkan på naturlig grundvattenströmning kommer ett lager av genomsläppligt material användas under tråget.

Påverkan på grundvattenförhållande i omgivningen har utvärderats genom att beräkna avståndet från anläggningen inom vilket grundvattennivåerna sänks av. Detta har beräknats genom att använda Sveriges geologiska undersökning (SGU)³ metod 1b för öppna grundvattenmagasin.

Antagande som gjorts vid beräkning är följande:

- Medelgrundvattennivån vid tråget och närområde antas vara +2,0 och prognosticerad maxnivå +2,35 (marknivå).
- Grundvattenbildning till jord 170 mm/år.
- Hydraulisk konduktivitet (genomsläpplighet) i fyllnadsmassor är 1×10^{-5} m/s.
- Effektiv hydraulisk konduktivitet (genomsläpplighet) genom spont (läckage genom skarvar) ligger på $2,5 \times 10^{-7}$ m/s.
- Schakten för tråget är 65 meter lång och 10 meter bred.

³ SGU <https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/bedomning-av-influensomrade-avseende-grundvatten/berakningsmodeller/analytiska-modeller/modell-1/>

- Tillåten förändring i grundvattennivå vid påverkansområdets gräns är 0,3 m

Beräkningar utfördes för två scenarier:

1. Spontens tätande förmåga ignoreras och det antas full kontakt mellan schakt och omgivande fyllnadsmassor
2. Spontens tätningsegenskaper beaktas. Den effektiva hydrauliska konduktiviteten har beräknats under antagandet att allt inläckage sker genom skarvar i sponten.

4.1.1.2 Resultat

Vid byggskede för tråget visar resultat att påverkansområde utan användning av spont blir 40 meter från schaktkant. Vid användning av spont blir påverkansområdet 10 meter från schaktkant.

Återfyllningsmassor runt tråget är genomsläpplig och bedöms motsvara nuvarande förhållande och ingen permanent påverkan på grundvattenförhållande förväntas under driftskede.

4.1.1.3 Bedömning

Beräkningarna har gjorts för byggskedet. Inga fler beräkningar behövs för driftskedet då det planerade lösningen med genomsläppliga materialet under betongkonstruktionen förväntas förhindra vattenansamlingar/dämningseffekter. Ett kontrollprogram ska upprättas för att säkerställa att systemet fungerar som planerat och att inga aktiva åtgärder, såsom infiltrationsbrunnar, behövs.

Inom preliminär planområdesgräns ligger inga enskilda vatten- eller energibrunnar. Utanför preliminär planområdesgräns ligger det totalt 30 energibrunnar vid Lindholmens tekniska gymnasium, med ett djup på mellan 136 och 150 meter djupa. Ytterligare två energibrunnar finns utanför preliminär planområdesgräns sydöst om tråget enligt SGU:s brunnsarkiv⁴ men detta har inte kunnat fastställas under utförd brunnsinventering. Tråget schaktas huvudsakligen i jord och ingen påverkan på grundvattenförhållande förväntas. Därför bedöms ingen påverkan på enskilda energibrunnar, se Figur 11.

Enligt Riksantikvarieämbetet⁵ finns det en kulturhistorisk lämning inom preliminär planområdesgräns.

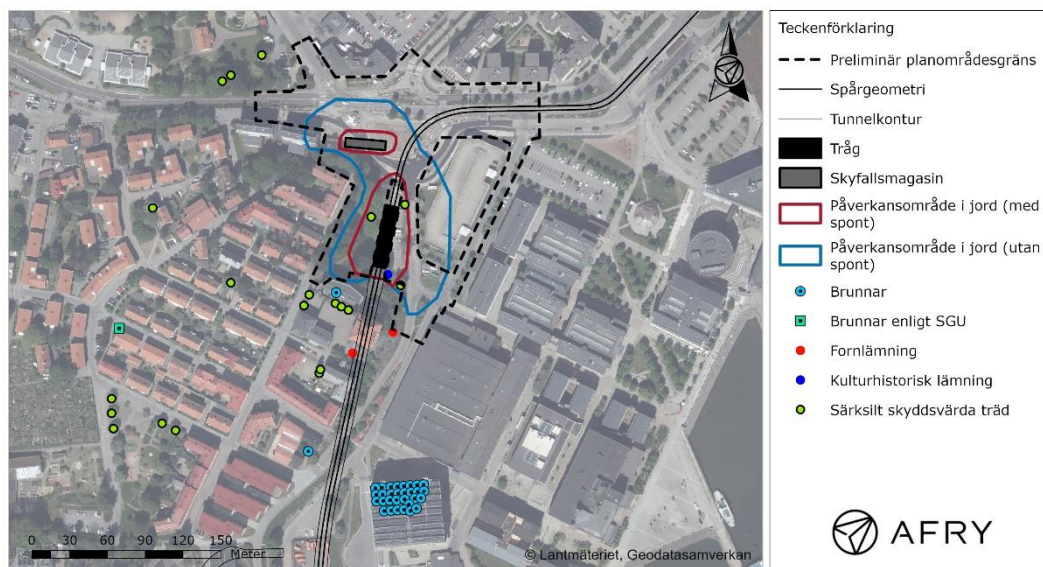
Inom påverkansområde kan det finns byggnader som har en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar. Byggnadsinventering pågår för utredning av sättningskänsliga byggnader. Även markförlagda ledningar inom området kan komma att skadas vid sättningar.

Inom preliminär planområdesgräns finns det skyddsvärda träd som bedöms ha vant sig vid en varierad tillgång till grundvatten och bedöms inte påverkas av eventuell grundvattensänkning. Inga brunnar finns inom eller i närheten av planområdet.

⁴ SGU's <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>

⁵ Fornsök Riksantikvarieämbetet <https://app.raa.se/open/fornsok/>

Påverkansområdet gäller för byggskedet och ingen påverkan förväntas i driftskedet.



Figur 11. Bedömt påverkansområde i jord under byggskede till följd av anläggning/byggnation av tråg. Påverkansområdet presenteras för två scenarion; om arbete utförs med spont eller utan. Figuren redovisar även identifierade skyddsobjekt, inventerade byggnader redovisas ej i figur, endast i text. Figur från detaljplan Lindholmen (EXF-2023-00924-50H-025-0100-4001). Preliminär planområdesgräns redovisad i figur gäller detaljplan Lindholmen. Preliminär planområdesgräns för detaljplan för spårväg Lindholmen - Linnéplatsen, delområde Tunnel och hållplats Stigberget redovisas ej i figur.

4.1.2 Tunnel

4.1.2.1 Förutsättningar

För beräkning av influensområde i berg har följande parametrar använts:

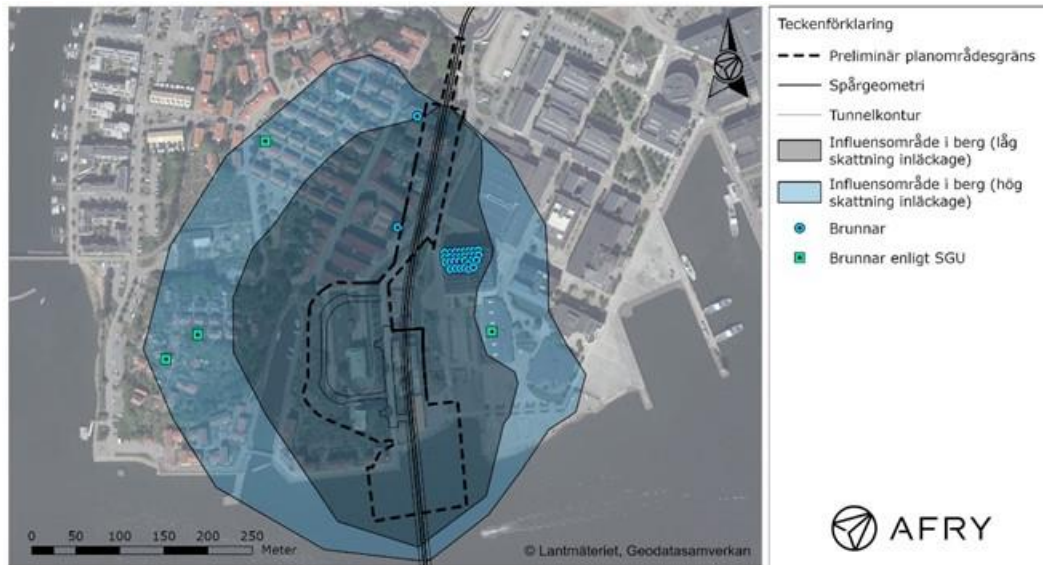
- Total inläckage för spår- och service tunnel Lindholmen ca 11 – 25 liter/min liter/minut (lägsta och högsta injektering).
- Total inläckage för tillfartstunnel Lindholmen ca 5 – 11 liter/minut (lägsta och högsta injektering).
- Grundvattenbildning till berg 100 mm/år.

När vattenbalansmetoden används för att beräkna influensområdet, behövs resultatet ofta justeras för att spegla verkliga förhållanden. För att få ett verklighetsanpassat influensområde har följande faktorer beaktats:

- Befintliga undermarksanläggningar
- Topografiska variationer inom influensområdet
- Hydrauliska gränser, som Göta älv
- Geologi och bergstrukturer

4.1.2.2 Resultat

Vid bedömningen av influensområde i berg har hänsyn tagits till inläckage efter injektering. Influensområdet längs hela tunnelanläggningen inom delsträcka Lindholmen har konservativt bedömts till mellan 50 och 300 meter (Figur 12).



Figur 12. Verklighetsanpassat influensområde i berg för låg- och hög skattning på inläckaget till anläggningen inom delsträcka Lindholmen. Figuren redovisar även identifierade skyddsobjekt, inventerade byggnader redovisas ej i figur, endast i text. Preliminär planområdesgräns är ej uppdaterad.

4.1.2.3 Bedömning

Tunnelbygget på Lindholmen kommer att sänka grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Beräkningar av influensområdet har tagit hänsyn till inläckage efter injektering, men inte till andra skyddsåtgärder som skyddsinfiltration. Det beräknade influensområdet är konservativt, och det faktiska inläckaget är troligen mindre. Eventuell påverkan i jord bedöms vara försumbar.

Provpumpning visar att grundvattensänkningen i berg inte påverkar grundvattennivåerna i övre jordlager vid Lindholmen, Gamla Lindholmen eller östra Sannegårdskajen. Grundvattensänkning i berg kan dock påverka portrycken i lera.

Inom influensområde kan det finnas byggnader som har en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar. Byggnadsinventering pågår för utredning av sättningskänsliga byggnader.

Skyddsinfiltration i berg kan behövas för att förebygga påverkan på portryck i lera öster om tunneln, mot campus Lindholmen och Lindholmens tekniska gymnasium (Figur 16).

Inom influensområdet för låg skattning av inläckage finns det totalt 30 energibrunnar vid Lindholmens tekniska gymnasium, med ett djup på mellan 136 och 150 meter. Ytterligare två energibrunnar borde ligga nära på Gamla Lindholmen enligt SGU:s brunnsarkiv⁶ men detta har inte kunnat fastställas under utförd brunnsinventering. Tunnel utförs i berg efter att berget har täts och därför bedöms att påverkan på grundvattenförhållanden i berg blir försumbar. Ingen påverkan på enskilda energibrunnar vid Lindholmens tekniska gymnasium förväntas. De ytterligare två energibrunnarna som inte kunde fastställas kommer eventuellt att tas ur bruk om de påträffas under byggnation.

⁶ SGU's <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>

Brunnar inom influensområde för hög skattning av inläckage enligt SGU:s brunnsarkiv kommer eventuellt att inventeras vid behov. Läge av energibrunnar redovisas i Figur 12.

4.2 Delsträcka Göta älv (Sänktunnel)

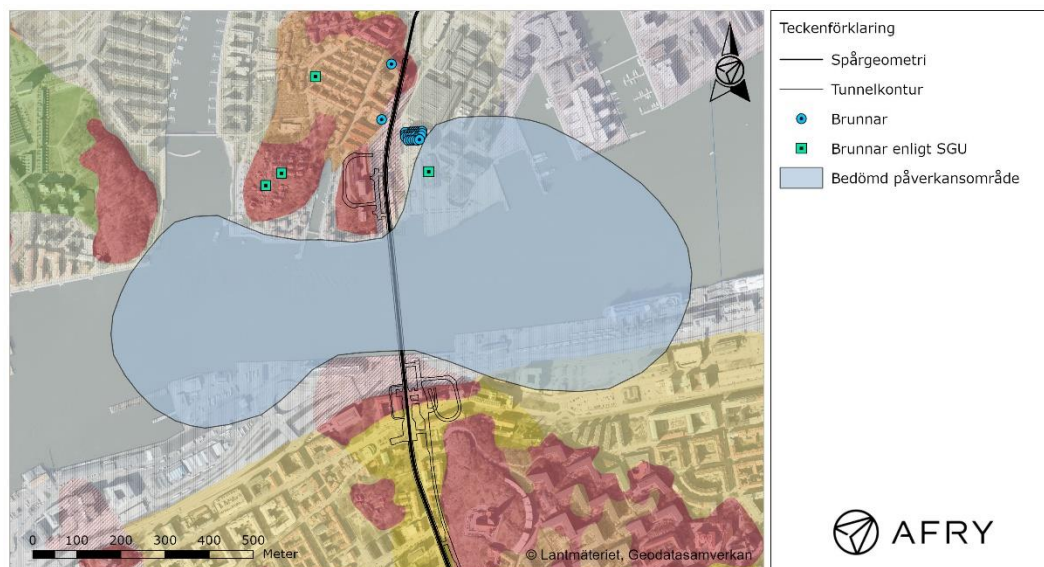
4.2.1 Förutsättningar

Grundläggningen av sänktunneln som når ned till friktionsmaterialet under lerlagren, antas kunna medföra en temporär sänkning av grundvattennivån i det slutna grundvattenmagasinet.

Ingen beräkning för påverkansområde i jord har utförts för delsträckan Göta älv. Bedömning av påverkansområde för delsträcka Göta älv baseras på observationer från närliggande projekt (Västlänken, Hisingsbron och Karlatornet).

4.2.2 Resultat

Planområdets gräns har ännu inte fastställts i kartunderlaget, och kommer att uppdateras i ett senare skede. Bedömning av påverkansområde är preliminär och baseras på befintligt underlag, inga beräkningar har utförts. Påverkansområde har konservativt bedömts till ca 400–500 meter från älvens mitt (Figur 13). Detta baserad på tidigare undersökningar vid närliggande områden (Västlänken, Hisingsbron och Karlatornet).



Figur 13. Bedömt påverkansområde för sänktunnel vid Göta älv. Påverkansområde är endast preliminärt och är inte baserat på några beräkningar.

4.2.3 Bedömning

Förekomst av berg i dagen begränsar utbredningen av det preliminära området som bedöms påverkas av grundvattenavsänkning. Denna avsänkning förväntas vara temporär och uppstå under byggskedet, med återställning under driftskedet.

Längs med älvstränderna kan det finnas byggnader med grundläggning som är känslig för förändringar i grundvattennivå. En byggnadsinventering ska utföras för att identifiera sättningkänsliga byggnader.

Inom det bedömda påverkansområdet finns en energibrunn (ca 150 meter djup) enligt SGU:s brunnarkiv⁷. Påverkan från Göta älv bedöms huvudsakligen ske i jordlager, varför ingen påverkan på energibrunnen förväntas.

Avsänkningen av grundvattennivån i friktionsjorden kan leda till minskat portryck i lerlager, vilket i sin tur kan medföra risker för sättningar eller andra geotekniska problem. Skyddsåtgärder kan därför vara nödvändiga under byggskedet för att motverka grundvattensänkningen särskilt i områden där sättningkänsliga byggnader förekommer. Kompletterande undersökningar för skyddsåtgärder ska utföras.

4.2.4 Bergstunnel

4.2.4.1 Förutsättningar

För beräkning av influensområde har följande parametrar använts:

- Total inläckage för spår- och servicetunnel Stigberget ca 56 – 120 liter/minut (lägsta och högsta injektering).
- Total inläckage för tillfartstunnel Jungmansgatans ca 11 – 29 liter/minut (lägsta och högsta injektering).
- Grundvattenbildning till berg 100 mm/år.

Beräknat inläckage tar inte hänsyn till eventuellt läckage till projekterad likriktarstation i närheten av Djurgårdsplatsen. Eventuellt läckage till likriktarstationen skulle kunna öka influensområdet något, men bedöms inte påverka dess utbredning betydligt.

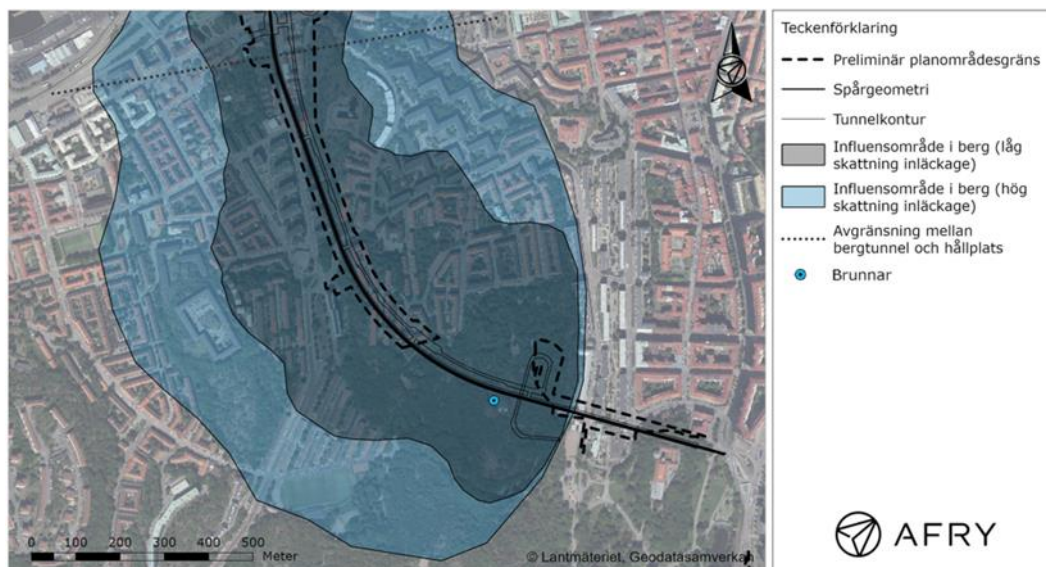
För att få ett verklighetsanpassat influensområde har följande faktorer beaktats:

- Befintliga undermarksanläggningar
- Topografiska variationer inom influensområdet
- Hydrauliska gränser, till exempel Göta älv som fungerar som en naturlig barriär som påverkar grundvattnets rörelse.
- Geologi och bergstrukturer
- Bergrum för likriktarstation vid djurgårdsplatsen

4.2.4.2 Resultat

Vid bedömningen av influensområde i berg har hänsyn tagits till inläckage efter injektering. Influensområdet längs hela tunnelanläggningen inom delsträcka Stigberget har konservativt bedömts till mellan cirka 400–550 meter (Figur 14).

⁷ SGU's <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>



Figur 14. Verklighetsanpassat influensområde för låg- och hög skattning på inläckaget till anläggningen inom delsträcka Stigberget. Figuren redovisar även identifierade skyddsobjekt, inventerade byggnader redovisas ej i figur, endast i text. Slottsskogen ingår i preliminär planområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

4.2.4.3 Bedömning

Tunnelbygget på Stigberget kommer att sänka grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Beräkningar av influensområdet har tagit hänsyn till inläckage efter injektering, men inte till andra skyddsåtgärder som skyddsinfiltration. Det beräknade influensområdet är konservativt, och det faktiska inläckaget är troligen mindre.

Provpumpningen visar att grundvattensänkningen i berg inte påverkar grundvattennivåerna i övre jordlager vid Stigberget eller Masthugget. Däremot kan sänkta grundvattennivåer i berg påverka undre magasin vid Stigbergstorget och söderut längs Bangatan. Detta bekräftades vid provpumpningen, som visade en hydraulisk kontakt mellan grundvattnet i berg och undre magasin i jord vid Djurgårdsplatsen/Fjällgatan. Tunnel byggs i berg och påverkan samt respons i jord bedöms vara begränsad till lokala punkter och sträcker sig inte långt.

För att upprätthålla naturliga grundvattennivåer i undre magasin och förebygga negativ påverkan kan infiltrationsbrunnar behövas. Tre områden bedöms behöva skyddsinfiltration (Figur 16):

- Längs Bangatan
- Djurgårdsplatsen
- Majvallen

Inom influensområdet kan det finnas byggnader som har en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar. Byggnadsinventering pågår för utredning av sättningskänsliga byggnader.

Inom influensområde finns det en dricksvattenbrunn vid Slottsskogen som kommer att tas ur bruk.

4.2.5 Entrébyggnad till hållplats Stigbergstorget

4.2.5.1 Bedömning

Grundläggningsarbete för endast entrébyggnaden till hållplatsen på Stigbergstorget schaktas i jord. Schakt i jord utförs i det övre magasinet och bedöms ligga ovan grundvattennivån för det undre magasinet. Det övre grundvattenmagasinet är ofta torr och bedöms därför inte påverkas vid schaktning av jord. Schakt i jord utförs även genom tät spont till berg och bedöms inte påverka grundvattenförhållanden i omgivningen. Det är dock viktigt att testa tätheten innan schaktning under grundvattennivån påbörjas.

Inom preliminär planområdesgräns finns det skyddsvärda träd som bedöms ha vant sig vid en varierad tillgång till grundvatten och bedöms inte påverkas av eventuell grundvattensänkning utanför tät sponten. Inga brunnar finns inom eller i närheten av planområdet.

Inom preliminär planområdesgräns för entrébyggnaden till hållplats Stigbergstorget kommer byggnader rivas ned och befintliga ledningar ledas om. Byggnader eller ledningar inom planområdesgräns kommer därför inte att påverkas på grund av grundvattensänkning.

I närheten av preliminär planområdesgräns för entrébyggnaden till hållplats Stigbergstorget finns Gathenhielmska kulturresevatet och Gathenhielmska huset, samt flera andra byggnader som vittnar om sjöfararnas Göteborg.

4.2.6 Underjordisk hållplats vid Stigbergstorget

4.2.6.1 Förutsättningar

Den underjordiska hållplatsen vid Stigbergstorget ligger i nära anslutning till sänktunneln och tillfartstunneln Oscarsleden. Inläckaget för tillfartstunneln ingår i förutsättningarna nedan.

För beräkning av influensområde i berg har följande parametrar använts:

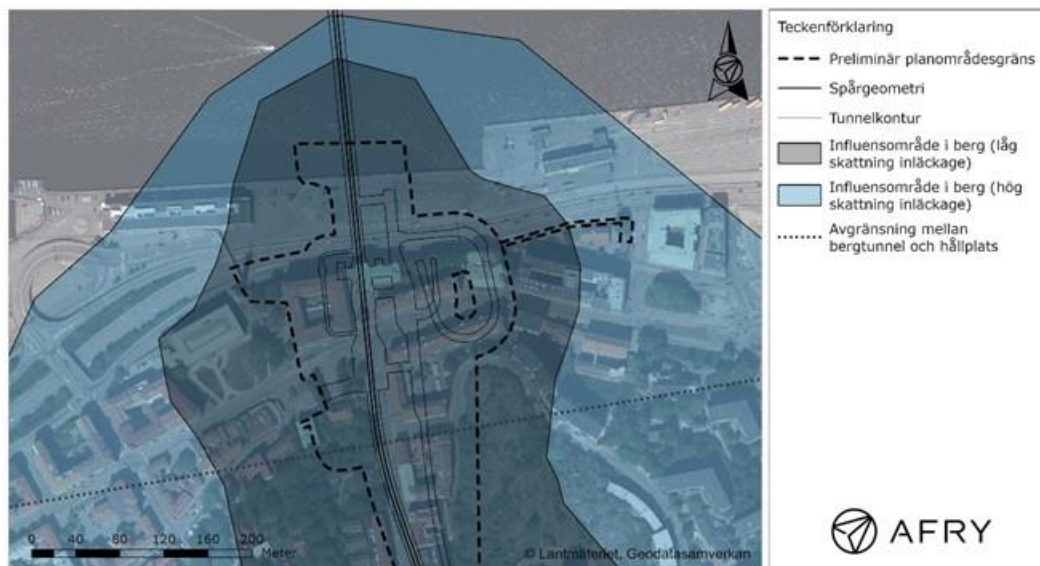
- Total inläckage för hållplatsutrymmet, spår- och servicetunnel ca 18 – 36 liter/minut (lägsta och högsta injektering).
- Total inläckage för tillfartstunnel Oscarsleden ca 7 – 14 liter/minut (lägsta och högsta injektering).
- Grundvattenbildning till berg 100 mm/år.

För att få ett verklighetsanpassat influensområde har följande faktorer beaktats:

- Befintliga undermarksanläggningar
- Topografisk variation inom influensområdet
- Hydrauliska gränser, till exempel Göta älv som fungerar som en naturlig barriär som påverkar grundvattnets rörelse.
- Geologi och bergstrukturer.

4.2.6.2 Resultat

Vid bedömning av influensområde har hänsyn tagits till inläckage efter injektering, men inte skyddsåtgärder såsom skyddsinfiltation i anläggningens omgivning. Influensområdet i berg för Stigbergstorget har konservativt bedömts till mellan cirka 400–550 meter (Figur 15).



Figur 15. Verklighetsanpassat influensområde för låg- och hög skattning på inläckaget till hållplatsutrymmet med tillhörande servicetunnel, bergtunnel mellan sänktunnel och hållplatsen, och tillfartstunnel Oscarsleden. Inventerade byggnader redovisas ej i figur, endast i text.

4.2.6.3 Bedömning

Hållplatsen och närliggande delar av anläggningen kommer att orsaka en sänkning av grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Beräkningar har tagit hänsyn till inläckage efter injektering och användning av tät rörspont runt hållplatsens uppgång, men inte andra skyddsåtgärder som skyddsinfiltration.

Alla sponter runt hållplatsens uppgång kommer att utföras med tätade rörspont och ingjutning i berget, vilket innebär att jordschaktet inte påverkar grundvattennivån. Det är dock viktigt att testa spontens täthet innan schaktningsarbeten under grundvattennivån påbörjas.

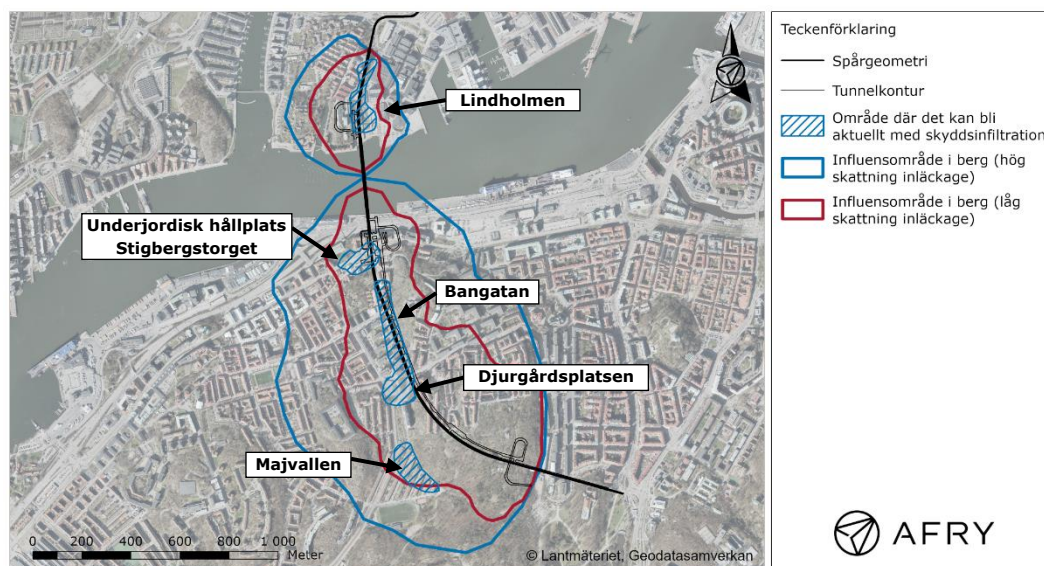
Den hydrauliska kontakten mellan berg och jord har inte undersökts vid hållplatsen, men eftersom hållplatsen innebär ett stort intrång i berget är det troligt att grundvattennivån i berget kommer att sänkas, vilket också påverkar grundvattnet i jordens undre magasin. Tester vid Stigbergstorget visar att konstgjord infiltration i jord inte är effektiv för att upprätthålla grundvattennivån i det undre magasinet.

För att skydda grundvattennivån kan fler infiltrationsbrunnar behövas, eller så kan skyddsinfiltration utföras i ytberg för att förhindra att vatten från undre magasin dräneras ner i bergets spricksystem (Figur 16). Vid hållplatsen innebär detta att grundvattennivån i berget måste hållas över cirka +8,2.

Inom influensområdet kan det finnas byggnader som har en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar. Byggnadsinventering pågår för utredning av sättningskänsliga byggnader.

Inom influensområdet finns det skyddsvärda träd som bedöms ha vant sig vid en varierad tillgång till grundvatten och bedöms inte påverkas av eventuell

grundvattensänkning.



Figur 16. Bedömning av områden där det bedöms kunna bli aktuellt med skyddsinfiltation, samredovisat med influensområden i berg.

4.3 Delsträcka Linné

4.3.1 Förutsättningar

För uppskattning av påverkansområde i undre slutet grundvattenmagasin och i berg har en grundvattenmodell satts upp för delsträcka Linné. Det modellerade påverkansområdet i berg har justerats vid svaghetszonerna med avseende på vattenbalansmetoden. Påverkansområde i öppet magasin har beräknats analytiskt.

För att få ett verklighetsanpassat påverkansområde har följande faktorer beaktats i grundvattenmodellen och beräkningarna:

- Topografisk variation inom påverkansområdet med omnejd
- Geologi och bergstrukturer
- Grundvattenmagasinens utbredning
- Grundvattenbildning till berg respektive jord
- Genomsläpplighet i jord, berg och sprickzoner

Påverkansområde i jord definieras för en grundvattensänkning på 0,3 meter. Påverkansområde i berg definieras för en grundvattensänkning på 1,0 meter.

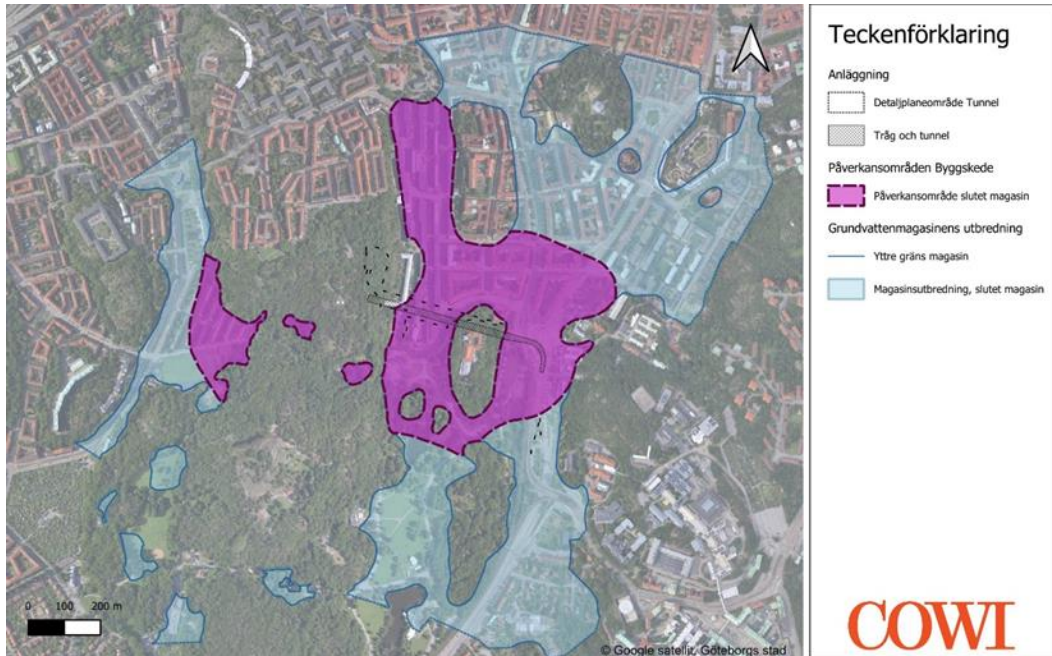
4.3.2 Resultat

I byggskede har påverkansområdets storlek i berg preliminärt bedömts vara upp till cirka 300 meter från tunneln, se Figur 17. I undre slutet magasin i jord har påverkansområdet i byggskede preliminärt bedömts vara upp till cirka 600 meter från tunneln, se Figur 18. Påverkan på grundvattennivån i övre magasin bedöms bli mycket begränsad och i huvudsak lokal, se Figur 19.

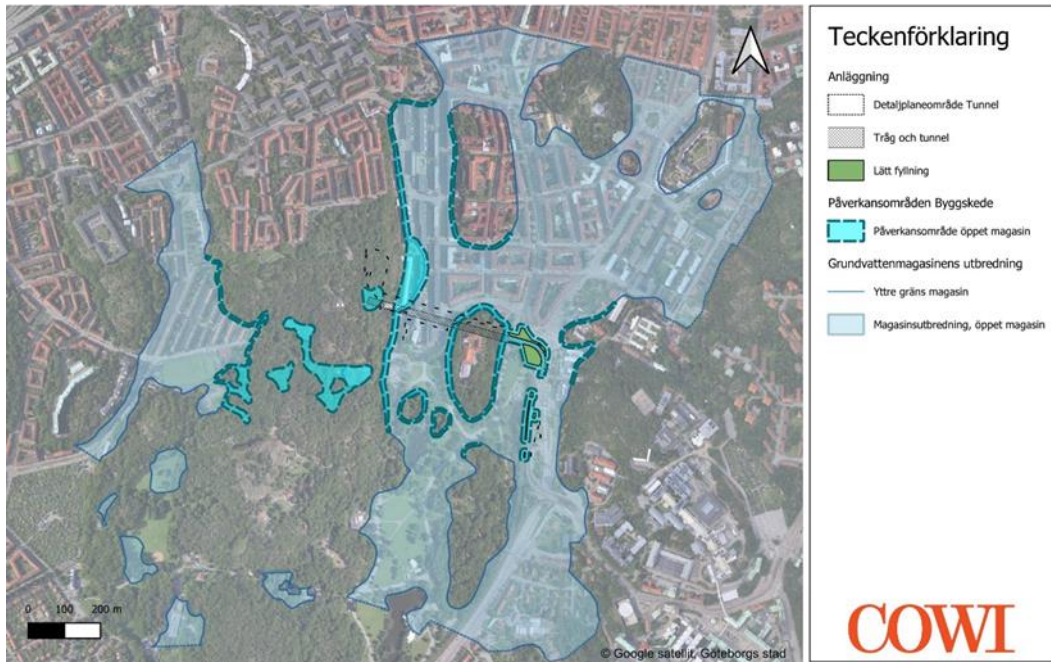
På grund av tolkade svaghetszoner i berg har en påverkan på grundvattnet i berg, undre slutet magasin och öppet magasin i jord även bedömts förekomma vid Majvallen väster om Slottsskogen. Detta både i bygg- och driftskede.



Figur 17. Preliminärt påverkansområde i berg i byggskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 1,0 m. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.



Figur 18. Preliminärt påverkansområde i slutet magasin i byggskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 m. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

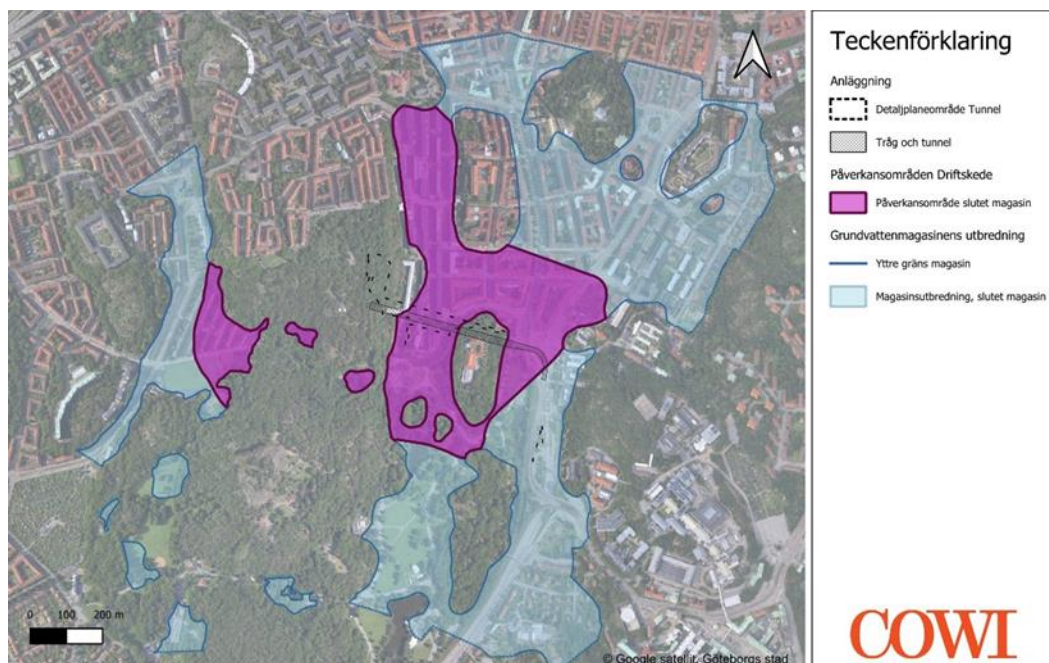


Figur 19. Preliminärt påverkansområde i öppet magasin i byggskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 m. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

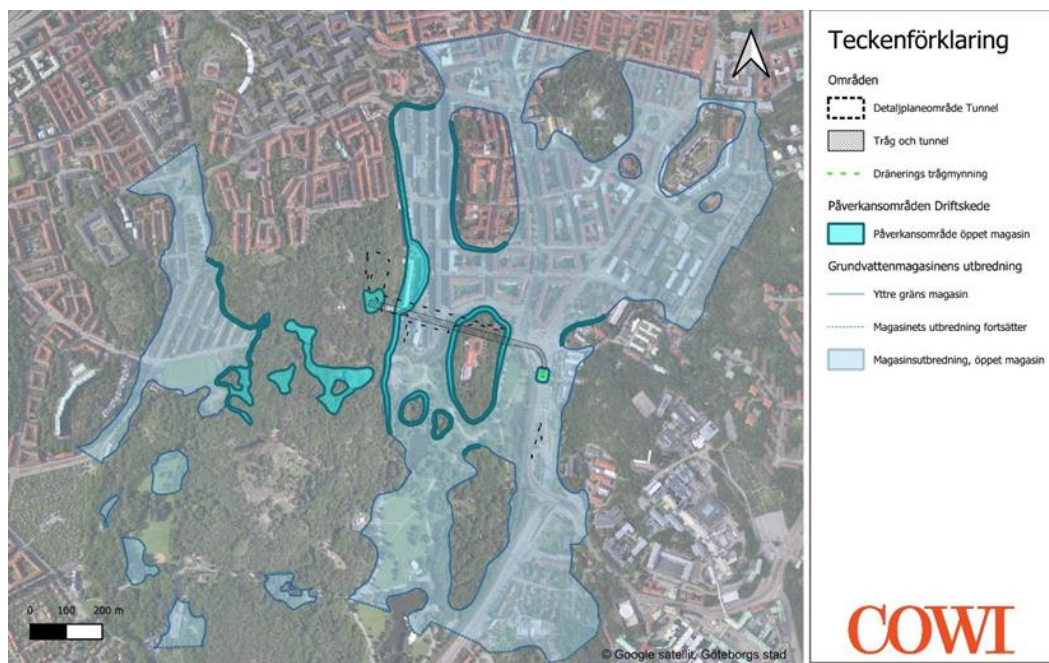
I driftskede har påverkansområdets storlek i berg preliminärt bedömts till att vara upp till cirka 300 meter från tunneln, Figur 20. I undre slutet magasin i jord har påverkansområdet i driftskede preliminärt bedömts vara upp till cirka 600 meter från tunneln, se Figur 21. I öppet magasin har påverkansområdet i driftskede preliminärt beräknats till mellan 3 och 10 meter, se Figur 22.



Figur 20. Preliminärt påverkansområde i berg i driftskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 1,0 m. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.



Figur 21. Preliminärt påverkansområde i slutet magasin i driftskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 m. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.



Figur 22. Preliminärt påverkansområde i öppet magasin i driftskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 m. Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

4.3.3 Bedömning

Anläggningen kan komma att orsaka en sänkning av grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Beräkningar har tagit hänsyn till inläckage efter injektering av bergtunneln, men inte andra skyddsåtgärder.

En hydraulisk kontakt mellan berg och jord har observerats vid delsträcka Linné och en sänkning av grundvattennivån i berget påverkar också grundvattnet i jordens undre slutna magasin. Tester vid Vegagatan och Linnéplatsen visar att skyddsinfiltration till bergmagasinet respektive det undre slutna grundvattenmagasinet i jord fungerar tillfredsställande som skyddsåtgärd vid bygg- och driftskede.

Inom preliminärt påverkansområde för grundvattensänkning inom delsträcka Linné förekommer flera skyddsobjekt som riskerar att bli påverkade.

Flera byggnader har en grundläggning som är känslig för grundvattenavsänkningar, varav en del är kulturhistoriskt intressanta. En byggnadsinventering kommer utföras för att utreda sättningskänsliga byggnader. Även markförlagda ledningar inom området kan komma att skadas vid sättningar.

I brunnsinventeringen har det framkommit att det inte ligger några enskilda vatten- eller energibrunnar inom preliminär detaljplaneområdesgräns. Inom preliminärt påverkansområde för berg finns en enskild vattenbrunn och tio energibrunnar, se Figur 23.

Laboratorieresultat visar på att föroreningar förekommer i grundvattnet, både i det övre och det undre grundvattenmagasinet, samt i grundvattnet i berg.

Grundvattenberoende naturvärden förekommer i form av ett flertal träd som i sin tur har naturvärden knutna till sig, såsom diverse fågelarter och rödlistade lavar. Även andra miljöer förekommer, såsom Fågeldammen och Karlsrodammen med omgivande miljöer, vilka kan påverkas om grundvattennivåerna påverkas.



Figur 23. Preliminärt påverkansområde i berg till följd av byggnation av bergtunnel. I figuren visas även läge för dricksvattenbrunn (blå) och energibrunnar (orange). Hela Delsträcka Linné ingår i preliminär detaljplanområdesgräns, men redovisas ej i kartan.

5 Skyddsåtgärder

Inom delsträcka Lindholmen, Stigberget, Göta älv och Linné kommer skyddsåtgärder behövas för att minimera grundvattensänkningens påverkan på omgivningen. Konstgjord infiltration, så kallad skyddsinfiltration kan vid behov komma att genomföras för att på ett kontrollerat sätt bibehålla grundvattennivåerna under bygg- och driftskedet.

Skyddsinfiltration på delsträckorna väntas kunna minska utbredningen av grundvattenpåverkan i jord och berg. Skyddsinfiltration utreds vidare och regleras i prövningen om tillstånd enligt miljöbalken.

Tätning av anläggningsdelar sker med lämplig metod och utsträckning anpassad till platsspecifika förhållanden för att minimera inläckage av grundvatten.

Ett kontrollprogram ska övervaka grundvattennivåer och säkerställa att skyddsåtgärder är tillräckliga. Grundvattennivåer kommer mätas i omgivningen i bygg- och driftskedet. Mätningar görs för att bekräfta att grundvattennivåerna hålls inom acceptabla nivåer. Detta hanteras och regleras i prövningen om tillstånd enligt miljöbalken.

Skyddsåtgärder för att förebygga förorenings spridning, sättningar och påverkan på dricksvatten- respektive energibrunnar som är lokaliserade i nära anslutning till planerade anläggningsarbeten kommer att undersökas vidare.

5.1 Ytterligare undersökningar

Kompletterande hydrogeologiska undersökningar och eventuell inventering av bland annat fastigheter och brunnar kommer att utföras för att utreda hydrogeologiska egenskaper i jord och berg samt identifiera ytterligare skyddsobjekt. Detta syftar till att utreda de bästa lösningarna för skyddsåtgärder för att motverka påverkan på skyddsobjekt.

NOVEMBER 2025
GÖTEBORGS STAD, STADSBYGGNADSFÖRVALTNINGEN

PM HYDROGEOLOGI

DETALJPLAN FÖR SPÅRVÄG LINDHOLMEN – LINNÉPLATSEN, DELOMRÅDE
LINNÉPLATSEN INOM STADSDELEN, ANNEDAL, KOMMENDANTSÄNGEN, OLIVEDAL,
SLOTTSSKOGEN OCH ÄNGGÅRDEN

NOVEMBER 2025
STADSBYGGNADSFÖRVALTNINGEN, GÖTEBORGS STAD

PM HYDROGEOLOGI

DETALJPLAN FÖR SPÅRVÄG LINDHOLMEN – LINNÉPLATSEN, DELOMRÅDE
LINNÉPLATSEN INOM STADSDELEN, ANNEDAL, KOMMENDANTSÄNGEN, OLIVEDAL,
SLOTTSSKOGEN OCH ÄNGGÅRDEN

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.				
A222245	EXF-2023-00924-50H-025-0400-2004				
BESTÄLLARE	DIARIENUMMER.				
Emma Larsson, Stadsbyggnadsför- valtningen, Göte- borgs Stad	SBF 2023-02222				
VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
1.1	2025-11-28	PM Hydrogeologi, Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Lin- néplatsen inom stadsdelen, Anne- dal, Kommendantsängen, Olivedal, Slottsskogen och Änggården	Emelie Swenningson	Emil Ingesson	Maria Erlandsson

Sammanfattning

Lindholmsförbindelsen är ett projekt inom Sverigeförhandlingen som syftar till att etablera en ny spårvägsförbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen i Göteborg. Projektet är uppdelat i olika etapper och har som mål att förbättra stadens stornät genom att överbygga naturliga barriärer som Göta älv och Stigberget. Detta ska bidra till att skapa nya resvanor och förbättra kollektivtrafikens effektivitet.

Tre detaljplaner har utarbetats för att pröva lämpligheten för utbyggnad av spårväg både i tunnel och ovan mark, samt för att planera entrébyggnader och torgytor. Denna detaljplan fokuserar på delområde Linnéplatsen.

Lindholmsförbindelsen innebär betydande utmaningar när det gäller hantering av grundvatten, särskilt med tanke på de varierande geologiska och hydrogeologiska förhållandena längs den planerade tunnelsträckningen. Genom undersökningar och utredningar har projektet identifierat kritiska punkter där grundvattenförhållandena kan påverka tunnelbyggandet.

Vid Linnéplatsen finns det två grundvattenmagasin i jord: ett övre öppet i fyllnadsmassor och ett undre i friktionsjorden under leran. Det undre magasinet är i huvudsak slutet men har öppna magasinsförhållanden i de delar där ett tätande lager saknas. I dessa områden kan det undre och övre magasinet ha kontakt. Grundvatten förekommer även i bergets spricksystem, vilket bedöms stå i hydraulisk kontakt med ovanliggande jordlager av friktionsjord. I höjdområdena vid Göteborgs naturhistoriska museum, strax väster om detaljplaneområdet, förekommer endast jordavlagringar med liten mäktighet ovan berget. Dessa sedimentavlagringar har en begränsad magasineringsförmåga och bedöms därmed inte utgöra ett grundvattenmagasin.

Undersökningar har visat på hög genomsläpplighet i svaghetszonen nedanför slutningen mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen. Genomsläppligheten i ytligt berg är medelhög. Undersökt bergmassa är i övrigt förhållandevis tät med undantag från enstaka sprickzoner.

Inom detaljplaneområdet vid Linnéplatsen varierar grundvattennivån i det öppna magasinet mellan cirka 0,2–3,5 meter under markytan. Inom detaljplaneområdet varierar grundvattennivån i det slutna magasinet mellan cirka 0,1–3,4 meter under markytan. Uppe på berget vid Göteborgs naturhistoriska museum har grundvattennivån i berg uppmätts till cirka 4–17 meter under markytan i en mätpunkt. I slänten upp mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen har grundvattennivån i berg uppmätts till 1–4 meter under markytan.

Grundvattenströmningen i det undre slutna magasinet och i det öppna magasinet inom detaljplaneområdet följer topografin och är därmed huvudsakligen nordlig. Grundvattnets flödesriktning vid Rosengatan är östlig mot detaljplaneområdet.

Anläggningen kommer att orsaka en sänkning av grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Beräkningar har tagit hänsyn till spont och tätspont vid schakt för tråg och betongtunnel, men inte andra skyddsåtgärder.

En hydraulisk kontakt mellan berg och jord har observerats i området och en sänkning av grundvattennivån i berget påverkar också grundvattnet i jordens undre slutna magasin. Hydrogeologiska tester vid Linnéplatsen visar att infiltration till det undre slutna grundvattenmagasinet i jord fungerar tillfredsställande som skyddsåtgärd vid bygg- och driftskede.

Inom påverkansområde för grundvattensänkning inom delsträcka Linné förekommer skyddsobjekt som riskerar att bli påverkade.

För att säkerställa projektets genomförande krävs noggranna riskbedömningar och skyddsåtgärder, inklusive:

- › System för skyddsinfiltration för att motverka grundvattensänkning.
- › Val av lämplig konstruktionsmetod för att minimera inläckage av grundvatten.
- › Kontinuerlig övervakning av grundvattennivåer och sättningar.

Genom att implementera dessa åtgärder kan projektet genomföras på ett hållbart sätt och bidra till en förbättrad kollektivtrafiklösning i Göteborg.

INNEHÅLL

1	Inledning	9
1.1	Lindholmsförbindelsen	9
1.2	Detaljplaner	9
1.3	Syfte och mål	10
1.4	Avgränsning	10
1.5	Tidigare/utförda undersökningar	11
2	Underlag för projektering	12
2.1	Planerad konstruktion	12
3	Befintliga förhållanden	13
3.1	Befintliga byggnader och anläggningar	13
3.2	Topografi och markbeskaffenhet	13
3.3	Geologiska förhållanden	13
3.4	Hydrogeologiska förhållanden	14
4	Bedömning av omgivningspåverkan	17
4.1	Förutsättningar	17
4.2	Resultat	17
4.3	Bedömning	20
5	Skyddsåtgärder	22
6	Vidare undersökningar	23

1 Inledning

1.1 Lindholmsförbindelsen

Inom ramen för Sverigeförhandlingen planerar Göteborgs Stad för en ny fast förbindelse mellan Lindholmen och Linnéplatsen. Den så kallade Lindholmsförbindelsen utgör en del av det större projektet *Spårväg och Citybuss Brunnsbo–Linné via Lindholmen*. Projektet innefattar ny spårväg med stadsbanekvalitet i tre etapper: Brunnsbo–Hjalmar Brantingsplatsen, Frihamnen–Lindholmen samt aktuellt projekt Lindholmen–Linnéplatsen (Lindholmsförbindelsen). Stadsbanekvalitet innebär att spårvägen ska gå på egen bana med få korsningar i plan och relativt glest placerade hållplatser, vilket skapar förutsättningar för att hålla en hög hastighet och en förhållandevis hög turtäthet.

Lindholmsförbindelsens funktion och lokalisering har tagits fram genom Göteborgs Stads stadsutvecklingsarbete. Förbindelsen pekas ut i stadens gällande översiktsplan liksom i det gemensamma kollektivtrafikprogrammet *Målbild Koll2035* som ett stråk för stadstrafikens stomnät. Lindholmsförbindelsen utgör en stor del av den planerade innerstadsringen som ska länka samman stadskärnan med övriga delar av innerstaden. Syftet med Lindholmsförbindelsen är att skapa en tvärlänk med goda resenärskvaliteter som överbryggar de naturliga barriärerna Göta älv och Stigberget. På så sätt förs stadens delar närmare varandra, stomnätet i de centrala delarna av Göteborg avlastas och nya resvanor skapas.

Lindholmsförbindelsen innefattar en ny spårvägskoppling som huvudsakligen planeras att gå i tunnel, med hållplatser vid Stigbergstorget (under jord) och på Linnéplatsen (i markplan). För att projektera och planlägga Lindholmsförbindelsen har Göteborgs Stad anlitat två konsulter, AFRY och COWI, som ansvarar för olika delar av sträckan. AFRY ansvarar för delen mellan Lindholmen och Vegasvackan, strax väster om Jungmansgatan, medan COWI ansvarar för den avslutande delen från Vegasvackan till Linnéplatsen. Arbetet sker i nära samverkan mellan de båda konsulterna och staden.

1.2 Detaljplaner

Göteborgs Stad har valt att planlägga Lindholmsförbindelsen som en järnvägsplan, vilket innebär att projektet ska följa *Lag om byggande av järnväg (1995:1649)*. Projektet innebär även en påverkan på områden utanför Lindholmsförbindelsens gränser och eftersom spårväg inte får byggas i strid mot gällande detaljplaner eller

områdesbestämmelser pågår parallellt stadsbyggnadsförvaltningens planläggning av tre detaljplaner.

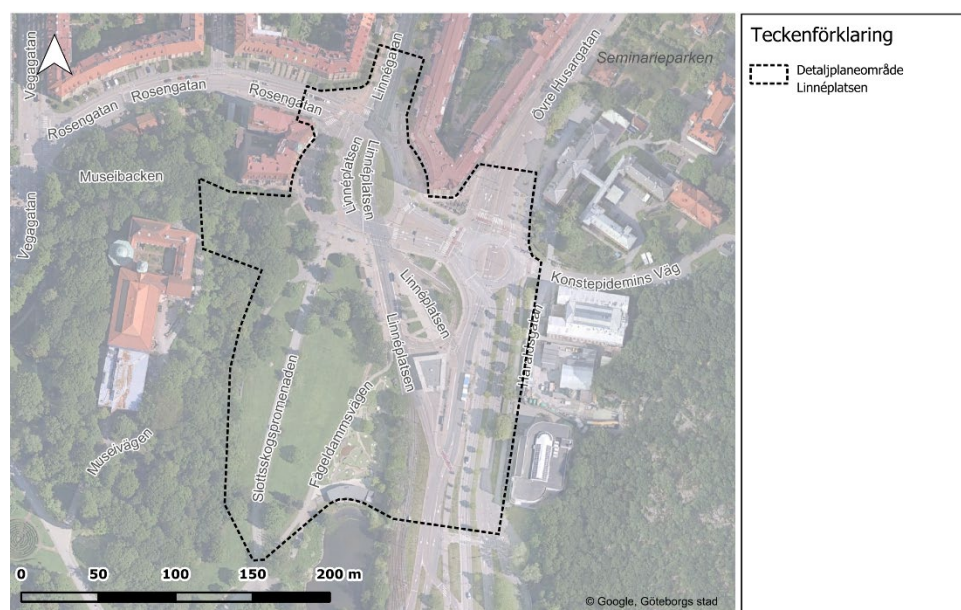
- › Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde tunnel och hållplats Stigberget inom stadsdelarna Lindholmen, Majorna, Slottsskogen, Olivedal
- › Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Lindholmen inom stadsdelen Lindholmen
- › Detaljplan för spårväg Lindholmen – Linnéplatsen, delområde Linnéplatsen inom stadsdelarna Annedal, Kommendantsängen, Olivedal, Slottsskogen och Änggården

1.3 Syfte och mål

Syftet med föreliggande utredning är att redovisa de hydrogeologiska förhållandena för detaljplan Linnéplatsen samt att redovisa grundvattenpåverkan, skyddsobjekt, skyddsåtgärder och behov av kompletterande undersökningar från Lindholmsförbindelsen inom detaljplaneområdet.

1.4 Avgränsning

Detaljplaneområdet innefattar Slottsskogens huvudentré och gräsytan vid Slottsskogens huvudentré, Linnéplatsen, korsningen Dag Hammarskjöldsleden/Övre Husargatan samt Dag Hammarskjöldsleden norr om Fågeldammens norra spets. Se Figur 1 för detaljplaneområdets gräns.



Figur 1. Detaljplaneområde Linnéplatsen

Föreliggande detaljplan är baserad på tidigare utförda hydrogeologiska undersökningar inom detaljplaneområdet. Lägen är angivna i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och nivåer är angivna i höjdsystem RH 2000.

1.5 Tidigare/utförda undersökningar

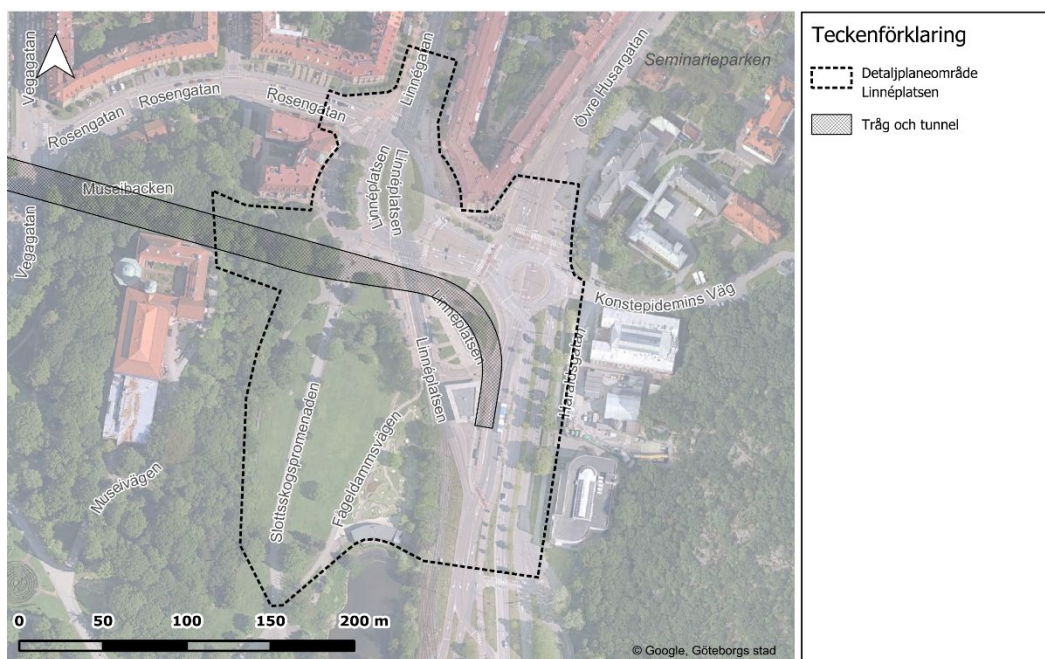
Tidigare undersökningar som utförts inom detaljplanområdet och som utgjort underlag för föreliggande utlåtande listas nedan:

- › Markteknisk undersökning Geoteknik (MUR Geoteknik), EXF-2023-00924-50G-531-0400-2001, COWI 2026-08-18
- › Projekterings-PM Hydrogeologi, EXF-2023-00924-50H-025-0400-2001, COWI 2026-08-18
- › Markteknisk undersökning Hydrogeologi (MUR Hydrogeologi), inkl. bilagor, EXF-2023-00924-50H-025-0400-2002, COWI 2026-08-18
- › PM Brunnsinventering, EXF-2023-00924-50H-025-0400-2003, COWI 2026-08-18

2 Underlag för projektering

2.1 Planerad konstruktion

Spårvägen vid Linnéplatsen är planerad att byggas i öppet betongtråg som först går norrut och sedan avtar åt väster och övergår i en betongtunnel. Betongtunneln övergår efter cirka 90 meter i bergtunnel under berget vid Göteborgs naturhistoriska museum. Övrig spårväg från och till Linnégatan passerar på nytt spår på Linnéplatsen ovan betongtunneln, väster om det öppna tråget. Den planerade konstruktionen visas i Figur 2.



Figur 2. Det planerade tråget och tunnelns utformning i plan i förhållande till detaljplaneområdet.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Inom detaljplaneområdet finns vägar som trafikeras av både gång-, cykel-, spårvagns-, buss- och biltrafik. Inom området finns även befintliga hållplatser för spårvagns- och busstrafik, samt mindre områden för bilparkering.

Vid de befintliga hållplatserna för buss och spårvagn på Linnéplatsen finns ett fåtal mindre byggnader såsom en servicebutik och ett gatukök, samt en byggnad med offentliga toaletter. Detaljplaneområdet är beläget i stadsmiljö, och även om inga större byggnader är belägna inom detaljplaneområdet finns flera angränsande flerbostadshus med butiks- eller restaurangverksamhet i bottenplan i norr samt byggnader för Psykologiska institutionen och Plikt- och provningsverkets kontor i öster. Uppe på höjden strax väster detaljplaneområdet ligger Göteborgs naturhistoriska museum.

Avvattnings av hårdgjorda ytor sker via dagvattenbrunnar och avvattnings av grönområden genom fördröjning och infiltration. I marken finns ledningar, bland annat gasledningar, vattenledningar och dagvattenledningar. Ledningarna är i huvudsak belägna i gatorna.

3.2 Topografi och markbeskaffenhet

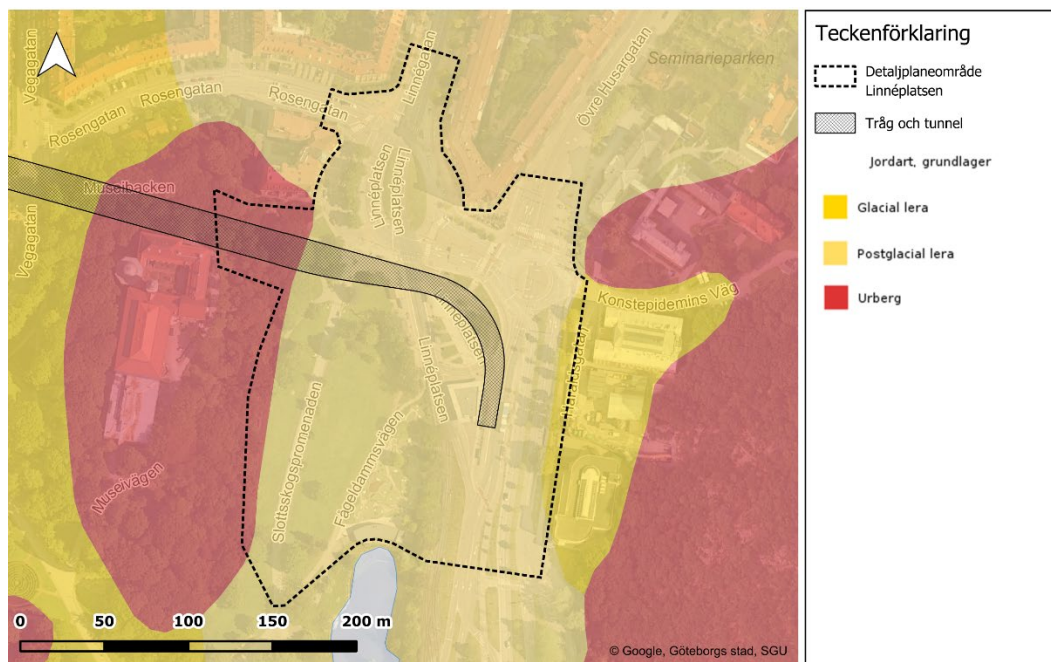
Storskaligt i Göteborgsområdet breder topografiska sänkor och höjder ut sig, främst i nordsydlig riktning. Detta gäller även vid Linnéplatsen med omnejd där topografin varierar kraftigt. I sänkan vid Linnéplatsen, är marknivån belägen på cirka +15 och upp mot vid Göteborgs naturhistoriska museum stiger nivån till cirka +40.

Inom detaljplaneområdet är det i huvudsak stadsmiljö med stenlagda ytor, asfalterade gator, gårdar till flerbostadshus samt park- och grönområden. I väster, söder och runt Göteborgs naturhistoriska museum förekommer större sammanhängande grönområden med inslag av skog. Söder om Linnéplatsen finns två nord-sydligt utsträckta dammar kallade Fågeldammen och Karlsrodammen.

3.3 Geologiska förhållanden

3.3.1 Jord

Utförda undersökningar vid Linnéplatsen visar att den naturliga jordlagerföljden generellt utgörs av ett tunt lager mulljord ovan torrskorpelera och lera. Området har exploaterats vilket föranleder att fyllning förekommer överst i jordlagerföljden i stora delar av området. Leran underlagras av friktionsjord på berg. Fyllningen har en mäktighet mellan cirka 0,25 och 2,5 meter. Lerans mäktighet varierar och uppgår till 25 meter som mest. Mäktigheten på det tolkade friktionsjordslagret varierar mellan cirka 0,5 och 10 meter. Enligt utförda jord-bergsonderingar uppgår jorddjupen vid Linnéplatsen upp till 37 meter som mest. Geologin illustreras med SGU:s jordartskarta i Figur 3.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s jordartskarta vid detaljplaneområdet.

3.3.2 Berg

Längs delsträcka Linné består berggrunden huvudsakligen av rödgrå gnejs. Ställvis genomskärs gnejsen av gångbergarter i form av rödvita pegmatiter och mörka metabasiter. Metabasiterna ligger ofta som skivor inlagrade i gnejsen. Gångbergarternas bredd varierar kraftigt från centimeter till flera meter.

Intill sluttningen mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen visar undersökningar på mycket uppsprucken bergmassa. I kärnborrhål syns repeterande bergartskontakter mellan gnejs och metabasit vilket resulterar i övervägande dålig bergkvalitet.

3.4 Hydrogeologiska förhållanden

Vid Linnéplatsen finns det två grundvattenmagasin i jord: ett övre öppet i fyllnadsmassor och ett undre i friktionsjorden under leran. Det undre magasinet är i huvudsak slutet men har öppna magasinförhållanden i de delar där ett tätande lager saknas. I dessa områden kan det undre och övre magasinet ha kontakt. Grundvattnet förekommer även i bergets spricksystem, vilket bedöms stå i hydraulisk kontakt med ovanliggande jordlager av friktionsjord. Undersökningar har visat på hög genomsläpplighet i svaghetszonen nedanför sluttningen mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen. Genomsläppligheten i ytligt berg är medelhög. Undersökt bergmassa är i övrigt förhållandevis tät med undantag från enstaka sprickzoner.

I höjdområdena vid Göteborgs naturhistoriska museum, strax väster om detaljplaneområdet, förekommer endast jordavlagringar med liten mäktighet ovan berget. Dessa sedimentavlagringar har en begränsad magasineringsförmåga och bedöms därmed inte utgöra ett grundvattenmagasin. Genomsläppligheten i

ytberget är medelhög. Bergmassan i övrigt är förhållandevis tät med undantag av enstaka sprickzoner.

Inom detaljplaneområdet varierar grundvattennivån i det öppna magasinet mellan cirka 0,2–3,5 meter under markytan. Grundvattennivåns årstidsvariation i det öppna magasinet är cirka 0,4–2,3 meter, med en generell variation mellan 0,5–1 meter.

Inom detaljplaneområdet varierar grundvattennivån i det slutna magasinet mellan cirka 0,1–3,4 meter under markytan. Grundvattennivåns årstidsvariation i det slutna magasinet är cirka 0,4–2,7 meter, med en generell variation mellan 0,5–2 meter.

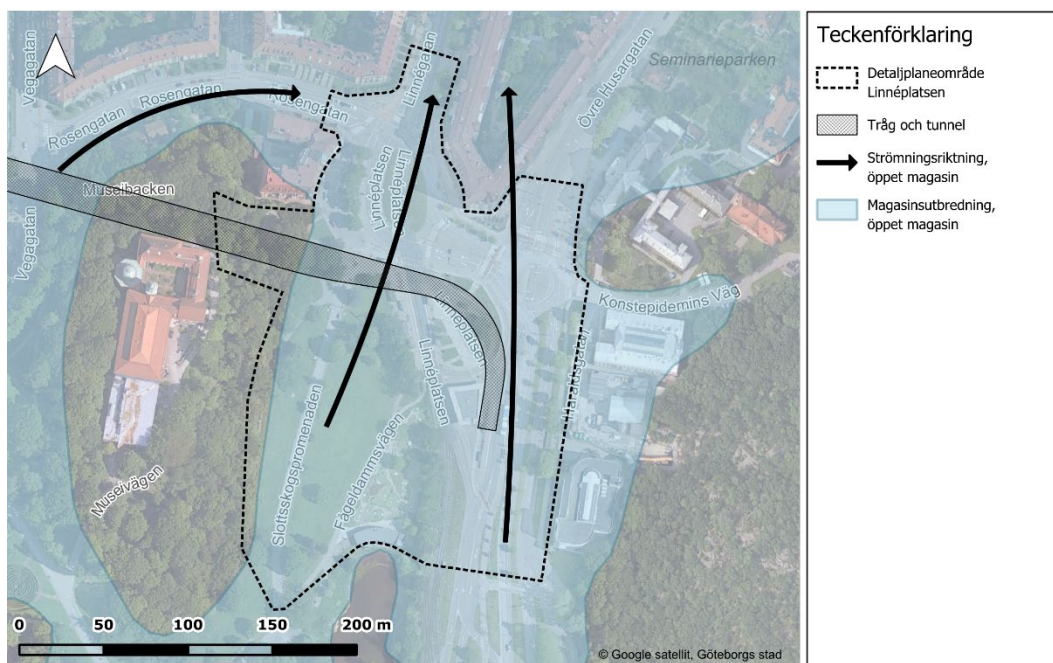
Grundvattennivåmätningar i berg har utförts i två provpunkter. Uppe på berget vid Göteborgs naturhistoriska museum varierar uppmätt grundvattennivå kraftigt under året med en årstidsvariation på cirka 12 meter. Nivån har uppmätts till cirka 4–17 meter under markytan. I slänten upp mot Göteborgs naturhistoriska museum vid Linnéplatsen har grundvattennivån i berg uppmätts till 1–4 meter under markytan. Vid Linnéplatsen är årstidsvariationen avseende grundvattennivåerna i berg cirka 2 meter.

Grundvattenströmningen i det undre slutna magasinet och i det öppna magasinet inom detaljplaneområdet följer topografien och är därmed huvudsakligen nordlig. Grundvattnets flödesriktning vid Rosengatan är östlig mot detaljplaneområdet, se Figur 4 och Figur 5.

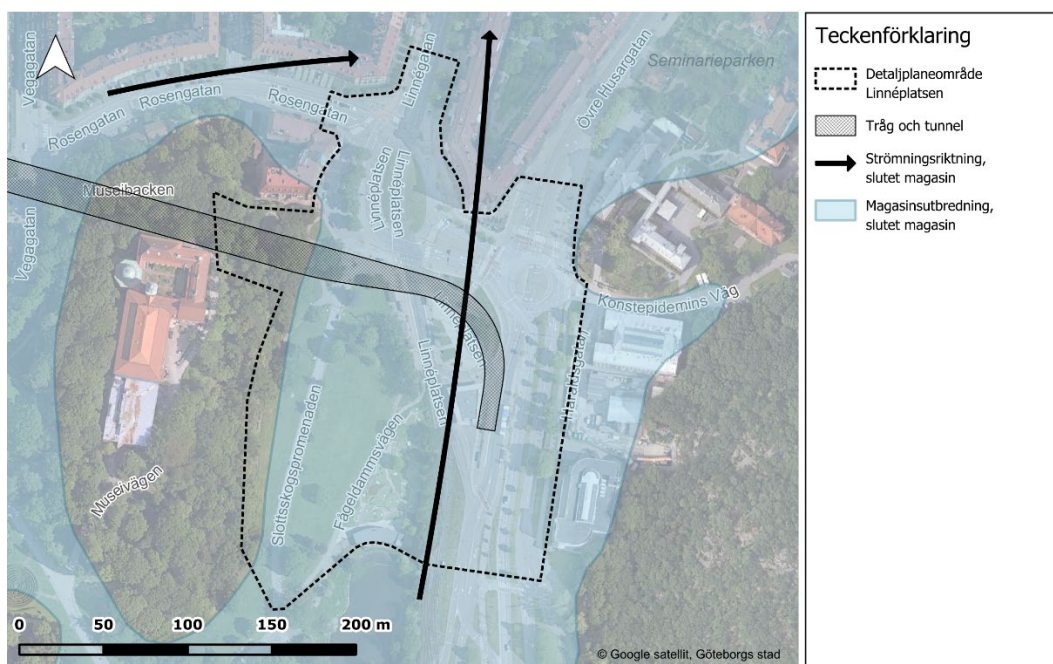
Fältundersökningar visar att genomsläppligheten i det öppna magasinet inom detaljplaneområdet är i spannet 3×10^{-8} till 1×10^{-6} m/s. De delar som bedöms utgöras av fyllnadsmassor antas vara mycket inhomogent, vilket innebär att de hydrauliska egenskaperna kan variera på korta avstånd.

Fältundersökningar visar att genomsläppligheten i det slutna grundvattenmagasinet är i spannet 1×10^{-8} till 6×10^{-6} m/s.

Fältundersökningar visar att genomsläppligheten i det uppspruckna berget vid slänten mot Göteborgs naturhistoriska museum från Linnéplatsen är cirka 2×10^{-8} – 2×10^{-6} . Där är det ytliga berget mer genomsläppligt än det djupare berget.



Figur 4. Konceptuell hydrogeologisk modell visande de öppna grundvattenmagasinens utbredning och grundvattenströmningsmönster.



Figur 5. Konceptuell hydrogeologisk modell visande det undre slutna grundvattenmagasinets utbredning och grundvattenströmningsmönster.

4 Bedömning av omgivningspåverkan

Arbetet med tråg och tunnel kommer att sänka grundvattennivån under bygg- och driftskedet. För att förstå vilken påverkan detta har på omgivningen har ett påverkansområde i berg och undre slutet magasin tagits fram med hjälp av grundvattenmodellering. Påverkansområde i övre magasin har beräknats analytiskt.

4.1 Förutsättningar

Grundläggningsarbete för tråget och betongtunneln kräver tillfällig grundvattenbortledning under byggskedet i båda grundvattenmagasinen i jord. Under driftskedet kommer dränering vid trågmynningen permanent leda till grundvattenbortledning i det övre öppna grundvattenmagasinet.

Bergtunneln som ansluts till betongtunneln kommer leda till grundvattenbortledning i alla grundvattenmagasin i både bygg- och driftskede. Bergtunneln ingår inte i denna detaljplan, utan i *Detaljplan för spårväg Lindholmen - Linnéplatsen, delområde tunnel inom stadsdelarna Lindholmen, Majorna, Slottsskogen, Olivedal*. Grundvattennivåerna inom detaljplaneområdet för Linnéplatsen väntas dock påverkas av både tråget, betongtunneln och bergtunneln. I följande kapitel presenteras därför den sammanlagda påverkan som alla tre delar av den planerade konstruktionen kan ha på grundvattenförhållandena inom detaljplaneområdet.

För att uppskatta påverkansområdets utbredning i undre slutet grundvattenmagasin och i berg har en grundvattenmodell satts upp. Påverkansområdet i öppet magasin har beräknats analytiskt.

För att få verklighetsanpassade påverkansområden har följande faktorer beaktats i grundvattenmodellen och beräkningarna:

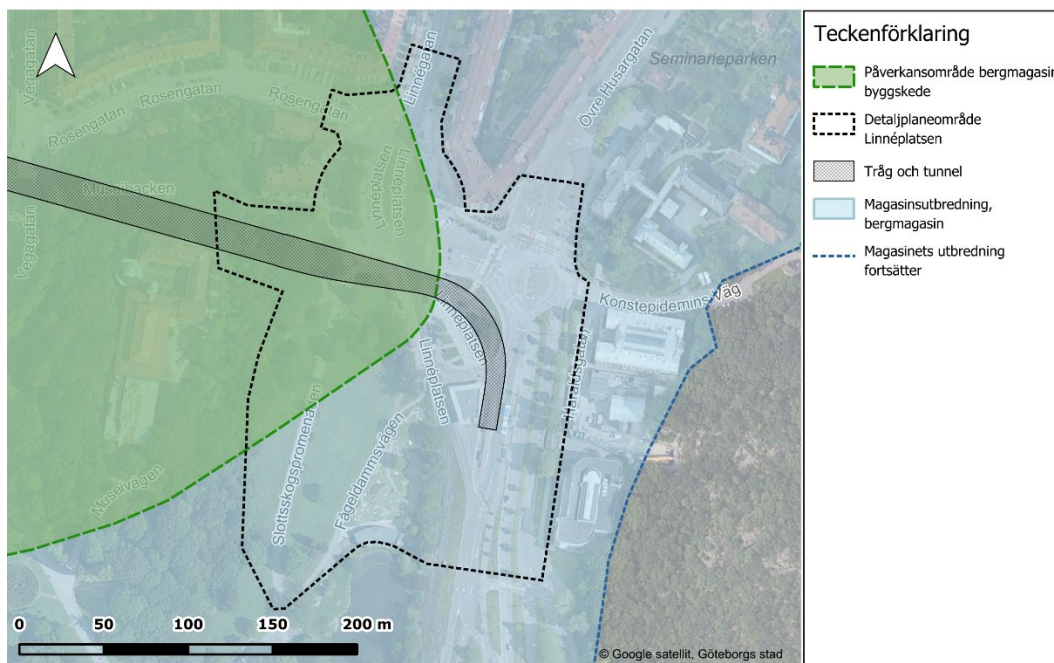
- › Topografisk variation inom påverkansområdet med omnejd
- › Geologi och bergstrukturer
- › Grundvattenmagasinens utbredning
- › Grundvattenbildning till berg respektive jord
- › Genomsläpplighet i jord, berg och sprickzoner i berg

Påverkansområde i jord definieras för en grundvattensänkning på 0,3 meter. Påverkansområde i berg definieras för en grundvattensänkning på 1,0 meter.

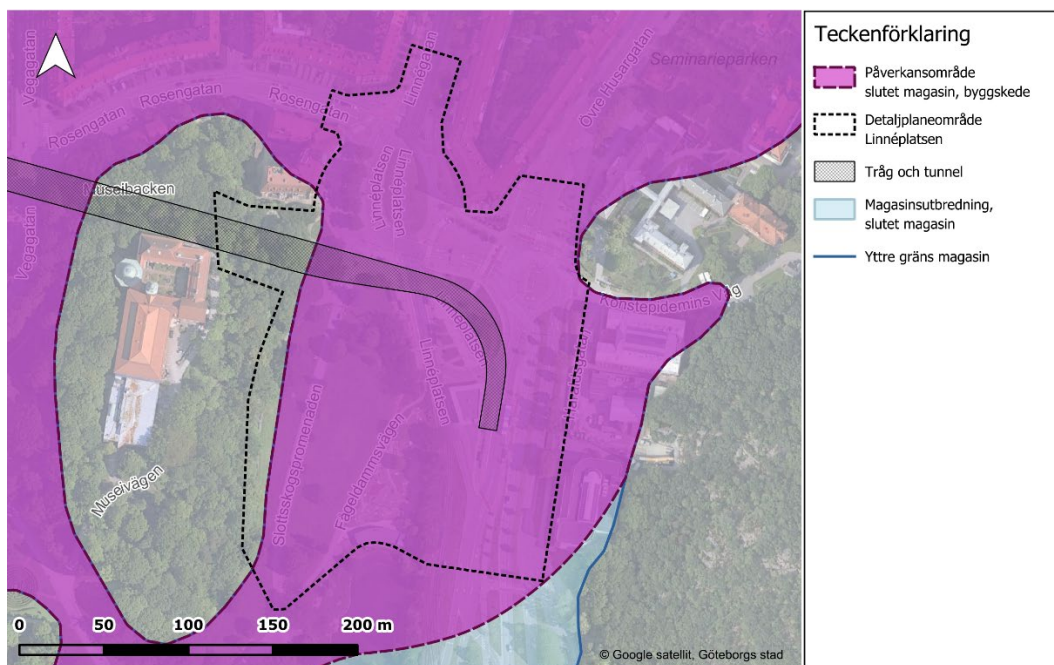
4.2 Resultat

I byggskede har påverkansområdets storlek i berg preliminärt bedömts vara upp till cirka 100 meter från tunneln inom detaljplaneområdet för Linnéplatsen, se Figur 6. I undre slutet magasin bedöms det preliminärt kunna uppstå en påverkan på grundvattnet inom hela detaljplaneområdet, se Figur 7. Påverkan på

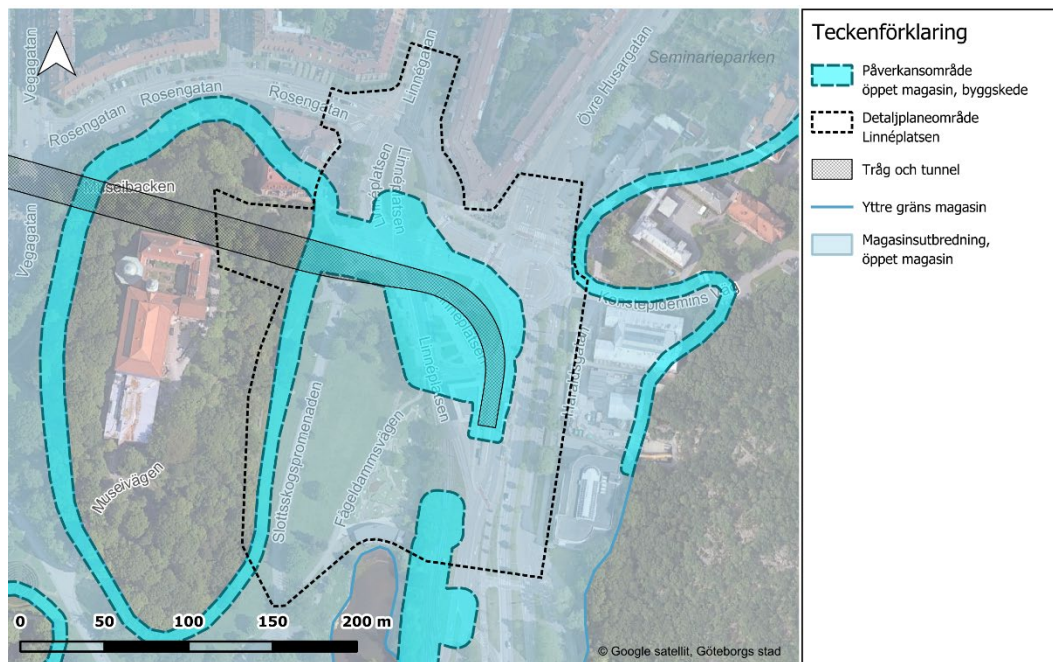
grundvattennivåerna i övre magasin bedöms bli mycket begränsad och i huvudsak lokal, se Figur 8.



Figur 6. Preliminärt påverkansområde i berg i byggskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 1,0 meter i berg.

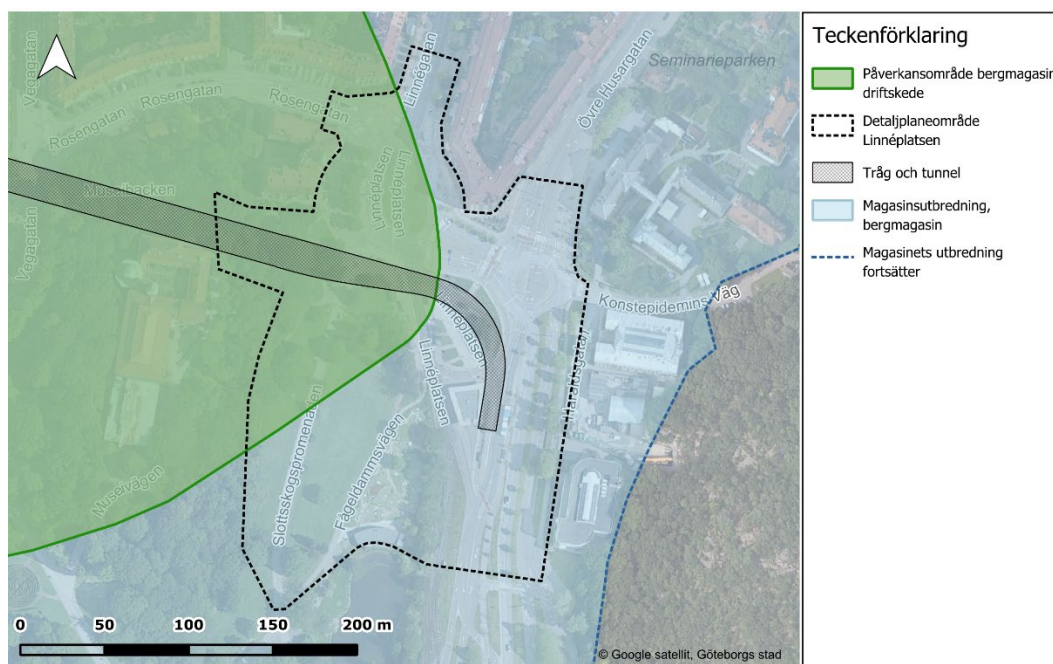


Figur 7. Preliminärt påverkansområde i slutet magasin i byggskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 meter i jord.

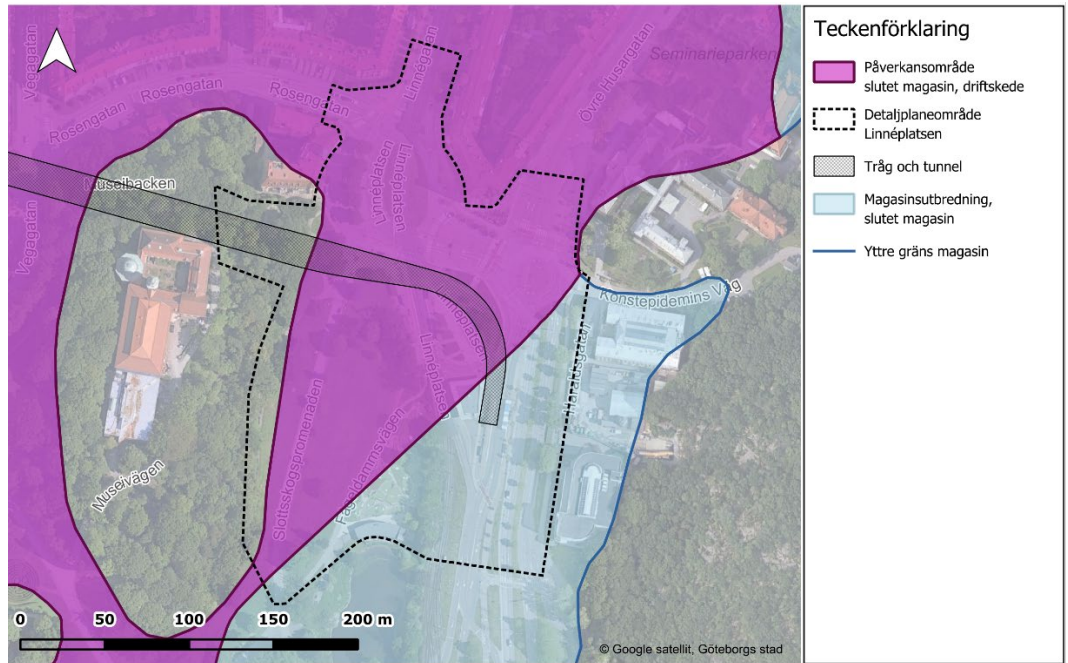


Figur 8. Preliminärt påverkansområde i öppet magasin i byggskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 meter i jord.

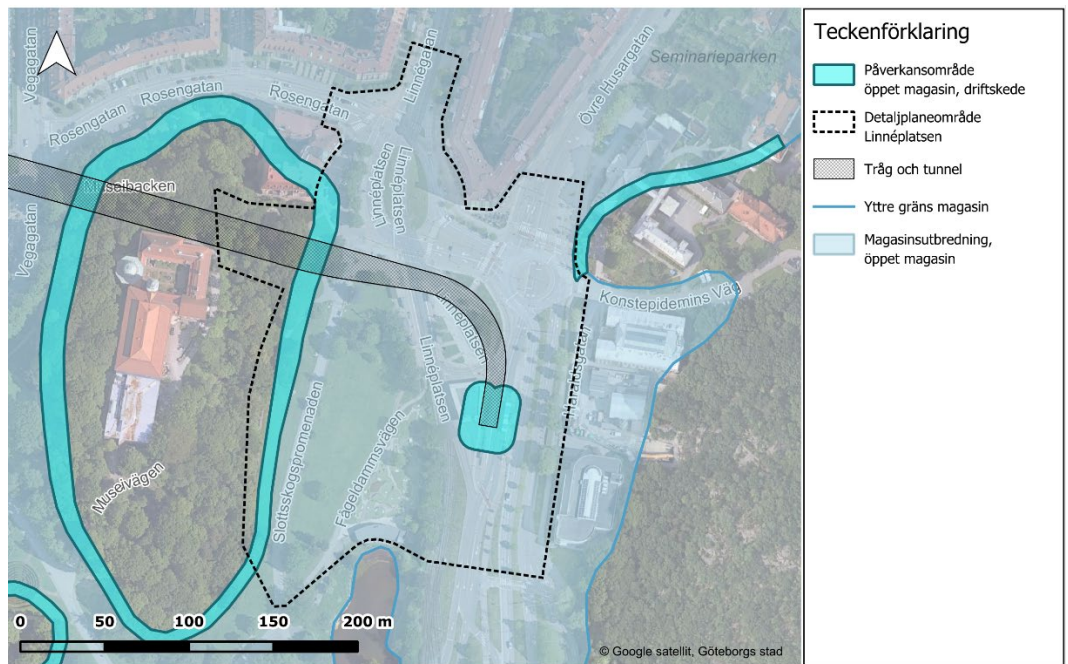
I driftskede har påverkansområdets storlek i berg preliminärt bedömts vara upp till cirka 100 meter från tunneln inom detaljplaneområdet för Linnéplatsen, Figur 9. I undre slutet magasin bedöms det preliminärt kunna uppstå en påverkan på grundvattnet inom den norra och västra delen av detaljplaneområdet, se Figur 10. Påverkan på grundvattennivåerna i övre magasin bedöms bli mycket begränsad och i huvudsak lokal, se Figur 11.



Figur 9. Preliminärt påverkansområde i berg i driftskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 1,0 meter i berg.



Figur 10. Preliminärt påverkansområde i slutet magasin i driftskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 meter i jord.



Figur 11. Preliminärt påverkansområde i öppet magasin i driftskede. Påverkansområdets rand definieras för en grundvattenavsänkning på 0,3 meter i jord.

4.3 Bedömning

Anläggningen kommer att orsaka en sänkning av grundvattennivån både under bygg- och driftskedet. Beräkningar har tagit hänsyn till spont och tätspont vid schakt för tråg och betongtunnel, men inte andra skyddsåtgärder.

En hydraulisk kontakt mellan berg och jord har observerats i området och en sänkning av grundvattennivån i berget påverkar också grundvattnet i jordens undre

slutna magasin. Hydrogeologiska tester vid Linnéplatsen visar att infiltration till det undre slutna grundvattenmagasinet i jord fungerar tillfredsställande som skyddsåtgärd vid bygg- och driftskede.

Inom preliminärt påverkansområde för grundvattensänkning inom delsträcka Linné förekommer skyddsobjekt som riskerar att bli påverkade.

Det finns ingen byggnad inom detaljplaneområdet som påverkas negativt av sänkta grundvattennivåer. Däremot kan det finnas byggnader strax utanför detaljplaneområdet med en grundläggning som är känslig för grundvattensänkning. En byggnadsinventering kommer utföras för att utreda sättningskänsliga byggnader. Markförlagda ledningar inom området kan komma att skadas vid sättningar.

Det ligger inga enskilda vatten- eller energibrunnar inom detaljplaneområdet. Laboratorieresultat visar att föroreningar förekommer i grundvattnet, både i det övre och det undre grundvattenmagasinet i jord, samt i grundvattnet i berg. Grundvattenberoende naturvärden förekommer i form av ett flertal träd som i sin tur har naturvärden knutna till sig, såsom diverse fågelarter och rödlistade lavar. Även andra miljöer förekommer, såsom Fågeldammen och Karlsrodammen med omgivande miljöer, vilka kan påverkas negativt av sänkta grundvattennivåer.

5 Skyddsåtgärder

Inom detaljplaneområdet för Linnéplatsen kommer skyddsåtgärder behövas för att minimera grundvattensänkningens påverkan på omgivningen. Konstgjord infiltration, så kallad skyddsinfiltration, kan vid behov komma att genomföras för att på ett kontrollerat sätt bibehålla grundvattennivåerna under bygg- och driftskedet.

Skyddsinfiltration väntas kunna minska utbredningen av grundvattenpåverkan i jord och berg. Skyddsinfiltration utreds vidare och regleras i prövningen om tillstånd enligt miljöbalken.

Tätning av anläggningsdelar sker med lämplig metod och utsträckning anpassad till plats specifika förhållanden för att minimera inläckage av grundvatten.

Grundvattennivåer kommer mätas i omgivningen i bygg- och driftskedet. Mätningar görs för att bekräfta att grundvattennivåerna hålls inom acceptabla nivåer. Detta hanteras och regleras i prövningen om tillstånd enligt miljöbalken.

Skyddsåtgärder för att förebygga förorenings spridning och sättningar kommer att undersökas vidare.

6 Vidare undersökningar

Kompletterande undersökningar och inventering kommer att utföras för att utreda hydrogeologiska egenskaper i jord och berg samt identifiera ytterligare skyddsobjekt. Detta syftar till att utreda de bästa lösningarna för skyddsåtgärder för att motverka en negativ påverkan på skyddsobjekt.