

Samrådshandling 2023-11-10



Titel: Samrådsunderlag miljöprövning, Tunnelbana till Älvsjö

Uppdragsledare: Teresia Skönström, Sweco

Projektleddare: Kajsa Nilsson, Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT)

Bilder & illustrationer: FUT om inte annat anges

Dokumentid: 7300-N72-22-00001

Diarienummer: FUT 2023-0933

Utgivningsdatum: 2023-11-10

Distributör: Region Stockholm, Förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 123 100 00.

E-post: nyatunnelbanan.fut@regionstockholm.se

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund och syfte	5
2	Beskrivning av planerad tunnelbana.....	6
2.1	Anläggningen	7
2.1.1	Spårtunnlar och stationer	7
2.1.2	Övriga schakt till markytan.....	9
2.1.2.1	Luftutbytesschakt	9
2.1.2.2	Brandgasschakt	10
2.1.2.3	Likriktarstation	10
2.2	Byggmetoder	10
2.2.1	Spårtunnlar	11
2.2.1.1	Fullortsborrning med tunnelbormaskin (TBM).....	11
2.2.2	Tvärtunnlar och arbetstunnlar	12
2.2.2.1	Tvärtunnlar	14
2.2.2.2	Arbetstunnlar.....	14
2.2.3	Stationer och öppna vertikala schakt	14
2.2.4	Etableringsytor	16
2.3	Vattenhantering.....	18
2.4	Depå.....	18
3	Studerade alternativ samt planläggning	20
3.1	Alternativ arbetstunnlar eller sänkschakt	21
3.1.1	Fridhemsplan	23
3.1.2	Liljeholmen	24
3.1.3	Årstaberg.....	25
3.1.4	Årstafältet	26
3.1.5	Östberga.....	26
3.1.6	Älvsjö	27
4	Upplägg av utredningsarbetet för grundvatten.....	29
5	Planeringsförutsättningar	30
5.1	Miljökvalitetsmål och miljökvalitetsnormer.....	31
5.1.1	Miljökvalitetsmål.....	31
5.1.2	Miljökvalitetsnormer	31
5.2	Geologi och grundvatten.....	33
5.2.1	Jordlager	33
5.2.2	Berggrund.....	35
5.2.3	Grundvatten	36
5.3	Objekt som påverkar grundvattenförhållandena.....	38
5.4	Förorenade områden och grundvattenkvalitet.....	39
5.5	Grundvattennivåkänsliga byggnader och anläggningar	41
5.6	Ytvatten.....	44

5.7	Rikssintressen	44
5.8	Naturmiljö	46
5.9	Kulturmiljö och fornlämningar	48
5.10	Omgivningsbuller	49
6	Bedömd omgivningspåverkan.....	52
6.1	Påverkansområde för grundvatten	52
6.2	Grundvattenpåverkan.....	53
6.3	Massor och grundvattenkvalitet	53
6.4	Process- och länshållningsvatten.....	54
6.4.1	Länshållning från borrhning och sprängning	54
6.4.2	Länshållning från TBM	54
6.4.3	Dagvatten från etableringsytor.....	55
6.5	Kulturmiljö	55
6.6	Buller, stomljud och vibrationer.....	56
6.6.1	Stomljud.....	56
6.6.2	Luftburet buller	57
6.6.3	Vibrationer	58
6.7	Luftkvalitet.....	59
6.8	Jämförelse av alternativa byggmetoder.....	60
7	Kontroll och åtgärder	63
7.1	Planerade kontroller	63
7.2	Åtgärder.....	63
7.2.1	Tätning	63
7.2.1.1	Betongsegment (lining vid TBM).....	63
7.2.1.2	Injektering	63
7.2.1.3	Tätning av öppna schakt i jord	63
7.2.2	Skyddsinfiltration.....	64
7.2.3	Bullerskyddåtgärder	64
8	Miljökonsekvensbeskrivningen innehåll och omfattning	66

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Fram till år 2050 beräknas Stockholms länsinvånarantal öka med drygt 1,1 miljoner till cirka 3,4 miljoner, vilket motsvarar en ökning med nästan 50 procent. De brister som finns i trafiksystemet idag kommer att förstärkas ytterligare med den starka befolkningstillväxt som pågår och förväntas fortsätta i regionen om det inte sker ytterligare investeringar i infrastrukturen. För att möta det ökade behovet av bostäder och kollektivtrafik i Stockholms län har Sverigeförhandlingen, på initiativ från Sveriges regering, inlett arbete för att få förbättrad kollektivtrafik och ökat bostadsbyggande i storstäderna. I januari 2017 tecknade staten, Region Stockholm och berörda kommuner avtal om fyra kollektivtrafiksatsningar i länet:

- Tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö
- Förlängning av Roslagsbanan till T-Centralen
- Spårväg Syd mellan Älvsjö och Flemingsberg
- Ny tunnelbanestation vid Hagalund.

Enligt avtalet om ny tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö ansvarar Region Stockholm för utbyggnaden av tunnelbana och Stockholm stad ansvarar för att bygga 48 500 nya bostäder i tunnelbanans närområde, antingen själva eller genom andra markägare eller exploatörer. I avtalet ingår även en finansiering av nya fordon och depåer.

Två tredjedelar av länets arbetsplatser ligger norr om Saltsjö-Mälarsnittet¹, men där bor endast ungefär hälften av regionens arbetsföra befolkning. Här beräknas antal arbetsplatser att öka med mer än 50 procent till år 2050. Den demografiska obalansen ställer stora krav på en väl fungerande infrastruktur som tillåter ett flöde av människor över Saltsjö-Mälarsnittet. Det finns kapacitetsbrist i transportsystemet idag, vilket kommer att förstärkas med pågående befolkningstillväxt om det inte görs investeringar i infrastrukturen.

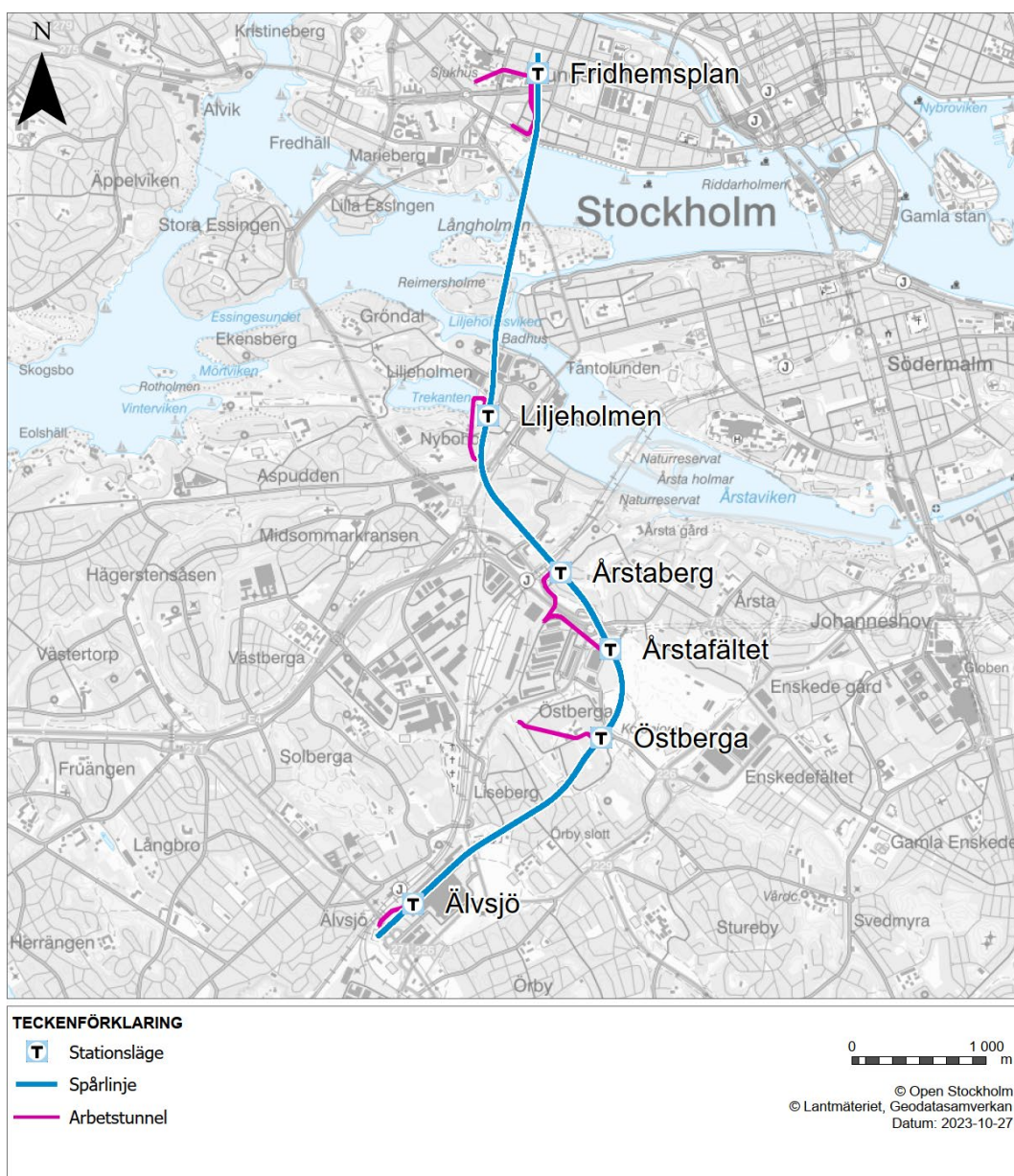
Den nya tunnelbanelinjen mellan Fridhemsplan och Älvsjö innebär en ny förbindelse över Saltsjö-Mälarsnittet, vilket medför att kapaciteten stärks i detta snitt samtidigt som befintligt kollektivtrafiksystäm avlastas. Det är den första tunnelbanelinjen som inte trafikerar T-Centralen. Utöver att stärka kollektivtrafiksystäm och bidra till begränsad klimatpåverkan, ska tunnelbanan också bidra till ökat bostadsbyggande i regionen.

I och med att tunnelbanan ska byggas ut under grundvattennivån krävs tillstånd enligt miljöbalken för bortledning av grundvatten från anläggningen under bygg- och drifttiden. Tillstånd söks hos mark- och miljödomstolen. Till domstolen inlämnas också underlag för att vid behov kunna pröva de omgivningsstörningar som uppkommer under byggtiden (buller, vibrationer och utsläpp till vatten). Samråd genomförs inför upprättandet av tillståndsansökan och tillhörande miljökonsekvensbeskrivning. Detta dokument utgör underlag för avgränsningssamråd enligt 6 kap. 20 § och 29 § miljöbalken avseende tillståndsprövning enligt miljöbalken för utbyggnaden av tunnelbanan från Älvsjö till Fridhemsplan. Region Stockholm har sedan flera år tillbaka drivit spårtunnel för de övriga utbyggnadsgrenarna av tunnelbanan. Under den här tiden har förvaltningen samlat på sig erfarenheter av byggmetoder och klimat och miljökonsekvenser samt hantering av dessa. Dessa erfarenheter beaktas inför utbyggnationen av tunnelbanan från Fridhemsplan till Älvsjö.

¹ Saltsjö-Mälarsnittet utgörs av en gräns mellan norra och södra Stockholm (Stockholms stad, 2023).

2 Beskrivning av planerad tunnelbana

Den nya tunnelbanelinjen blir 8 kilometer lång mellan Fridhemsplan och Älvsjö och är tänkt att binda ihop centrala och södra Stockholm. Tunnelbanan planeras få sex nya stationer, Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet, Östberga och Älvsjö, se Figur 1. Stationerna ligger i tätbebyggda områden och ytterligare stadsutveckling pågår runt flera av dem. Linjen kommer i sin helhet att gå under jord och blir fristående. För att tunnelbanan ska uppnå god funktion och säkerhet behöver delar av anläggningen nå ovan mark. Ovan markytan kommer anläggningen bestå av bland annat av stationsuppgångar, byggnader för ventilation och tunnelmynning för servicetunnel. En ny depå behövs, för uppställning, service och underhåll av tåg. För att kunna bygga tunnelbanelinjen behövs temporära etableringsytor och arbetstunnlar alternativt sänkschakt för att ta ut massor och hantera material vid stationerna.

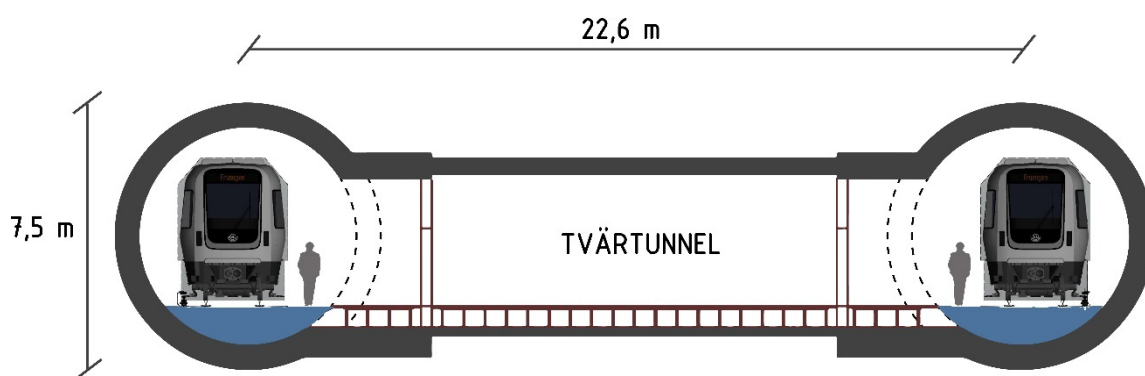


Figur 1. Översikt planerad tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö med alternativ till arbetstunnlar.

2.1 Anläggningen

2.1.1 Spårtunnlar och stationer

Tunnelbanelinjen Fridhemsplan till Älvsjö planeras som två separata enkelspårstunnlar med en borrarad diameter på cirka 7 meter. Avståndet mellan enkelspårstunnlarnas spårmitt är i huvudsak detsamma längs sträckan, cirka 22 meter, förutom vid stationerna där avståndet är som lägst, cirka 17 meter. Mellan spårtunnlarna anläggs på regelbundna avstånd tvärtunnlar som förbinder spårtunnlarna med varandra. Tvärförbindelserna kommer att placeras med ca 300 meters intervall av bland annat utrymningsskäl, se Figur 2. En permanent servicetunnel till station Fridhemsplan planeras. Generellt ligger stationerna längs linjen i storleksordningen mellan 40 och 75 meter under mark.

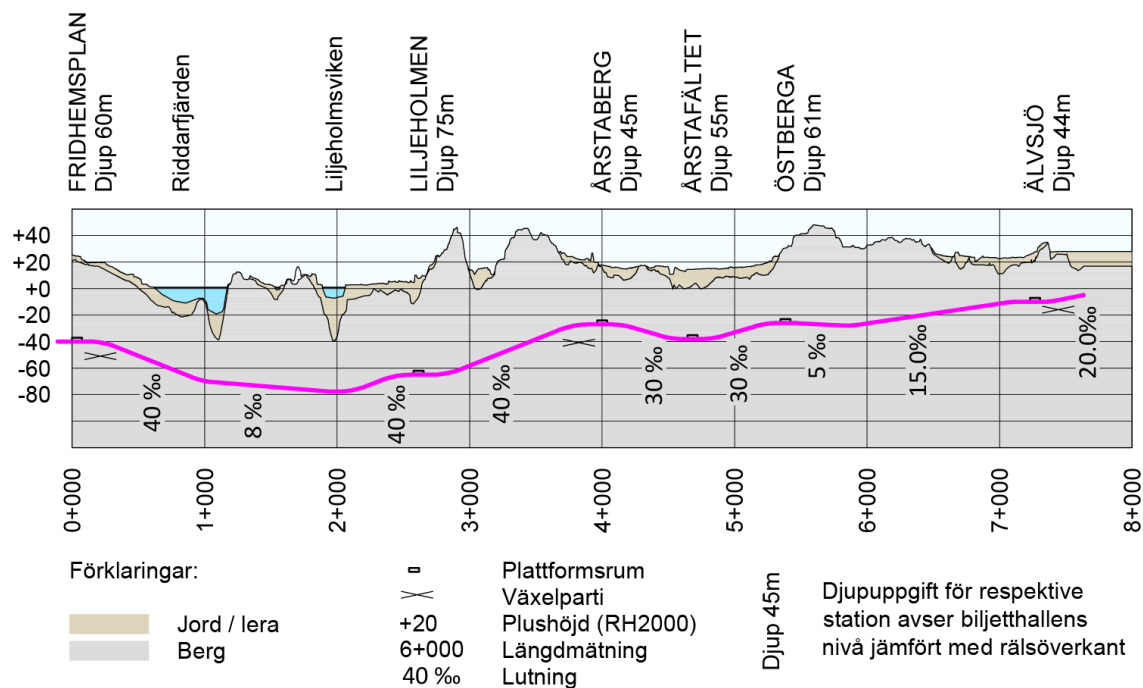


Figur 2. Utformning av enkelspårstunnlar och tvärtunnel.

Spårlinjen börjar vid nivå -40 (i höjdsystem RH2000) vid Fridhemsplan som är linjens norra ändstation, se Figur 3. Vid Station Fridhemsplan kommer en ny plattform för den nya tunnelbanelinjen att byggas under den befintliga stationen. Det blir ingen ny uppgång. För att nå den nya tunnelbanelinjen kommer resenären att använda samma stationsentréer som redan finns. Söder om stationen placeras ett växelparti där tågen vänder. Därefter dyker spårlinjen djupare ner i berget med 40 promilles lutning under Riddarfjärden och vidare fram till Liljeholmsviken. Längs med Liljeholmsviken löper en djup sprickzon i berget. Spårtunnelns passage här är styrd till ett läge där bergytan bedöms ligga något högre än i områdena intill. Här vänder spårprofilen, för att stiga fram till Liljeholmens station på nivå -65. En ny plattform byggs under den befintliga stationen. Den nya tunnelbanan kommer att dela stationsentréer med befintlig Röd linje från Liljeholmstorget men med en tydligare stationsentré mot Trekantsparken. Nuvarande biljetthall byggs delvis om.

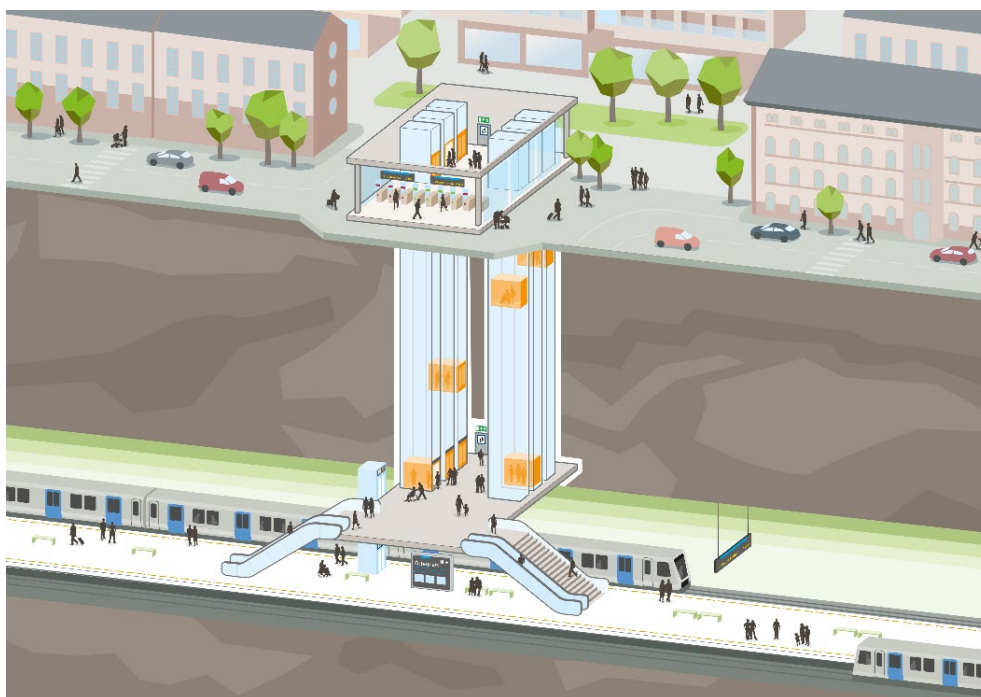
Efter Liljeholmen stiger spårtunneln fram till Årstaberg vid nivå -27. Norr om station Årstaberg planeras ett växelparti. Placering av den nya stationen vid Årstaberg är på södra sidan om järnvägsspåren, intill Svärdsålsplan med en entré som kopplar till flödet pendeltåg och buss/Tvärbanan.

Årstaberg och Station Östberga ligger på liknande djup men spårlinjen behöver gå ner till nivå -38 däremellan, vid Årstafältet, för att uppnå tillräcklig bergtäckning. Detta på grund av de stora lerdjup som finns vid Årstafältet. Årstafältets nya station placeras i den västra delen av de nya kvarteren som byggs i området med stationsentré ut mot huvudgatan.



Figur 3. Spårsträckning under markytan från Fridhemsplan till Älvsjö i förhållande till stationslägen, djup och lutning.

Station Östberga får en entré som ansluter till det gångstråk som knyter samman Östberga centrum med nya Årstafältet utmed Östbergabackarna. Från Östberga sjunker profilen något innan en längre stigning sker fram till Älvsjö som ligger på nivå -10. Däremellan passerar linjen Liseberg där det finns ett stort antal energibrunnar med djupa borrhål. Linjen gör därför en böj österut för att i möjligaste mån undvika borrhålen. Linjens södra ändstation är Älvsjö. Stationen placeras intill gång- och cykelstråket Älvsjö Broväg, nära Station Älvsjö med tåg och busstrafik. I anslutning till Station Älvsjö finns ett växelparti som möjliggör växelbyte för tunnelbanan.



Figur 4. Illustration över utformningsprinciper för tunnelbanans anläggningsdelar vid nya stationslägen med plattform, mellanplan, högkapacitetshissar och biljetthall.

Tunnelbanans utformning är ännu inte beslutad men bygger på utformningsprinciper för samtliga stationer utom för station Fridhemsplan. Utformningsprinciperna delas in i fyra anläggningsdelar, plattformsrums, mellanplan, vertikalschakt samt stationsentré, se Figur 4. Principerna inkluderar en 75 meter lång plattform som har en uppgång till ett centralt liggande mellanplan genom antingen rulltrappor eller hiss. Från mellanplanet finns vidare transport till biljetthall och stationsentré med högkapacitetshissar via ett vertikalschakt. Utformningen med högkapacitetshissar beror på att samtliga nya stationslägen ligger så pass långt under jord men även för att minimera restiden för resenärerna i jämförelse med rulltrappor.

2.1.2 Övriga schakt till markytan

2.1.2.1 Luftutbytesschakt

Tunnelbanan planeras med ventilationssystem i syfte att ventilera luften från spårtunnlar, plattformsrums, biljetthall och teknikutrymmen med koppling till marknivå. I tunnarna sker ventilation genom tågens rörelser och temperaturskillnader mellan luften i tunnarna och utomhusluften. Luftutbytet sker genom åtta luftutbytesschakt som står i förbindelse med tunnarna och föreslås vid Liljeholmsstranden, Hägerstensvägen, Sjöviksbacken, Åmänningevägen, Östbergavägen, Östbergabackarna, Åbyvägen och Magelungsvägen. Luftutbytesschakten är cirka 6 meter i diameter och kommer att sticka upp över marknivå för att förhindra att bland annat skräp och smältande snö faller ner. Alla luftutbytesschakt har en schaktöverbyggnad ovan mark och går med självdrag utan fläktar, vilket minskar buller och energianvändning, se Figur 5.



Figur 5. Exempel på utformning av luftutbytestorn som överbyggnad till luftutbytesschakt ovan mark.

2.1.2.2 Brandgasschakt

Brandgasventilation krävs för att säkerställa utrymning av brandgaser i händelse av brand. Vid brand i spårtunnel eller station släpps brandgaserna ut via schakt som är 5 meter i yttre diameter och har en fri area på 12 m². Brandgasschakt planeras vid Drottningholmsvägen och Årsta Skolgränd.

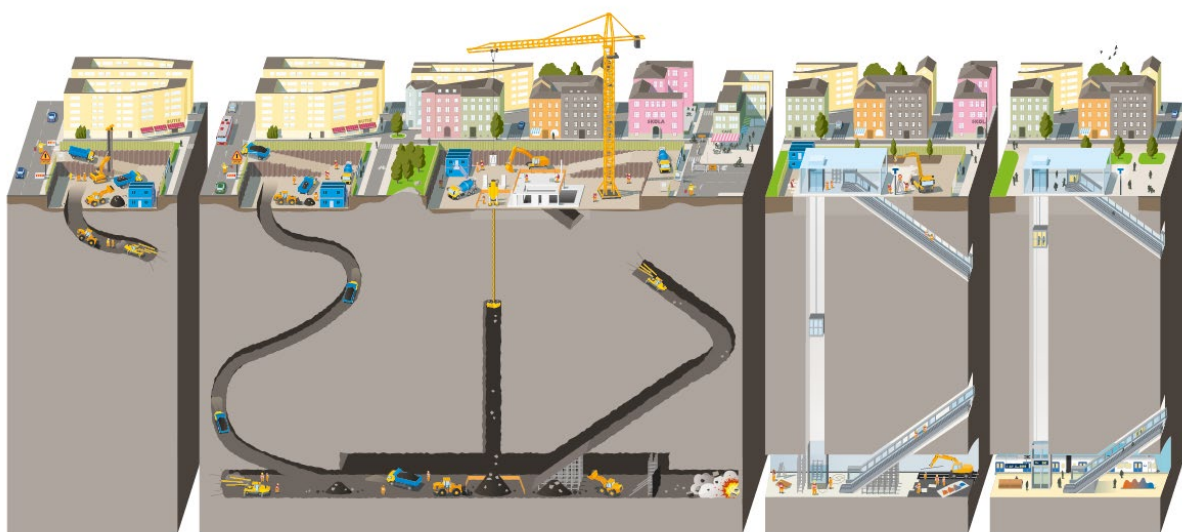
2.1.2.3 Likriktarstation

En likriktarstation utreds på Långholmen. Genom ett par borrhål på cirka 500 mm i diameter säkerställs åtkomst från markytan ner till tvärtunneln, där kablar installeras för att försörja den nya tunnelbanan med el.

2.2 Byggmetoder

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under jord. Spårtunnlarna kommer att drivas (tillskapas) genom fullortsborrning med tunnelbormaskin (TBM). För stationer och arbetstunnlar används metoden borrning och sprängning. Vid byggandet av de konstruktioner som ska nå upp till markytan, såsom hisschakt, luftutbytesschakt och brandgasschakt, kommer det att krävas schaktarbeten i både jord och berg, se Figur 6. Vid stationslägen med ny entré i markplan ska ett vertikalt schakt anläggas genom jord och berg ner till kommande station. Schaktet anläggs genom borrning och sprängning. Om det vertikala schaktet används under byggtiden för att ta upp berg från stationsutrymmet kallas det för sänkschakt. Vertikalschakt är permanenta då de under drifttiden kommer att innehålla hissarna från biljetthallen på markytan till underliggande station. Brandgasschakt och luftutbytesschakt kan byggas på flera olika sätt. Antingen borrar och sprängs schakten på konventionellt sätt, eller utförs så kallad raiseborrning där schaktet utvidgas från stationsnivå upp till markytan.

Ledningsomläggningar och förberedande arbeten för att utjämna etableringsytor kan kräva jord- och bergschakt. I detta samrådsmaterial beskrivs möjliga alternativa byggmetoder. För att minimera och hantera störningar under byggtiden har regionen ett beprövat arbetssätt kopplat till tidigare tunnelbaneutbyggnader, vilket kommer att användas i projektet med ny tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö.



Figur 6. Olika steg i byggandet av en tunnelbanestation med hjälp av metoden arbetstunnel.

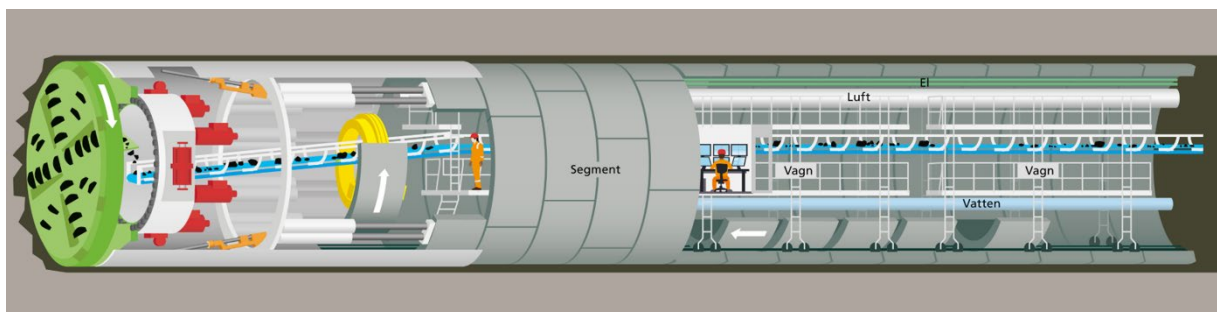
2.2.1 Spårtunnlar

I slutet av januari 2023 togs beslutet att inriktningen för att driva spårtunnlarna mellan Fridhemsplan och Älvsjö ska vara tekniken fullortsborrning med en tunnelbormaskin.

Tunnelbormaskin (TBM) är en teknik där tunneln borrar i stället för att drivas ut genom att spränga bort berget (konventionell metod). Metoden med TBM är vanlig på kontinenten och har vid ett antal tillfällen även använts i Sverige, däribland för anläggande av Citytunneln i Malmö, Hallandsåstunneln i Skåne och nu senast för kraftledningstunneln CityLink i Stockholm.

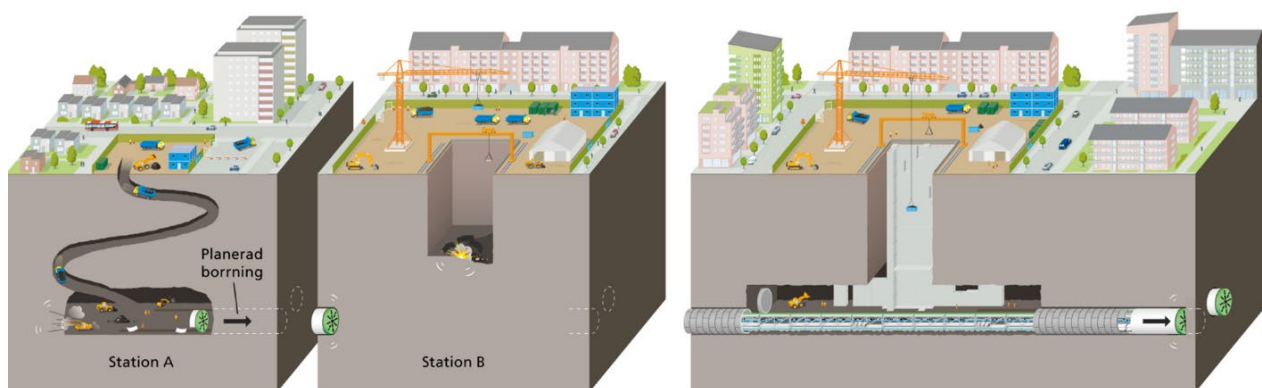
2.2.1.1 Fullortsborrning med tunnelbormaskin (TBM)

Det finns ett flertal olika tunnelbormaskiner men gemensamt för alla är att de består av ett roterande borrhuvud längst fram som krossar berget till mindre bitar (fraktion 0 till 150 mm). Det krossade berget ger upphov till betydligt mindre fraktioner berg än konventionell borrning och sprängning. Den maskintyp som är aktuell i detta projekt har utrustning för att montera betongsegment (lining) mot berget, se Figur 7 och Figur 9. Tunnlarna tätas successivt med betongsegmenten längre bak i TBM.



Figur 7. Exempel på tunnelbormaskin, TBM. Längst fram sitter en roterande borrhuvud med tillhörande motorer.

En TBM ger en cirkulär tunnelprofil. För anläggande av tunnelbanan behöver TBM ha en diameter på runt 7 meter. I och med att två parallella enkelspåriga tunnelrör för spårtrafik ska anläggas planeras två TBM för att borra tunnlar. Med metoden TBM drivs spårtunnlarna med en tunnelfront och planen är att starta drivningen av tunneln från Älvsjö och vidare mot Fridhemsplan. Stationerna behöver sprängas ut innan TBM kommer fram till respektive station, se Figur 8. Där dras TBM igenom stationen och fortsätter borra ut spårtunnlarna på andra sidan av stationen.



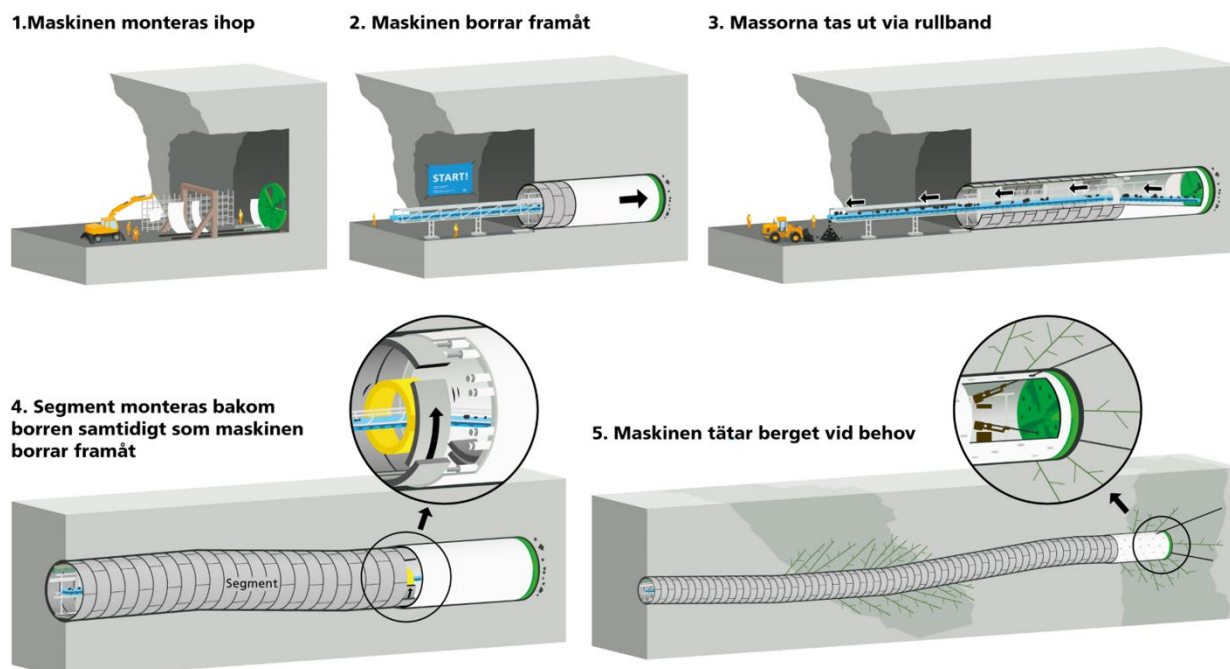
Figur 8. Illustration över olika faser i byggtiden vid användning av TBM.

Jämfört med tekniken borra-spräng drivs tunnelfronten snabbare fram med TBM, uppskattningsvis cirka 12 meter per dag jämfört med cirka 10 till 15 meter per vecka och drivningsfront. Däremot är kostnaden för TBM med tillhörande betongsegment dyrare.

TBM kräver kylvatten under borrhningen som cirkuleras och återanvänds vilket beskrivs under avsnitt 6.4.2.

Tider under veckodagar och helgdagar för när TBM ska drivas är inte klarlagt. Dock innebär normal drivning att TBM borrar cirka 45 procent av tiden. Resterande tid är maskinen stillastående för montage av betongsegment, byte av skärhuvuden, servicearbete och bygg- och tilläggsarbeten kring TBM.

Ett mellanrum skapas mellan berg och betongsegment som fylls med singel medan TBM borrar. Planerad TBM innebär borrhning i så kallat öppet läge (inte trycksatt) vilket gör att vatten rinner mellan berg och betongsegment fram till tunnelfronten och borrhuvudet. Därför anläggs tätningsbarriärer i tunneln med cirka 150 meters mellanrum för att minimera inläckage av grundvatten. Barriären utformas genom att en typ av expanderbar säck pumpas upp med cementbaserat bruk vilket skapar en barriär mellan betongsegment och berg. TBM injekterar mellanrummet med en cementbaserad blandning för att erhålla robusthet i konstruktionen mellan berg och betongsegment. Vid svaghetszoner kan det finnas behov av förinjektering av berget utförd från TBM för att minska inläckage av vatten.



Figur 9. Illustration över olika steg i bygget av spårtunnlar med en tunnelbormaskin (TBM).

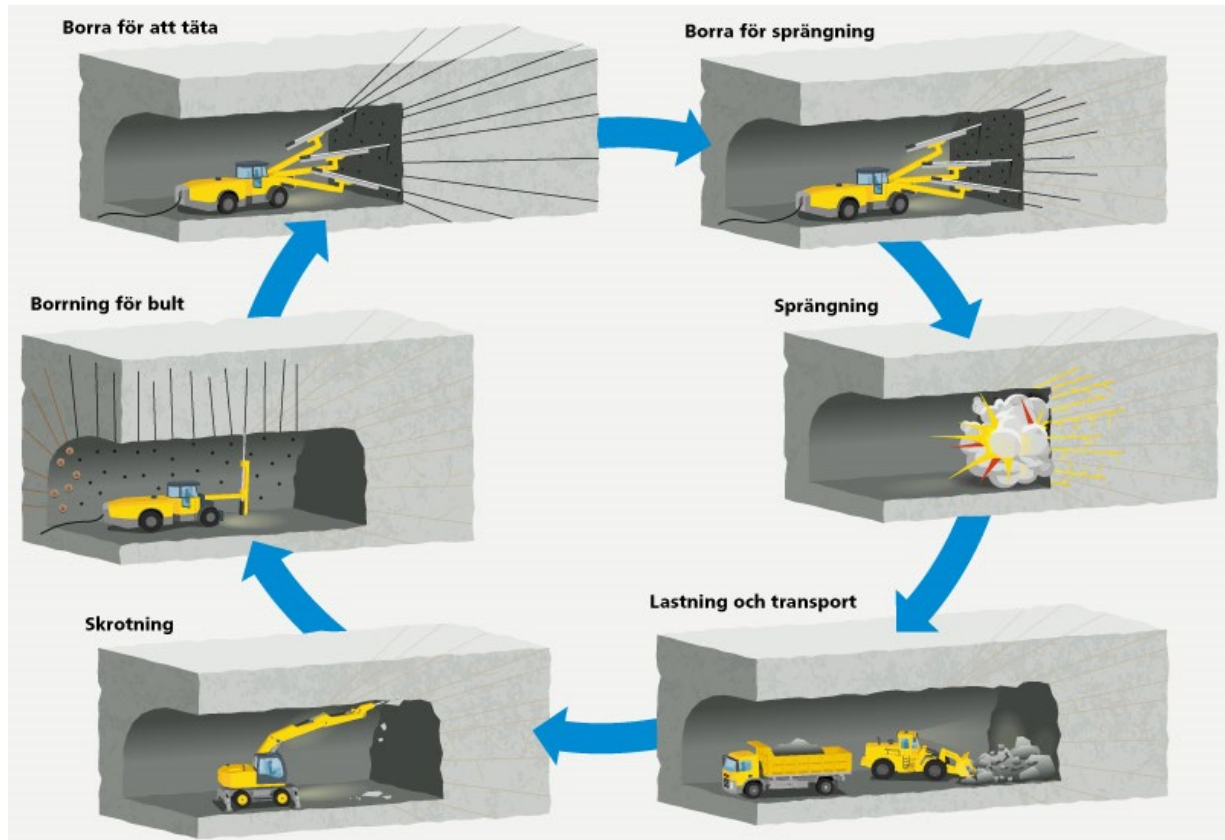
Massorna som genereras från TBM för spårtunnlarna kommer att transporteras via transportband bakom maskinen till en etableringsyta vid Älvsjö där TBM startade. Detta innebär att massuttaget via Älvsjö kommer att vara aktivt genom stora delar av byggtiden. Massuttaget kommer även att vara relativt jämnt fördelat under byggtiden, eftersom drivning med TBM sker med relativt jämn hastighet. Vid borrhning av spårtunnlarna med TBM-metoden beräknas cirka 900 m³ berg köras ut per dygn vilket motsvarar cirka 75 lastbilar med släp per dygn. När TBM nått Fridhemsplan, demonteras den i delar som sedan transporteras ut genom en arbetstunnel.

2.2.2 Tvärtunnlar och arbetstunnlar

Mellan spårtunnlarna anläggs på regelbundna avstånd tvärtunnlar som förbinder spårtunnlarna med varandra. Tvärtunnlar blir en del av den permanenta anläggningen och deras utformning beskrivs i avsnitt 2.1.1. Arbetstunnlar kan användas under byggtiden för att bygga stationer, schakt och växelpartier.

För att kunna bygga tunnelbanelinjen behövs temporära etableringsytor och arbetstunnlar alternativt sänkschakt för att ta ut massor och hantera material vid stationerna. Vilka förslag som utreds och hur dessa utformas, beskrivs i avsnitt 3.1.

Tvärtunnlar och arbetstunnlar byggs genom konventionell borrhning och sprängning. Konventionell drivning av tunnlar genom borrhning och sprängning, så kallad borra-spräng metod, omfattar följande arbetsmoment: förinjektering, salvborrning, laddning och sprängning, utlastning av berg, bergskrotning samt bergförstärkning, se Figur 10.



Figur 10. Arbetssteg i borra-spräng-metoden.

Vid förinjektering borrar normalt 20 till 24 meter långa hål runt den blivande tunneln. Därefter injiceras en cementbaserad blandning in i borrhålen för att tätta vattenförande strukturer i berget. När injekteringen härdat har berget tätats runt den blivande tunneln. Syftet med förinjekteringen är att minimera inläckage av vatten. Därefter sker salvborrning, laddning och sprängning. Normalt borrar cirka 3 till 5 meter långa hål horisontellt i hela tunnelfronten och laddas med sprängämne. Sprängningsarbetena anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer. Efter det att spränggaserna ventilerats ut och de utsprängda massorna har bevattnats för att reducera dammspridning, lastas massorna ut. Skrotning och bergrensning görs därefter med maskiner och för hand med skrotspett för att ta bort kvarsittande löst berg i väggar och tak. Därefter spolas bergytan ren med vatten. Bergförstärkning utförs i normalfall med sprutbetong och bultar. Om exempelvis bergtäckningen är liten kan andra typer av förstärkning behövas.

Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn. Vid vissa bergförhållanden kan försiktigt bergguttag krävas, vilket innebär fler sprängningar per dygn men med kortare salvlängd.

I övergångarna mellan jord och berg, sprängs berget i öppna schakter med ovanjordssprängning. Ovanjordssprängning följer i princip samma arbetsmoment som för sprängning under jord med eventuella behov av tätning och förstärkning. Massor från utrymmen som genereras av drivning

med borra-spräng metod transporteras ut efter omlastning med hjälp av lastbilar. I Region Stockholms pågående utbyggnadsprojekt av tunnelbanan anläggs alla tunnlar med konventionell drivning genom borrhning och sprängning.

2.2.2.1 Tvärtunnlar

Tvärtunnlar byggs genom konventionell borrhning och sprängning. Då spårtunnlarna drivits med TBM kommer tvärtunnlarna att byggas efter att TBM-maskinen passerat med tillräckligt avstånd. Där tvärtunneln ska vara monterar TBM anpassade betongsegment. Hålet som görs för tvärtunneln blir cirka 12 kvadratmeter stort. Först borrar hål för förinjektering i området bakom tänkt tvärtunnel. Därefter sågas betongsegmentet bort för att sedan utföra försiktig sprängning i syfte att inte skada den tätning som gjorts för spårtunneln. Tvärtunneln sprängs cirka 20 meter innan genomslag sker till nästa tunnelrör. Bygget av tvärtunnlar är ett tidskrävande moment i tunnelbanans framdrift. När sprängningen är klar fraktas massorna från tvärtunnlarna till etableringsytan i Älvsjö.

2.2.2.2 Arbetstunnlar

Arbetstunnlar drivs genom konventionell borrhning och sprängning. Arbetstunnlar drivs från markytan och ner mot stationens läge under jord. Framdriften är cirka 7 till 15 meter på en vecka och en hel arbetstunnel kan ta cirka 12 till 18 månader att bygga. I anslutning till en arbetstunnel tillkommer ett etableringsområde vilket beskrivs under avsnitt 2.2.4. I områden där arbetstunneln behöver börja med en ramp med öppen schakt för att nå bergpåslag krävs stödkonstruktioner. Den typen av stödkonstruktioner tar cirka 6 till 12 månader längre tid att bygga än om berget ligger ytligt.

I inledningen av tunnelarbetena sker masshanteringen vid marknivå. Så snart som möjligt, när drivningen av arbetstunneln kommit en bit sker lastning av massor inne i tunneln för att minska omgivningspåverkan av exempelvis buller, se Figur 6.

Se avsnitt 3.1 för en beskrivning över studerade alternativ för arbetstunnlar och etableringsområden. Där en arbetstunnel föreslås utgå från befintlig etableringsyta med befintlig tunnel, blir arbetstiden kortare och det inledande arbetet omfattar att anpassa storleken på arbetstunneln för tunnelbanans krav.

De arbetstunnlar som inte föreslås bli permanenta efter att tunnelbanan är färdigbyggd, stängs igen. Detta görs genom att en tät vägg gjuts intill spårtunneln så att grundvatten som fylls upp i arbetstunneln inte läcker in i spårtunneln. Arbetstunneln fylls där det är lämpligt upp med bergkross, exempelvis vid marknivå och en bit in i tunneln för att få stabilitet för att återställa marken ovanpå.

2.2.3 Stationer och öppna vertikala schakt

Stationerna byggs tidigt, innan TBM för drivning av spårtunnlarna har kommit fram till stationsläget. Stationerna kommer att drivas ut genom borrhning och sprängning. Generellt ligger stationerna längs linjen i storleksordningen mellan 40 och 75 meter under marknivå, men utformningen är ännu inte beslutad och några kan behöva förläggas djupare eller grundare. Uttag av bergmassor för stationerna sker via arbetstunnlar eller sänkschakt. Ett sänkschakt är en metod att anlägga det vertikala schakt som under drifttiden kommer att innehålla hissar till biljetthallen. Sänkschakt innebär att drivningen av det vertikala schaktet görs från markytan, genom jord och berg, ner till kommande stationsrum. När en station byggs genom sänkschakt, hissas utsprängda bergmassor och arbetsmaskiner upp och ner genom schaktet.

Arbetena inleds med att etableringsytan behöver anpassas, utjämnas och förstärkas för att kunna ställa upp maskiner och kranar, dessa arbeten beskrivs under avsnitt 2.2.4. För de stationer som byggs med metoden sänkschakt så kommer det relativt tidigt att påbörjas arbeten vid kommande

stationsuppgång. Vid ett stationsläge som byggs genom sänkschakt installeras kranar och maskiner efter att inledande markförberedande arbeten gjorts, se Figur 11. Berget sprängs i etapper ned till plattformsrummet. Schakten har en area mellan 300 till 600 m² och den intilliggande etableringsytan behöver vara i storleksordningen om minst 5000 m². Ytan behövs för att ge plats för installationer och maskiner kopplade till bygget av schakten, stationen och eventuellt växelparti via schaktet samt för omlastning av upphissade bergmassor.

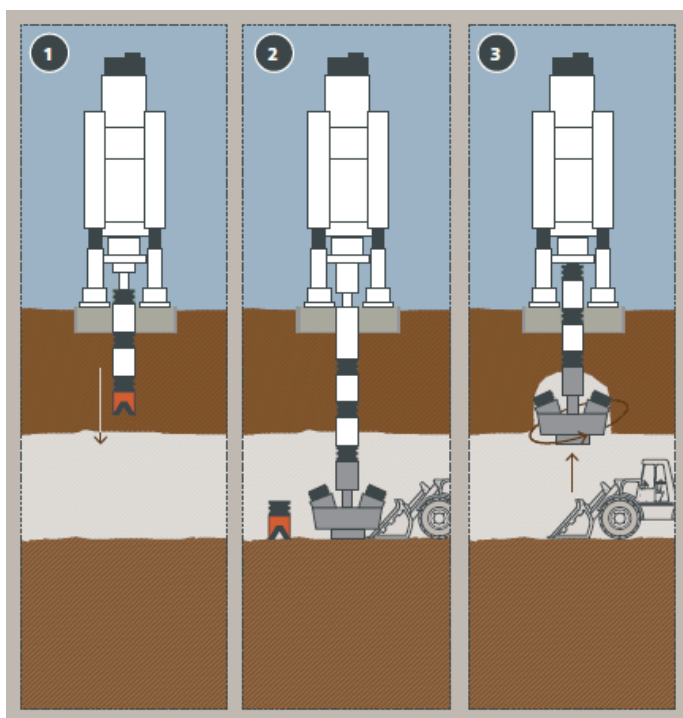


Figur 11. Illustration av ett sänkschakt med traverskran. 1) borra-spräng, 2) bergmassor lyfts upp till en lastbil, 3) bergväggarna förstärks med bultar och betong.

Genom sänkschaktsmetoden tas alla schaktmassor upp via schaktet med hjälp av en stationär traverskran och överförs till en lastficka vid marknivå. En mobil larvburen kran kan även användas. Därefter lastas berget med hjullastare på lastbilar för vidare transport bort från etableringsområdet. För varje arbetsmoment sker lyft av maskiner, massor och personal upp eller ner i sänkschaktet.

Med alternativet arbetstunnel utförs majoriteten av stationens arbeten via arbetstunneln och en mindre andel arbeten utförs vid marknivå intill schaktet. Följden blir att etableringsytan närmast stationsläget blir mindre än motsvarande för sänkschaktsmetoden där upphissade bergmassor kräver omlastning inför borttransport.

Masshanteringen skiljer sig åt mellan arbetsmetoden arbetstunnlar och sänkschakt. Vid arbetsmetoden med arbetstunnel bedöms 500 till 1600 m³ berg transporteras bort från etableringsytan per vecka. Det motsvarar cirka 40 till 130 lastbilar per vecka eller 10 till 25 per dygn och station. Det innebär att bergguttaget tar upp till 3 år. Vid arbetsmetoden med sänkschakt bedöms 500 till 800 m³ berg transporteras ut från etableringsytan per vecka. Det motsvarar cirka 40 till 65 lastbilar per vecka eller 10 till 15 per dygn och station. Det innebär att bergguttaget tar längre tid, i några alternativ upp till 4 år.



Figur 12. Illustration över byggmetoden raiseborring.

Förutom hisschakt för stationer finns behov av andra vertikalschakt, exempelvis luftutbytesschakt och brandgasschakt. Dessa kan byggas på olika sätt. Antingen borrar och sprängs schakten på konventionellt sätt, men ofta utförs de med så kallad raiseborring. Raiseborring innebär att man från markytan borrar ett mindre pilothål ner till underliggande tunnelutrymme. I detta tunnelutrymme kopplas en större borkrona på och borrhålet utvidgas tillbaka upp till markytan till den dimension som schaktet kräver. Schaktet utvidgas upp till markytan med cirka 10 meter om dagen, se Figur 12. Luftutbytesschakt och brandgasschakt är de anläggningsdelar som mest troligt byggs genom raiseborring.

För anläggande av stationer som byggs med en arbetstunnel i stället för sänkschakt transporteras bergmassor och maskiner ut via arbetstunneln. Anläggningsmetoden för det vertikala schaktet för stationsuppgången sker då genom att det utförs ett borrhål från marknivån ner till stationsrummet. Därefter sprängs berget i etapper som faller neråt till stationsutrymmet. Därifrån kan bergmassorna lastas ut via arbetstunnlar. Tätning genom injektering och förstärkningsarbeten av vertikala utrymmen sker parallellt med drivningsarbeten i båda alternativen. Övriga bygg- och installationsarbeten i stationens plattformsrum och mellanplan kommer att utföras via arbetstunneln.

När bergarbetena för stationen är utförda utförs betongarbeten för hissar, trappor, plattformar och mellanplan. Efter det byggs teknikrum och biljetthall ovan mark.

Byggtiden för stationerna utreds för närvarande, liksom vilka stationer som ska byggas med metoden arbetstunnel eller med metoden sänkschakt. Omgivningspåverkan under byggtiden skiljer sig mellan de olika metoderna, vilket beskrivs i kapitel 6. Metoden med arbetstunnel kommer att ske under betydligt kortare tid vid stationsläget än om alternativet sänkschakt används.

2.2.4 Etableringsytor

Under byggtiden kommer mark att behöva tas i anspråk som etableringsytor utmed tunnelbanans planerade dragning. Etableringsytorna anläggs i anslutning till arbetstunnlar, vertikala schakt, luftutbytesschakt och brandgasschakt. Ytorna används för borttransport av bergmassor, upplag av

material, installationer och arbetsbodar, lokala mobila reningsanläggningar samt för arbetsmaskiner och fordon. Där det behövs placeras verkstads- och förrådsutrymmen. Under hela byggtiden sker transporter till och från etableringsytorna i form av byggtrafik. Etableringsytorna kommer att användas tillfälligt och endast de ytor som krävs för projektets genomförande får tas i anspråk. Placeringen av dessa studeras utifrån flertalet olika parametrar, exempelvis byggbarhet, befintligheter, närhet till riskobjekt, tekniska förutsättningar samt kostnad och omgivningspåverkan.

I inledningen av byggtiden kan ytan för etableringsområdet behöva anpassas och utjämnas för att förankra och ställa upp maskiner och kranar. Det kan krävas nermontering av befintliga konstruktioner, borttagande av buskar och träd samt schakt i jord och berg. I de fall bergytan ligger under befintlig mark behöver en temporär stödkonstruktion byggas så att utrymmeskrävande slänter kan undvikas. Denna kan utföras som spont eller sekantpålevägg. Innanför stödkonstruktionen schaktas jordmassorna bort för att komma ner till berg där bergdrivningen av arbetstunneln börjar. Det kan bli aktuellt med schakt under grundvattennivån vid etableringsytorna vilket behöver hanteras liksom inrinnande vatten från omgivningen eller nederbörd.

Storleken på etableringsytan beror på vald metod, att bygga stationen via arbetstunnel eller enbart via det vertikala schaktet. Exempelvis behöver etableringsytan vid arbetstunnel vara cirka 4000 m² i storlek om berget ligger ytligt. Men om berget ligger långt under marknivå, behövs en lång ramp för fordon att ta sig ner för till den plats där bergtunneln startar. Dessa etableringsytor behöver vara större, omkring 7000 m² eftersom en ramp tar upp en stor del av den totala ytan. Dessutom krävs en etableringsyta omkring 2000 till 3000 m² vid hisschaktets topp. Etableringsytan för sänkschaktsmetoden behöver vara cirka 5000 till 9000 m² i storlek i anslutning till schaktets topp beroende på dess utformning samt omfattningen av stationens arbeten.

Mindre etableringsytor krävs för byggandet av brandschakt samt luftutbytesschakt.

Vid TBM för drivning av spårtunneln, behöver etableringsytan vara störst där maskinen startar, eftersom man här behöver bygga ihop och etablera tunnelborrmaskinerna. En sådan etableringsyta studeras vid Älvsjö och bedöms behöva vara i storleksordningen 12 000 m².

Nedan listas de arbetsmoment som typiskt kan förväntas förekomma på etableringsytorna:

- Borrning i berg
- Spontning
- Pålning
- Jordschaktning
- Sprängning av ytnära berg
- Vattenrening
- Masshantering och transporter
- Ventilation

Utöver ovan moment kräver TBM plats för ett lokalt lager för de betongsegment som används vid tätning av tunneln. Ytor för detta behövs i närheten av TBM eftersom de transporteras från tunnelmynningen i Älvsjö till den plats där tunnelfronten är för tillfället. Ett annat alternativ är att även tillverkningen av betongsegmenten lokaliseras i närheten av TBM vid en etableringsyta.

I slutet av byggtiden återställs den mark som tillfälligt har använts som etableringsytor under byggtiden. För de arbetstunnlar som ska finnas kvar och användas även när tunnelbanan tagits i drift kommer en viss del av ytan att avsättas för permanent åtkomst till tunneln.

2.3 Vattenhantering

Under drifttiden av tunnelbanan kommer grundvatten (dränvatten) att läcka in i tunnlar och stationer, trots tätningsåtgärder. Detta vatten behöver omhändertas med en permanent lösning. Utgångspunkten för tunnelbanans vattenhantering är dock att volymen dränvatten begränsas genom att tunnarna tätas. Tunnelns täthet beror på omgivningens förutsättningar, byggmetoder samt hur mycket och på vilket sätt tunneln tätats.

Vid byggmetoden TBM sker tunneldrivningen mer kontrollerat än konventionell borrhning och sprängning vilket skapar en jämn yta som i sin tur minskar risken för sprickbildning och därmed minskar risken för grundvatteninträngning. Vid TBM anläggs spårtunnlarna med betongsegment vilket skapar en barriär och gör tunnarna i stort sett täta och förhindrar inläckage av grundvatten under drifttiden.

Det grundvatten som dock tränger in i stationer och tunnlar i den färdiga anläggningen behöver omhändertas under drifttiden genom en vatten- och avloppsanläggning (VA-anläggning). Under drifttiden förväntas det avledda tunnelvattnet hålla samma kvalitet som det inläckande grundvattnet, vilket innebär förhållandevis rent. Förutom dränvatten behöver kapacitet finnas för att omhänderta annat vatten under drifttiden, exempelvis släckvatten från räddningstjänstens brand- och spillbekämpning, avloppsvatten och kondensvatten.

Vattnet planeras ledas till en reningsanläggning vid Liljeholmen eller Fridhemsplan för att därefter släppas ut till dagvattennätet och vidare till recipient. Hanteringen av inläckande vatten till tunnelbaneanläggningen är under utredning.

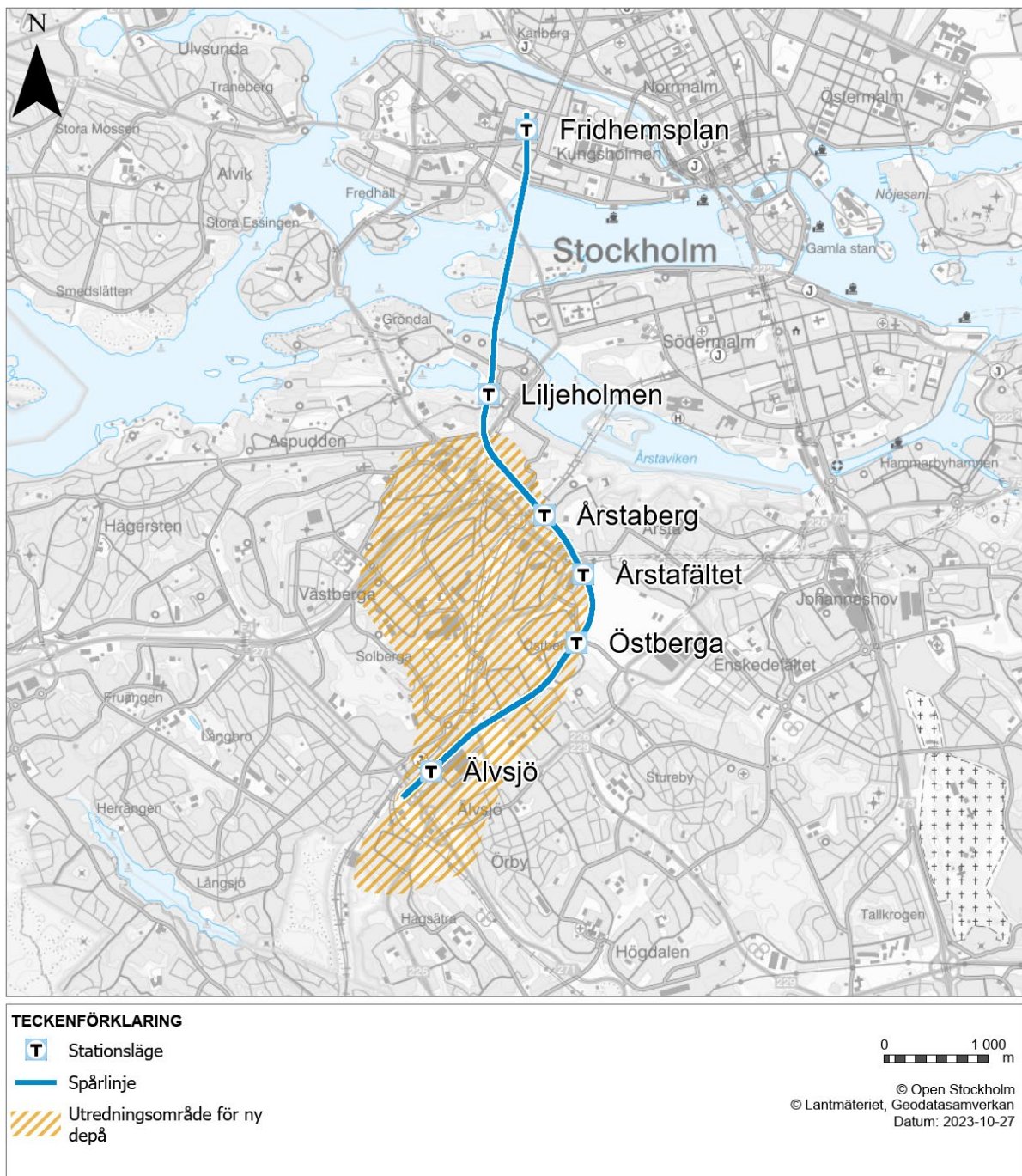
2.4 Depå

En ny depå behövs för att kunna trafikera den nya linjen med tunnelbanetåg. Tunnelbanetågen behöver underhållas och servas löpande eller kunna ställas upp när de inte är i drift, vilket görs i en depå. Den nya linjen mellan Fridhemsplan och Älvsjö blir fristående. Linjen behöver därför ha en egen depå för sina tunnelbanetåg och kan inte nyttja befintliga depåer längs existerande tunnelbanelinjer.

En depå kan utformas på olika sätt. Vissa delar av en den planerade depån måste placeras ovan mark med hänsyn till arbetsmiljö för personal som arbetar där, medan andra funktioner (exempelvis anslutningsspåren) kan placeras under mark. Den nya depån planeras anläggas genom borrhning och sprängning för de delar som blir under mark.

Region Stockholm har av dessa anledningar påbörjat arbetet med en lokaliseringsstudie för en depå till tunnelbanan från Fridhemsplan till Älvsjö. Syftet med lokaliseringsutredningen är att finna en lämplig lokalisering av depåfunktioner för den nya tunnelbanelinjen. Nu utreds ett större område, se Figur 13.

Lokaliseringsutredningen utgör ett underlag för Region Stockholms beslut om val av depåläge och hur den fortsatta planeringsprocessen ska genomföras. Lokaliseringssamråd har hållits inom ramen för utredningen. Lokaliseringsutredningen ska vara klar kring årsskiftet 2023–2024.



Figur 13. Utredningsområde för lokalisering av ny depå för tunnelbanan.

3 Studerade alternativ samt planläggning

Tunnelbanelinjen är en del av Sverigeförhandlingen. Inom ramen för förhandlingen utredde Trafikförvaltningen inom Region Stockholm banan under 2015 och 2016. Sverigeförhandlingen lade grunden till vilka nya stationer som skulle byggas, men lokaliseringen utreddes närmare under en lokaliseringsutredning 2020 till 2021. Alternativen för den framtida tunnelbanan har tagits fram med hänsyn till bland annat var människor bor och arbetar, hur de reser, dagens transportsystem, miljöförhållanden, geotekniska och geologiska förhållanden och befintliga anläggningar under mark. Sex olika alternativ utreddes och landade slutligen i två utredningsalternativ, Utredningsalternativ Väst och Utredningsalternativ Öst, vilka beskrivs mer utförligt i järnvägsplanen. Det västliga alternativet går från Fridhemsplan i norr via Liljeholmen och Årstaberg, och det östliga går från Fridhemsplan via Hornstull och Södersjukhuset, innan båda alternativen når gemensamma stationer från Årstafältet och söderut. Båda alternativen bedömdes ha en hög resenärsnytta i förhållande till kostnad, vara tekniskt genomförbara och medföra en begränsad omgivningspåverkan. Utifrån studierna valde Region Stockholm att gå vidare med att utveckla Utredningsalternativ Väst och i början av 2022 startade projektet för utbyggnaden av tunnelbanan från Fridhemsplan till Älvsjö formellt.

I miljöprövningen studeras alternativa byggmetoder, så som spårtunneldrivning med TBM eller byggande av stationer genom sänkschakt eller arbetstunnlar. Inför detta samråd presenteras flertalet alternativ att bygga de olika stationerna samt alternativa placeringar av etableringsytor och arbetstunnlar som följer av metodalternativet. Studerade alternativ beskrivs i avsnitt 3.1 nedan. Vilka stationer som byggs via arbetstunnel eller via sänkschakt kommer att fattas i ett senare skede av planeringen. Byggmetoder och konsekvenser av beslutade alternativ kommer att presenteras i kommande miljökonsekvensbeskrivning tillhörande miljöprövningen.



Figur 14. Planprocessen och miljötillståndprocessen. Tunnelbanan till Älvsjö befinner sig i samrådsskedet.

Vid sidan av miljöprövningsprocessen pågår också processen för att ta fram en järnvägsplan för tunnelbanans utbyggnad från Fridhemsplan till Älvsjö, se Figur 14. I järnvägsplanen presenteras vilka alternativa utformningar av tunnelbanan som studerats, vilka alternativ som valts bort och motiven för detta. Det kan handla om valet av växelplaceringar, teknikval, servicetunnlar eller vertikalschakt och är ett iterativt arbete som pågår. Till järnvägsplanen hör en miljökonsekvensbeskrivning. För att bygga tunnelbanan kommer det även att behövas detaljplaneändringar och nya detaljplaner för tunnelbanan med dess stationsentréer och andra anläggningar ovan jord.

3.1 Alternativ arbetstunnlar eller sänkschakt

I detta avsnitt presenteras flertalet alternativ att bygga de olika stationerna samt alternativa placeringar av etableringsytor och/eller arbetstunnlar som följer av byggmetoden. Stationerna kan byggas genom arbetstunnel eller sänkschakt, se Figur 15.

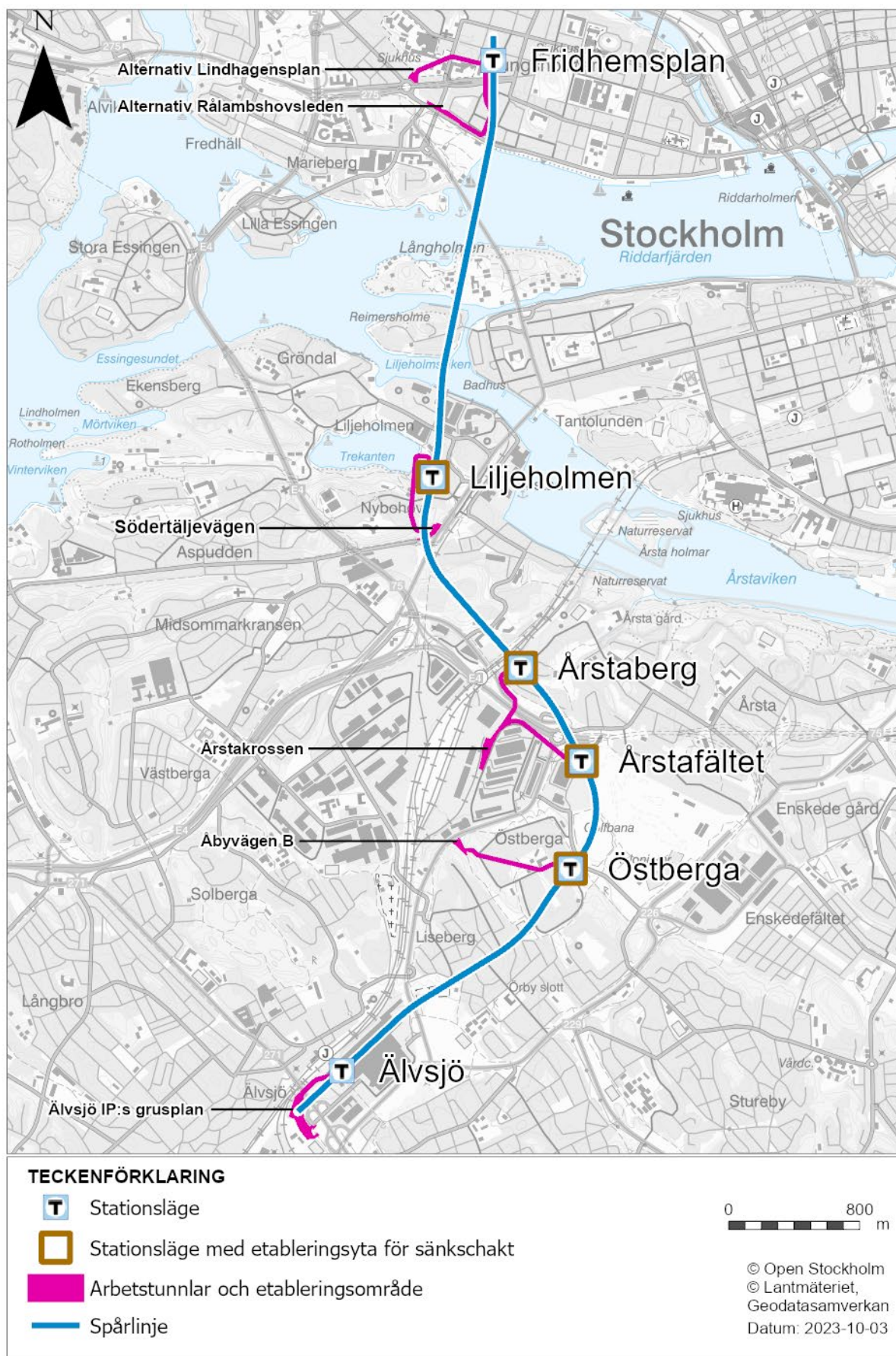
Oavsett byggmetod kommer planerade stationslägen med ny entré i markplan behöva anlägga ett hisschakt. Ett hisschakt är ett öppet vertikalt schakt genom jord och berg ner till kommande stationsläge. Under drifttiden kommer det att innehålla hissarna från biljetthallen på markytan till underliggande station. Ytor intill blivande biljetthall kommer därför att behövas under byggtiden i båda alternativen.

Stationer som utreds att utföras med sänkschaktsmetoden är Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet och Östberga. Vid Fridhemsplan utreds inte något sänkschakt då platsen kräver en arbetstunnel som även ska nyttjas som en permanent servicetunnel efter byggtiden. En station som byggs via sänkschaktsmetoden kräver ingen arbetstunnel.

På de platser där stationen sprängs ut med sänkschaktsmetoden kommer schaktet användas för att transportera upp alla bergmassor från drivningen av den underliggande stationen. Även alla maskiner, utrustning, material och personal hissas upp och ner via schaktet. Dessa lyft kommer att kräva en stor kran och eventuellt en utökad markförstärkning på ytorna kring schaktet. Majoriteten av stationens installationer kommer att utföras med åtkomst via schaktet.

Vad gäller alternativet arbetstunnlar kan samtliga stationslägen byggas med den metoden. Vid Fridhemsplan finns två alternativa dragningar av arbetstunnel som utreds och för övriga stationslägen presenteras ett alternativ, se Figur 15. Arbetstunnlar kan användas under byggtiden för att bygga både stationer och växelpartier. Huvuddelen av allt bergmaterial som genereras från arbetstunneln och byggandet av stationen kommer att transporteras ut via arbetstunneln, om det alternativet väljs.

Arbetstunnlar och etableringsytor som inte behövs när tunnelbanan är färdigbyggd kommer att återställas. I Figur 16 till och med Figur 20 finns flera alternativa ytor som följer av respektive byggmetod samt placering av övriga schakt till markplan, så som brandgasschakt och luftutbytesschakt. Beslut om vilka stationer som byggs via arbetstunnel och/eller via sänkschakt kommer att fattas i ett senare skede av planeringen och redovisas vid kommande samråd.



Figur 15. Planerade stationer med studerade alternativ till arbetstunnlar eller sänkschakt med tillhörande etableringsytor.

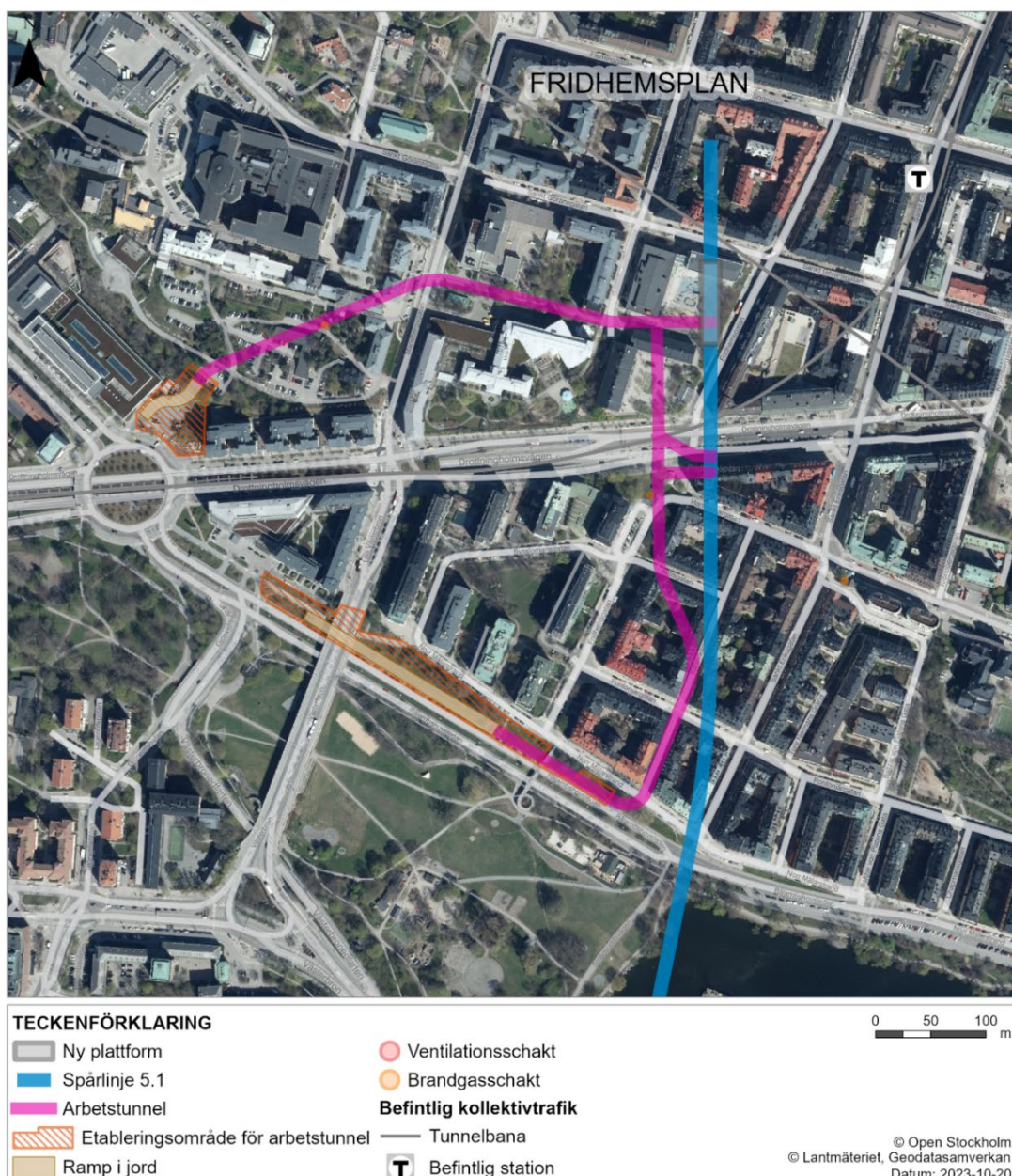
3.1.1 Fridhemsplan

För station Fridhemsplan studeras arbetstunnel för att bygga stationen, se Figur 16. Inget alternativ med sänkschakt planeras.

Två alternativa lokaliseringar av arbetstunnlar med tillhörande etableringsytor studeras: en arbetstunnel från Lindhagensplan samt en från Rålambshovsleden till studerat stationsläge. En arbetstunnel från etableringsyta vid Lindhagensplan går i östlig riktning parallellt med Drottningholmsvägen ner till stationens teknikrum 58 meter under marknivå.

Förslaget med arbetstunnel från Rålambshovsleden inleder med en ramp utmed Rålambshovsleden som övergår i tunnel. Tunneln går i nordöstlig riktning under Karlsviksgatan och ansluter därefter ner till stationens teknikrum 58 meter under marknivå.

En arbetstunnel till station Fridhemsplan ska kunna användas även efter byggtiden som permanent servicetunnel. Den kombinerade arbets- och servicetunneln vid Lindhagensplan är 8 meter bred och 8 meter hög. För Rålambshovsleden är höjden vid tunnelmynningen 6 meter och övergår successivt till 8 meters höjd, 12 meter in i tunneln.



Figur 16. Studerade alternativ för att bygga Station Fridhemsplan.

3.1.2 Liljeholmen

Vid Liljeholmen studeras en arbetstunnel alternativt sänkschakt för att bygga stationen, se Figur 17.

För station Liljeholmen har lokalisering av arbetstunnel med tillhörande etableringsyta studerats vid Södertäljevägen. I alternativet ligger etableringsytan intill avfarten från Södertäljevägen mot Hägerstensvägen där det finns en befintlig tunnel som delvis kan nyttjas för delar av tunnelbanans arbetstunnel. Arbetstunneln planeras därefter gå i nordlig riktning till det planerade stationsläget 70 meter under marknivå. Arbetstunneln är 6 meter bred och 7 meter hög.

Ett vertikalschakt byggs för hissar som är cirka 70 meter djupt och omkring 600 m² stort och är placerat mot Trekantsparken. Alternativet att bygga stationen med sänkschaktsmetoden kräver en större etableringsyta mot Trekantsparken.

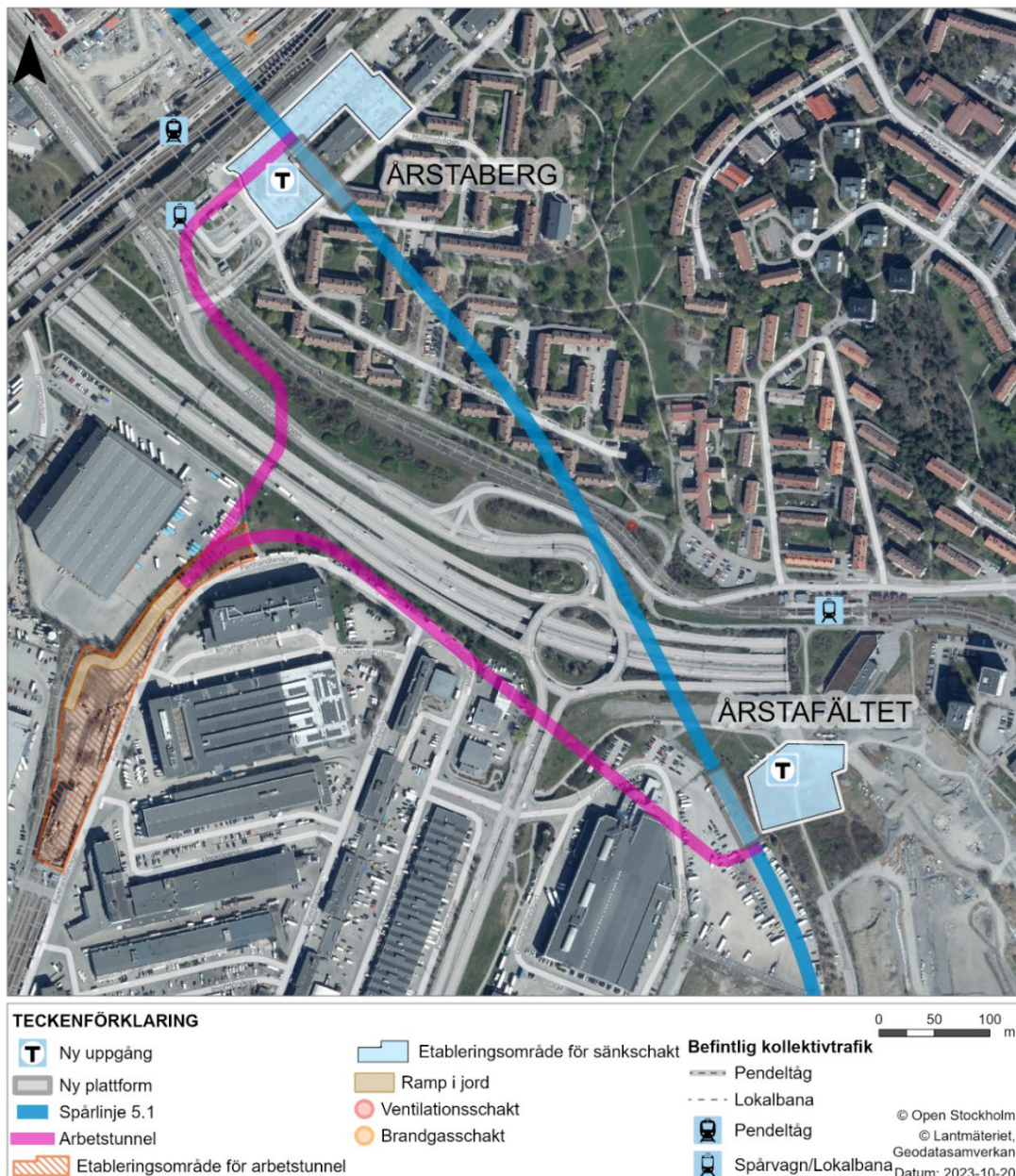


Figur 17. Studerade alternativ för att bygga Station Liljeholmen.

3.1.3 Årstaberg

Vid Årstaberg studeras en arbetstunnel alternativt sänkschakt för att bygga stationen, se Figur 18.

Här studeras lokalisering av arbetstunnel med tillhörande etableringsyta vid Årstakrossen. Tilltänkt tunnelmynning ligger idag på en yta som används för krossning av bergmaterial. Osäkerheter kring jorddjupet i området gör att det kan behövas en längre ramp för att komma ner till önskat djup för tunnelmynningen. Etableringsytan kan även komma att användas för station Årstafältet och tunnelmynningen är gemensam. Arbetstunneln går först 70 meter i gemensam sträckning med arbetstunneln för station Årstafältet. Efter förgreningen korsar tunneln under Södra länken och tunneln går norrut och ansluter till station Årstaberg som planeras 50 meter under marknivå. Den del av arbetstunneln som delas mellan Årstaberg och Årstafältet behöver göras bredare för att få plats för ventilation. Arbetstunnelns storlek är 8 meter bred och 8 meter hög. Ett vertikalschakt byggs för hissar som är cirka 50 meter djupt och är placerat nära busstorget och Svärdlångsvägen. Alternativet att bygga stationen med sänkschaktmetoden innebär att etableringsytan intill schaktet kommer att vara relativt stort eftersom även växelpartiet lyfts via schaktet.



Figur 18. Studerade alternativ för att bygga Station Årstaberg och Station Årstafältet.

3.1.4 Årstafältet

Vid Årstafältet studeras en arbetstunnel alternativt sänkschakt för att bygga stationen, se Figur 18.

Den del av arbetstunneln från etableringsyta vid Årstakrossen som delas med Årstaberg förgrenas och fortsätter i sydöstlig riktning fram till stationsläget Årstafältet vid 60 meters djup.

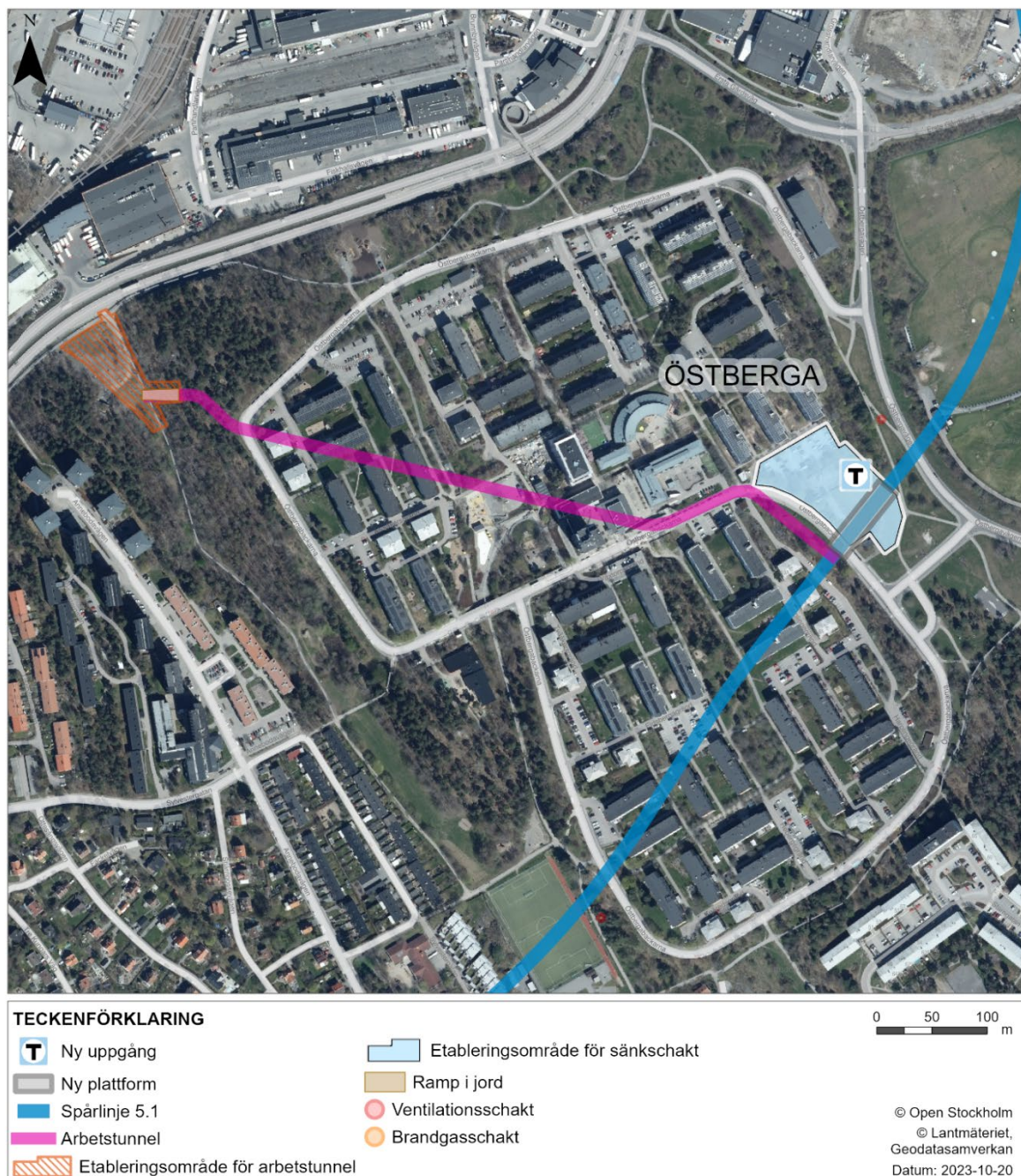
Arbetstunnelns storlek är 6 meter bred och 7 meter hög. Ett vertikalschakt byggs för hissar som är cirka 60 meter djupt och 600 m² stort och placeras i ett nytt kvarter. En temporär eller permanent grundläggningsskonstruktion behöver anläggas för byggtiden då det finns ett lerlager i området på cirka 18 meter. Alternativet att bygga stationen med sänkschaktsmetoden innebär att etableringsytan vid stationen blir något större jämfört med om en arbetstunnel används.

3.1.5 Östberga

Vid Östberga studeras en arbetstunnel alternativt sänkschakt för att bygga stationen, se Figur 19.

Här studeras arbetstunnel från en etableringsyta benämnd Åbyvägen B. Denna ligger intill Åbyvägen på en öppen yta som tidigare har använts som just etableringsyta. Tunnelmynningen ligger i en bergslänt i skogspartiet i östra delen av etableringsytan. Arbetstunneln går därefter i östlig riktning under eller nära bostäder, skolor och förskolor, fram till stationsläget strax norr om Östberga centrum. Station Östberga ligger 63 meter under marknivå. Arbetstunnelns storlek är 6 meter bred och 7 meter hög. Ett vertikalschakt byggs för hissar som är 63 meter djupt och 600 m² stort och anordnas i ett planerat kvarter intill stråket mellan Östberga och Årstafältet.

Alternativet att bygga stationen med sänkschaktsmetoden innebär att etableringsytan vid stationen blir något större jämfört med om en arbetstunnel används.



Figur 19. Studerade alternativ för att bygga Station Östberga.

3.1.6 Älvsjö

Vid Älvsjö studeras enbart arbetstunnel för att bygga stationen. Här är ett sänkschakt inte aktuellt. Ett vertikalschakt byggs för hissar som är cirka 43 meter djupt och 700 m² stort. Se Figur 20.

Station Älvsjö planeras att byggas via en arbetstunnel med tillhörande etableringsyta från Älvsjö grusplan. Från etableringsytan krävs en tillfartsramp för att nå platsen för tänkt tunnelmynning. Därefter går arbetstunneln i nordostlig riktning mot stationsläget. Arbetstunnels storlek är 8 meter bred och 8 meter hög.



Figur 20. Studerat alternativ med arbetstunnel och etableringsytor för att bygga Station Älvsjö.

4 Upplägg av utredningsarbetet för grundvatten

Tunnelbaneutbyggnaden kommer att ske under befintliga grundvattennivåer och det grundvatten som kommer att ledas bort kan komma att påverka grundvattennivåerna. Utredningsarbetet inför projektering och prövning av utbyggnaden av tunnelbanan följer ett samordnat arbetssätt för de olika utbyggnadsprojekten inom tunnelbaneutbyggnaden.

Ett antal arbetssteg följs för att bedöma vilka effekter och konsekvenser vattenverksamheten kan ge upphov till. Effekter studeras på omgivande byggnader, anläggningar, mark, ledningar och vegetation till följd av grundvattennivåsänkning under bygg- och drifttid. Arbetssättet följs för att bedöma behovet av skadeförebyggande åtgärder. Först avgränsas ett väl tilltaget område för utredningar runt planerad utbyggnadsgren. Området benämns utredningsområde för grundvatten. Definitionen av ett utredningsområde är ett område inom vilket utredningar görs för att klarlägga hydrogeologiska, geologiska och geotekniska förhållanden för att kunna bedöma ett påverkansområde.

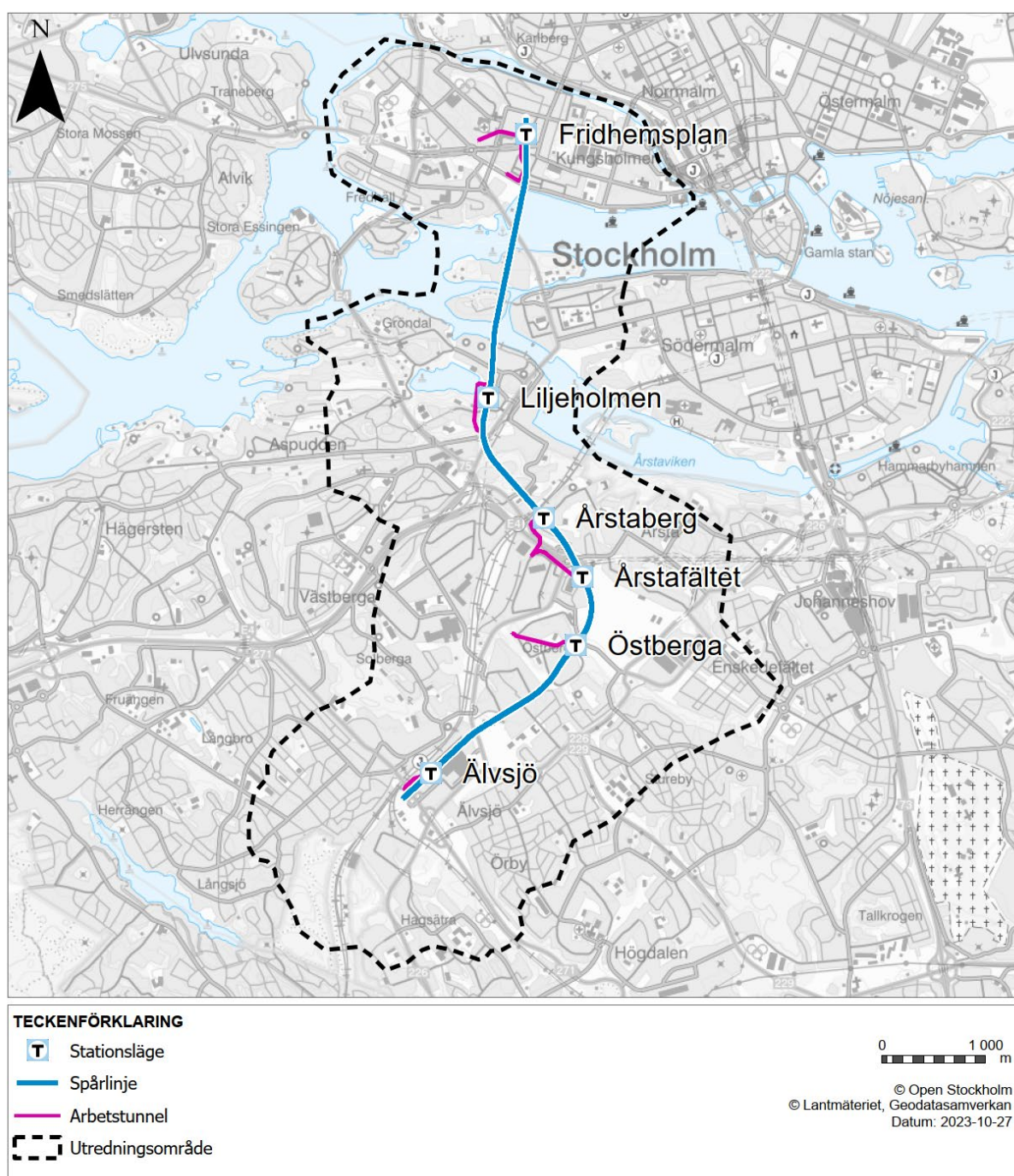
Inom utredningsområdet utförs även inventeringar av naturvärden, kulturvärden, byggnader och anläggningar som kan komma att påverkas av vattenverksamheten. Utredningsområdet används för avgränsning av samrådsområdet och en riktad inbjudan till samråd sänds till alla fastighetsägare inom utredningsområdet. Olika undersökningar och tester genomförs, till exempel provpumpningar, vattenförlustmätningar och sonderingsborrningar. Miljöprover i mark och grundvatten tas för att identifiera eventuella föroreningar.

De resultat som erhållits i hydrogeologiska undersökningar och geologiska karteringar ligger till grund för bedömning av hur grundvattnet kan påverkas under bygg- och drifttid för tunnelbanan. Baserat på detta tas ett påverkansområde fram. Påverkansområdet är ett område inom vilket det kan uppkomma grundvattenpåverkan till följd av vattenverksamheten. Vid framtagande av området används framförallt bedömningar från resultat av hydrogeologiska undersökningar och stabila hydrauliska gränser. Inom påverkansområdet identifieras känsliga byggnader, anläggningar, ledningar, vatten- och energibrunnar samt natur- och kulturvärden. Detta görs genom att ovan nämnda undersökningar fördjupas.

Därefter tas förslag på skadeförebyggande åtgärder fram. Skador orsakade av sänkning av grundvattennivån uppkommer generellt långsamt. Strategin för de skadeförebyggande åtgärderna är att arbeta i steg, med flera olika skyddsåtgärder och med successiv utvärdering mellan varje steg. För att möjliggöra kontroller i omgivningen installeras grundvattenrör, brunnar, dubbar och markpeglar. För varje känsligt objekt (grundvattennivåkänsliga objekt inom påverkansområdet) kommer det att finnas en eller flera mätpunkter för grundvattennivå. Till dessa mätpunkter tas det fram åtgärdsnivåer. Åtgärdsnivåerna används för att styra när och i vilken omfattning vattentillförsel till grundvattenmagasinet eller andra skyddsåtgärder behöver ske.

5 Planeringsförutsättningar

Den nya tunnelbanan går mellan Fridhemsplan och Älvsjö. Linjen går från Kungsholmen i norr, under Riddarfjärden, Långholmen, Långholmskanalen, Reimersholme och Liljeholmsviken. Sedan går linjen vidare via Liljeholmen och Årstaberg mot Årstafältet. Vid Årstafältet fortsätter sträckningen söderut via Östberga och vidare mot Älvsjö. Utbyggnaden sker inom Stockholms kommun. I Figur 21 visas översiktligt det berörda området, med utredningsområdet för grundvatten som utgör den geografiska avgränsningen för de inventeringar och utredningar som beskrivs i detta dokument.



Figur 21. Planerad tunnelbana med utredningsområde för grundvatten.

5.1 Miljökvalitetsmål och miljökvalitetsnormer

5.1.1 Miljökvalitetsmål

Sveriges riksdag har antagit 16 nationella miljökvalitetsmål som beskriver den kvalitet som miljön ska ha år 2020. Miljömålen syftar till att främja en hållbar utveckling. De nationella miljömålen har införlivats helt eller delvis i regionala och kommunala miljömål.

För utbyggnaden av tunnelbanan har följande miljökvalitetsmål bedömts beröras:

- Begränsad klimatpåverkan
- Frisk luft
- Giftfri miljö
- Levande sjöar och vattendrag
- Ingen övergödning
- Grundvatten av god kvalitet
- God bebyggd miljö
- Ett rikt växt- och djurliv

För miljökvalitetsmål Frisk luft bedöms partiklar och kvävedioxid vara relevanta för tunnelbaneutbyggnaden. Påverkan sker under byggtiden från sprängningar, damning och transporter i områden med tunneldmyningar, transportvägar och sänkschakt. Riktvärden är framtagna för områden där känsliga grupper stadigvarande vistas.

Miljömålen har sedan prioriterats och konkretiserats på regional och lokal nivå. Hur tunnelbaneutbyggnaden kan främja eller försvåra uppfyllelsen av relevanta miljömål redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen.

5.1.2 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer infördes med miljöbalken år 1999 och reglerar den kvalitet på miljön som ska uppnås till en viss tidpunkt. Det finns miljökvalitetsnormer för vattenkvalitet, omgivningsbuller och utomhusluft.

År 2009 fastställde Sveriges vattenmyndigheter juridiskt bindande miljökvalitetsnormer (även kallade kvalitetskrav) för landets vattenförekomster. En miljökvalitetsnorm för vatten beskriver den kvalitet en vattenförekomst ska ha nått vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå det som inom vattenförvaltning kallas god status.

De klassade vattenförekomster som finns i utredningsområdet listas nedan tillsammans med aktuell statusklassning och föreslagna normer.

- I Strömmen (WA79755821) föreligger problem med övergödning (fosfor och kväve), fysisk påverkan och miljögifter såsom antracen, bly, kadmium, fluoranten, perfluorooktansulfonsyra (PFOS) och tributyltenn (TBT).
- Strömmens ekologiska status är klassad som *otillfredsställande*, och dess kemiska status är klassad som *uppnår ej god*. Miljökvalitetsnormerna är *otillfredsställande ekologisk status år 2039* och *god kemisk ytvattenstatus år 2027*.
- Mälaren-Riddarfjärden (WA42021115) är näringsrik med höga halter av fosfor samt överskrider riktvärden avseende miljögifterna: antracen, bly, kadmium, PFOS och TBT.

- Riddarfjärdens ekologiska status är klassad som *otillfredsställande* och dess kemiska status är klassad som *uppnår ej god*. Miljökvalitetsnormerna är *måttlig ekologisk status år 2027* och *god kemisk ytvattenstatus år 2027*.
- I Mälaren-Fiskarfjärden (WA96064999) föreligger problem med övergödning (fosfor och kväve), fysisk påverkan och miljögifter såsom antracen, bly, (PFOS) och TBT.
- Fiskarfjärdens ekologiska status är klassad som *måttlig* och dess kemiska status är klassad som *uppnår ej god*. Miljökvalitetsnormerna är *god ekologisk status år 2027* och *god kemisk ytvattenstatus år 2027*. En del av vattenförekomsten tillhör vattenskyddsområdet Östra Mälaren.
- Mälaren-Årstaviken (WA51082544) är näringsrik med höga halter av fosfor samt överskrider riktvärden avseende miljögifterna: antracen, bly, kadmium, PFOS och TBT.
- Årstavikens ekologiska status är klassad som *otillfredsställande* och dess kemiska status är klassad som *uppnår ej god*. Miljökvalitetsnormerna är *måttlig ekologisk status år 2027* och *god kemisk ytvattenstatus år 2027*.
- Trekanten (WA69010885) är näringsrik med höga halter fosfor samt överskrider riktvärden avseende miljögifterna: antracen, bly, kadmium, PFOS och TBT. På grund av höga föroreningsnivåer i sjön började dricksvatten tillsättas sjön år 1982 och ett år senare började bottenvatten pumpas ut. Föroreningshalterna har sedan dess minskat men utgör fortfarande ett problem, framför allt i sjöns sediment.
- Trekantens ekologiska status är klassad som *måttlig* och dess kemiska status är klassad som *uppnår ej god*. Miljökvalitetsnormerna är *god ekologisk status år 2027* och *god kemisk ytvattenstatus år 2027*.

Polybromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver har klassificerats till Uppnår ej god status för alla vattenförekomster i Sverige på grund av nationellt höga halter av dessa ämnen bland annat i fiskmuskel.

Miljökvalitetsnormerna för utomhusluft syftar till att skydda människors hälsa och reglerar tillåtna koncentrationer av olika föroreningar i utomhusluft. Med utomhusluft avses enligt luftkvalitetsförordningen utomhusluften med undantag för arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik. För tunnelbaneutbyggnaden bedöms endast miljökvalitetsnormer gällande partiklar och kvävedioxid vara relevanta. Partiklar emitteras under byggtiden vid arbetstunnlarnas mynnningar och utsläppen av kvävedioxid, som bildas vid förbränning, härstammar från arbetsmaskiner och transportfordon.

Miljökvalitetsnormen för buller gäller omgivningsbuller från vägar, järnvägar, flygplatser och tillståndspliktiga hamnar. Miljökvalitetsnormen för buller är en målsättningsnorm som inte anger någon särskild nivå som ska följas till en viss tidsangivelse. Kommuner med en befolkning på över 100 000 invånare, samt Trafikverket, ska vart femte år göra bullerkartläggningar och fastställa åtgärdsprogram för att minska bullerstörningar. Byggverksamhet behandlas ej vare sig i kartläggning eller i åtgärdsprogram. Miljökvalitetsnormen för buller bedöms inte beröra tunnelbaneutbyggnaden.

5.2 Geologi och grundvatten

5.2.1 Jordlager

Området är typiskt för stora delar av Mälardalens kuperade terräng med mindre höjder med synligt berg eller tunnare moränjordtäcke och mellanliggande dalgångar med lerjord. De mellanliggande dalsvackorna följer ofta de huvudsakliga sprick- och svaghetszonernas orientering. Där terrängen generellt är lägre kan höjdryggarna vara helt jordtäckta, exempelvis döljs en förhållandevis varierande bergyta under Enskededalens och Årstafältets plana markyta. I områden med högre liggande mark saknas i stället större jordlagermaktigheter i dalsvackorna och terrängen är mer brant och varierande, exempelvis inom Kungsholmen.

Inom vissa områden med lerjord pågår sättningsrörelser som kan vara orsakade av landhöjning, nedbrytning av organiskt material, av förändrade lastförhållanden (byggnation) eller av avsänkta grundvattenförhållanden. En bebyggd miljö är föränderlig och påverkar förhållandena, vilket gör en värdering av pågående sättningar komplicerad. Inom utredningsområdet förekommer stora områden med lerjord som kan vara sättningskänsliga.

Nedan följer en beskrivning av markförhållandena inom de områden som kan komma att märkas av en temporär eller permanent grundvattenpåverkan. Se Figur 22 för jordartskarta.

De största jorddjupen på Kungsholmen finns längs med svaghetszonerna, med jorddjup upp mot 15 till 20 meter. Profilritningen av tunnelbanans Blå linje vid station Rådhuset visar att berggrunden är nedskuren till cirka -12, vilket ger ett jorddjup på cirka 20 meter. Mellan dessa zoner karaktäriseras markförhållandena av ytligt berg och ofta branta bergssidor ned mot Kungsholmens stränder. Vid Fridhemsplan, där tunnelbanan ska ansluta till den befintliga stationen, finns mindre svackor i berget. Där kan det inte uteslutas att det finns lös, sättningskänslig lera. Av historiska kartor från 1800-talet framgår att Norr Mälarstrand är utfylld fram till dagens kajer medan Kungsholms strand är utfylld i betydligt mindre omfattning.

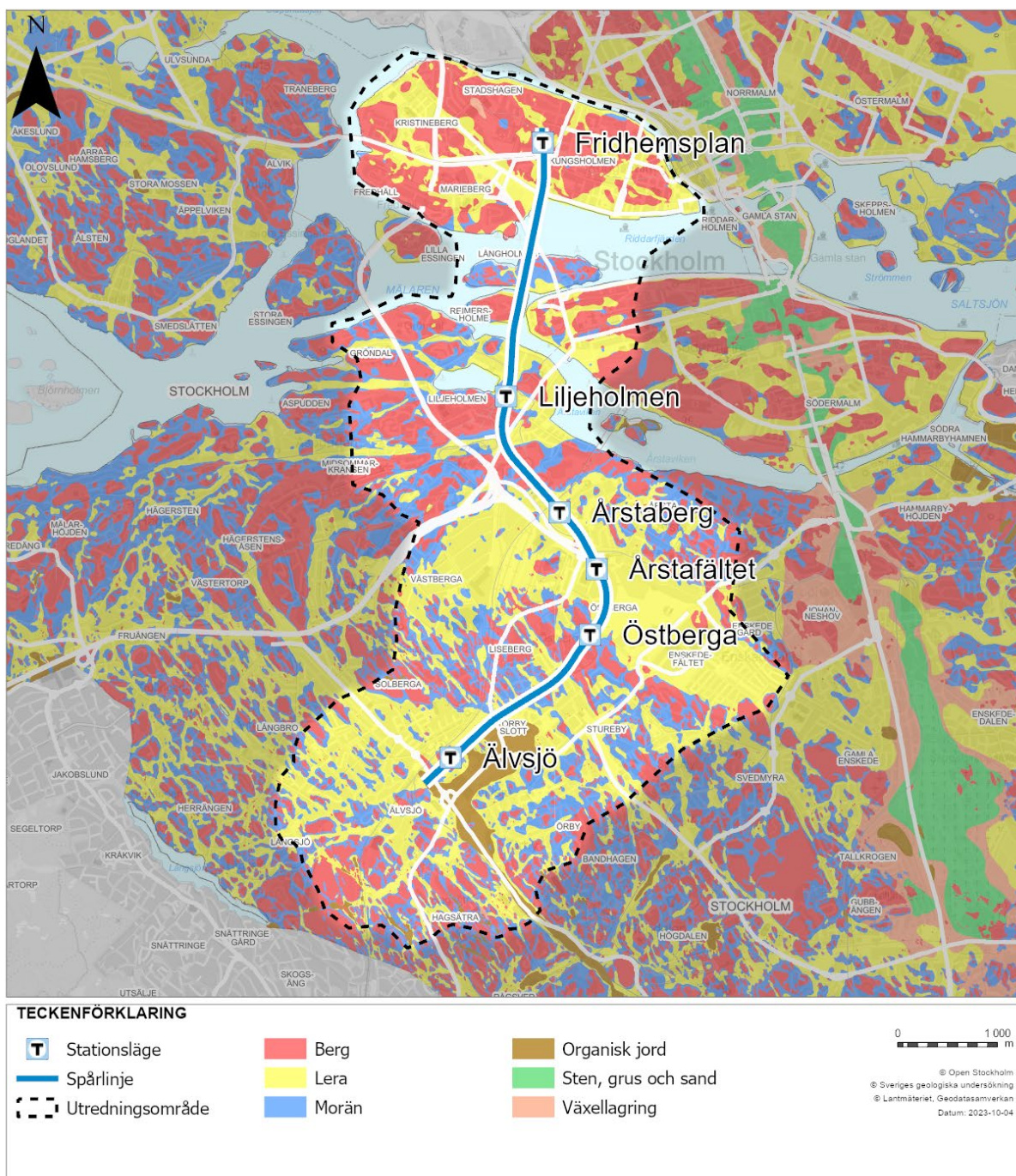
Långholmen och Reimersholme har till stor del synligt berg eller täcks av ett tunnare moränjordlager. Vid Långholmskanalens delvis uppfyllda strand förekommer ett lerjordlager på upp mot 10 meter.

Profilritningen av Röd linje vid Liljeholmstorget visar att berggrunden är djupt nedskuren till nivå cirka -12, motsvarande knappt 20 meter under markytan. Det förekommer mäktiga fyllningslager i större delen av området mellan Trekanten och Liljeholmsviken samt Liljeholmstorget och längs Liljeholmskajen.

Inom Västberga industriområde och spårområdet samt vid Årstaberg varierar lermäktigheten från cirka 6 till 10 meter men jorddjupet varierar då karteringen visar områdesvis förekomst av ytligt berg eller morän. Friktionsjordlagret under leran är tunt.

Även Årstafältet har starkt varierande jordlagermäktighet med områden där bergytan går upp närmare markytan. Generellt återfinns de djupaste jordlagren längs med Årstafältets norra sida med lermäktigheter upp mot 20 meter. Utifrån de relativt tätare nätverk av sonderingar som utförts i området framgår att det undre friktionsjordlagret mestadels är tunt.

Inom Örby och Solberga framträder tydligt de smala lerjordfyllda dalgångarna som mindre spricksystem i berggrunden gett upphov till. Dessa är mestadels orienterade i nordvästlig till sydöstlig riktning. Även inom Långbro villaområde förekommer dessa sprickdalgångar, men är mindre framträdande då jorddjupen är större.



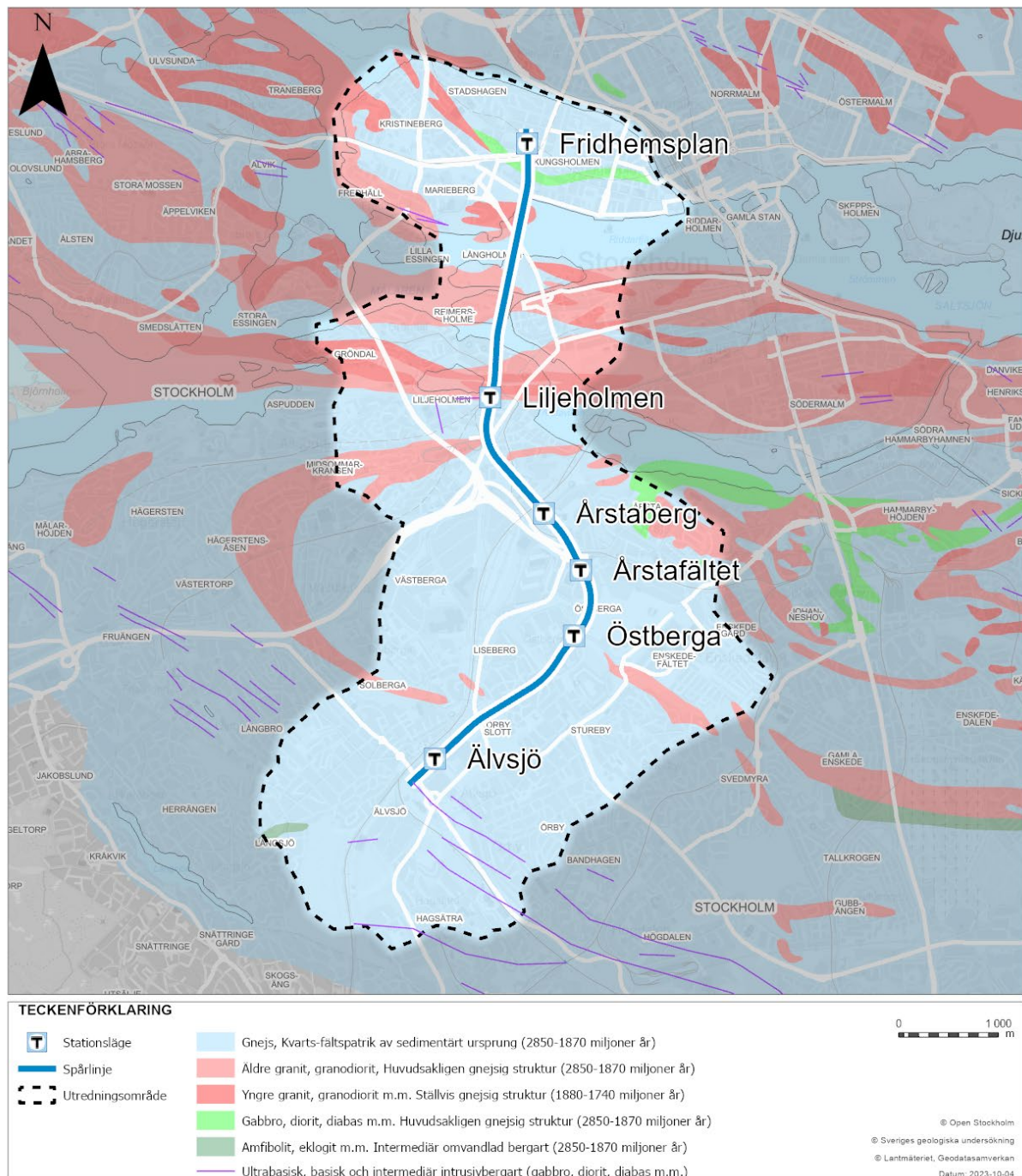
Figur 22. Översiktlig geologisk karta över utredningsområdet.

Mellan Älvsjö och Örby finns ett större område med organisk jord med upp till cirka 3 meter mäktighet ovan ett cirka 20 meter mäktigt lerlager. Där stambanan passerar Stockholmsmassan är lermäktigheten drygt 10 meter. Även längs med Magelungsvägen och Älvsjövägen finns mäktigare jordlager längs med den nordvästliga till sydostliga orienterade svaghetszon som passerar området.

5.2.2 Berggrund

Förutom stationsuppgångar och ingångar för arbets- och servicetunnlar kommer anläggningen att vara helt förlagd i berggrunden. Stockholmsberg lämpar sig väl för byggande under mark, vilket det stora antalet befintliga tunnlar vittnar om.

Berggrunden inom utredningsområdet består i huvudsak av gnejs med sedimentärt ursprung som områdesvis kan innehålla höga halter av sulfider. Mer omfattande inslag av granitisk gnejs och granit förekommer framför allt i området mellan södra delen av Kungsholmen till och med Liljeholmen. Figur 23 för bergartskarta.



Figur 23. Översiktlig bergartskarta över utredningsområdet.

Förekomsten av diabasgångar är begränsade längsmed sträckningen, de finns främst i vattenpassagerna samt någon enstaka diabasgång som observerats i utredningsområdets södra del. Diabas är en mörk finkornigare bergart som kan fungera som en vattenförande sprickzon. Bergkvalitet kan beskrivas som hur uppsprucket berget är och vilka egenskaper strukturerna i berget har. Svaghetszoner och sprickor kan vara sådana strukturer. Förenklat är en svaghetszon en zon i berget där berget är svagare än omkringliggande berg. Svaghetszonerna finns ofta i dalgångar. I utredningsområdet finns ett antal svaghetszoner. Bergkvaliteten väntas variera längsmed linjen och sämre bergkvalitet förväntas vid passage av svaghetszoner och under vattenpassagerna.

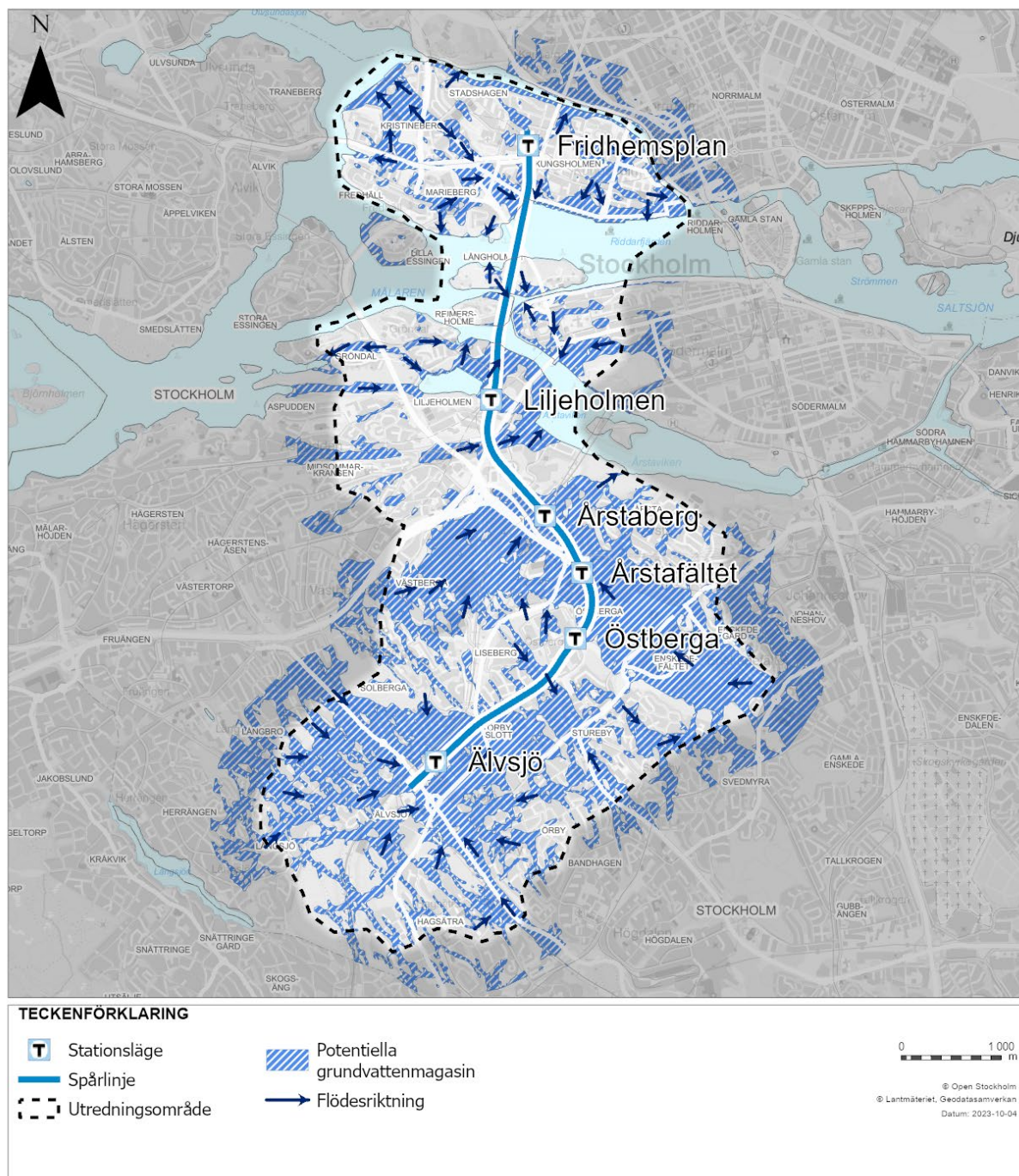
Stråken av olika bergarter och den båge av granit som finns vid Västertorp och Hägersten visar hur berggrunden har tryckts ihop, veckats och glidits mot varandra och bildat förkastningszoner.

För den planerade tunnelbanan och förhållandena av berggrundvatten betyder en kvartsrik bergart att den är hårdare än en bergart med mindre kvartsinnehåll. Graniten och gnejsen är ofta mer uppspruckna än en diabas.

En djupare analys av sprickor och svaghetszoner i berggrunden pågår och kommer att redovisas i ansökan om vattenverksamhet. Berggrundens egenskaper undersöks bland annat med så kallade kärnborrningar från markytan där bergprover tas upp och genom filmning av förekommande sprickors läge och antal längs borrhålet. En fullständig bild av bergförhållandena vid tunneldjup erhålls först i byggtiden när undersökningar kan göras från bergtunneln.

5.2.3 Grundvatten

Grundvatten förekommer i grundvattenmagasin i jord och i sprickor och spricksystem i berg. Magasin i jord kan vara slutna eller öppna, och förekommer som antingen ett övre eller ett undre grundvattenmagasin. Grundvattenbildningen till jord och berg är beroende av topografin, jordarternas vattengenomsläpplighet, nederbörd, ytavrinning och avdunstning. Utredningsområdet längs sträckan har delats in i områden som är avgränsade utifrån topografin och var det finns ytligt berg. Inom de olika delområdena har potentiella undre grundvattenmagasin i jord samt öppna delmagasin identifierats. Grundvatten förekommer även utanför dessa magasin, i berg och i mindre öppna magasin i jord. Potentiella grundvattenmagasin i jord redovisas i Figur 24 tillsammans med strömningsriktningar. Inga grundvattenförekomster som omfattas av EU:s vattendirektiv finns i närheten av tunnelbanan.



Figur 24. Utbredning av potentiella grundvattenmagasin inom utredningsområdet. Kartan visar även tolkade flödesriktningar.

Grundvattenförhållanden på Kungsholmen präglas av regionala svaghetszoner och Kungsholmens branta topografi. En annan bidragande faktor är befintliga bergrum och tunnlar och andra undermarksanläggningar, vilket beskrivs i avsnitt 5.3.

Från Råambshovsparken och vidare under Lindhagensgatan följer grundvattennivåerna markytan med mer marknära nivåer inom Råambshovsparken och Hornsberg. Lokalt har låga grundvattennivåer uppmätts kring Lindhagenplan. Inom östra delen av Kungsholmen ligger grundvattennivåerna generellt djupare under markytan. Mindre lokala grundvattenmagasin återfinns inom de högre belägna delarna av Kungsholmen.

På Långholmen bedöms grundvattenmagasin finnas främst i jordlagren på öns södra sida. På Reimersholme förmodas grundvattenmagasin i jord förekomma vid holmens stränder, dels i friktionsjordlager under lerjorden, dels i fyllningslager som kan antas ha viss kontakt med Mälaren.

Vid Liljeholmen förekommer grundvatten dels i friktionsjordlagret under lerjorden, dels i fyllningslagren och grundvattennivåerna i undre grundvattenmagasin ligger generellt 1 till 2 meter under markytan. Motsvarande bedöms gälla för övre magasin i fyllningsjorden. I parken mellan Liljeholmstorget och sjön Trekanten motsvarar grundvattennivåerna sjöns nivå.

Mellan Liljeholmstorget och Årstaberg, längs Hägerstensvägen går en jordfylld dalgång längs en svaghetszon i berg. Grundvattnet faller brant ned mot Liljeholmskajen. Troligen är jordlagermagasinet uppdelat i flera delmagasin åtskilda av bergtrösklar.

Vid Årstaberg varierar marknivån, jordlagrens mäktighet och bergnivåerna i hög grad och det undre grundvattenmagasinet är därför troligen uppdelat i flera mindre magasin med varierande kontakt med marknära grundvattennivåer.

Grundvattenmagasinet inom Årstafältet är ett större sammanhängande magasin som är känsligt för grundvattenpåverkan. Nu dräneras det delvis till befintliga undermarksanläggningar men grundvattennivån ligger ändå marknära. Den varierande bergytan och det mestadels tunna friktionsjordlagret gör grundvattnets strömningsvägar mer komplext än vad den plana markytan indikerar.

Ett grundvattenmagasin vid Älvsjö och Örby är instängt. I kartor från tidigt 1900-tal markerades området som våtmark och det har tidigare funnits en sjö i området. Områdesavrinningen sker via en dagvattentunnel, Älvsjö-Mälartunneln. Grundvattennivån ligger marknära, cirka en meter under markytan. Inom bostadsområdet vid Älvsjö station och norr om stambanan ligger grundvattennivån lägre, ner till cirka 4 till 5 meter under marknivå.

5.3 Objekt som påverkar grundvattenförhållandena

Grundvattenförhållanden på Kungsholmen påverkas av befintliga bergrum och tunnlar. Förutom tunnlar och stationsutrymmen för grön och blå tunnelbanelinje finns flera vatten- och ledningstunnlar och större bergrum exempelvis Riksarkivet vid Västerbron och Fortums kyllager.

Områden där grundvattnet är påverkat av undermarksanläggningar är Lindhagenplan, östra delen av Kungsholmen och de högre belägna delarna av Kungsholmen. I området för planerad station Fridhemsplan med spårtunnlar kan berggrundsvattnet förutsättas vara påverkat av befintliga tunnelanläggningar.

Vid Liljeholmstorget finns passerande bergtunnlar samt bergrumsgarage som förmodat till del påverkar berggrundvattnet. Mellan Liljeholmstorget och Årstaberg passerar spårtunneln tunnlar för Röd linje, bergrumsgarage och Stockholm Vatten och Avfalls nyligen utsprängda avloppstunneln inom projekt Stockholms framtida avloppsrening (SFAR) och berggrundsnivåerna kan förmodas vara påverkade. Stockholm Vatten och Avfall redovisar att området vid Liljeholmskajen/Årstadal är sättningskänsligt och är förberedd för skyddsinfiltration. Likaså vid Nybodadepån längre västerut.

Grundvattenmagasinet inom Årstafältet är ett större sammanhängande magasin som är känsligt för grundvattenpåverkan. Nu dräneras det delvis till befintliga undermarksanläggningar såsom vägtunneln Södra länken med flera. Men grundvattennivån ligger fortfarande marknära och upprätthåller trycknivån i ovanliggande lerlager. För närvarande pågår ett större

stadsbyggnadsprojekt inom Årstafältet, där tillstånd för grundvattenbortledning finns. Åtskilliga dräneringar, spontningar och andra konstruktioner anläggs som kan påverka grundvattenförhållandena. Pågående arbete med att ersätta den stora dagvattenkylverten genom området med en ny, och delvis ny sträckning, skulle kunna medföra en förändring om nuvarande kylvert är otät och bidrar till områdets grundvattenbildning.

Grundvattenmagasinet vid Älvsjö och Örby är instängt. Idag sker områdesavrinningen via en dagvattentunnel, Älvsjö-Mälartunneln, som börjar ungefär vid trafikplatsen med Huddingevägens anslutning till Magelungsvägen. Dagvattentunneln dränerar en del grundvatten men någon tydlig avsänkning av grundvattennivåerna kan inte ses även om en svag gradient in mot tunneln kan urskiljas. Grundvattnets trycknivå ligger dock marknära, cirka en meter under markytan, någon direkt avsänkning av undre magasin kan därmed inte märkas i området även om artesiska förhållanden (grundvattennivå ovan markytan) historiskt kan ha förekommit.

Inom bostadsområdet vid Älvsjö station och norr om stambanan ligger undre magasinets trycknivå lägre relativt markytan, upp till cirka 4 till 5 meter. Här kommer den planerade mässtunnel anläggas före tunnelbaneutbyggnaden och området kan vid byggstart vara ytterligare påverkat. Inom villaområdet vid Älvsjö och Långbro indikerar SGUs brunnsarkiv att vissa bergbrunnar kan vara påverkade av befintliga tunnlar med en vattennivå 8 till 10 meter under markytan. Nivåmätningar i samband med brunnsborrning ska dock tas med försiktighet.

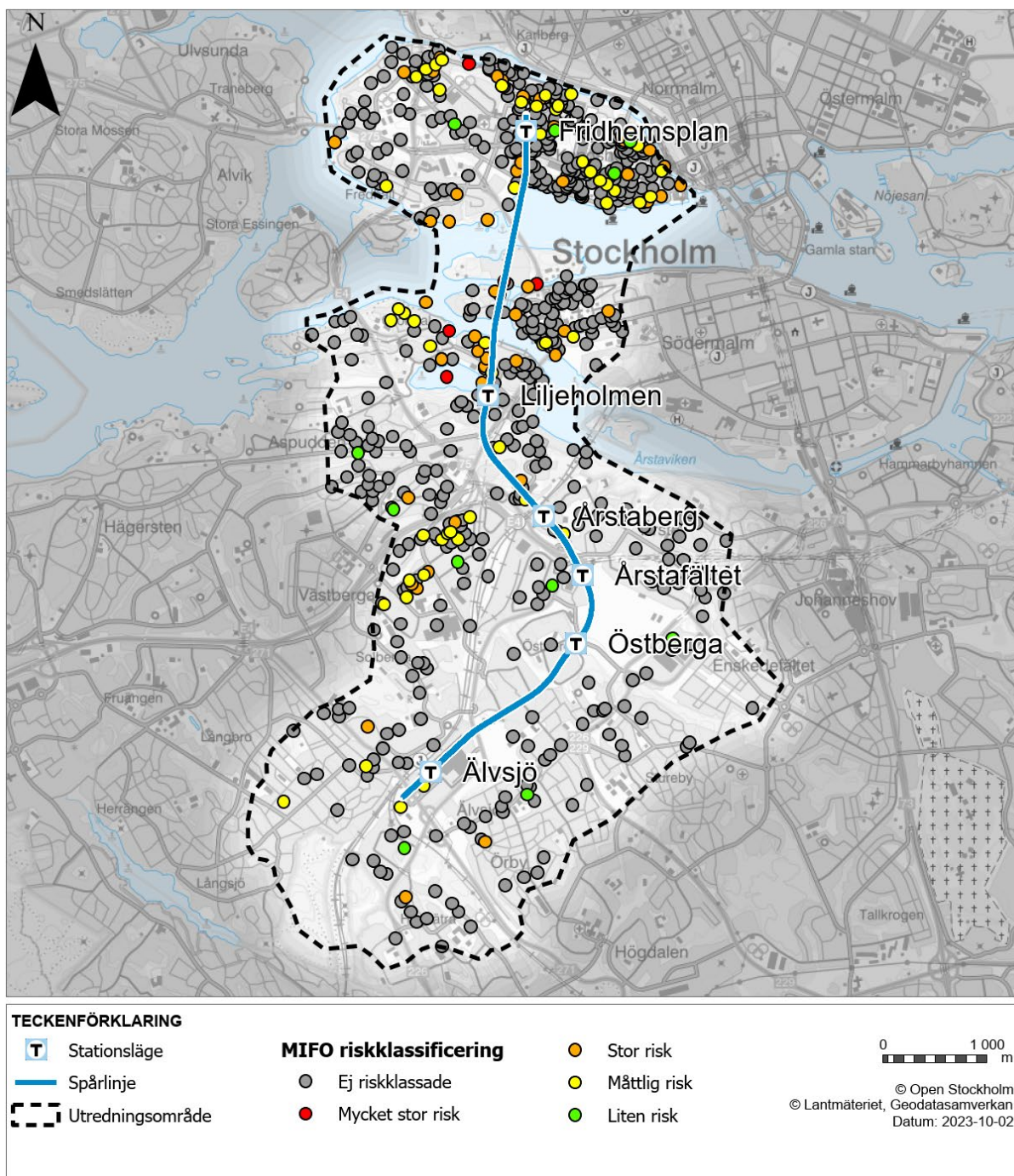
5.4 Förorenade områden och grundvattenkvalitet

Föroreningar är kopplade till svensk industrihistoria och är rester från till exempel kemisk industri, varvsverksamhet, bensinstationer, textilverksamhet, ytbehandlingsindustri men kan även orsakas av nutida verksamheter.

Föroreningar i mark förekommer främst i genomsläppliga jordar såsom fyllnadsmaterial, och kan via grundvattnet potentiellt spridas till djupare jordlager och berg men även bort från källområdet till ytvatten och sediment.

Planerad tunnelbana innebär i sig inte något tillskott i föroreningar. Dock kommer anläggningen att utmed sträckan komma i kontakt med grundvattenmagasin med varierande grundvattenkvalitet och olika halter av förorenande ämnen. Information om risk för förhöjda föroreningshalter har inhämtats från Länsstyrelsens databas över misstänkta och/eller konstaterat förorenade områden (EBH-stödet). Objekt kring föreslagna stationsområden och andra markinstallationer som luftutbytesschakt, depå med mera har studerats då det är i dessa lägen som anläggningen kommer att gå över bergytan och därmed bedöms ha störst kontakt med föroreningar i jord. Även objekt längs med tunnelinjen och utanför stationsområden har studerats för att bedöma om det finns risk att potentiella föroreningar kan spridas via grundvatten.

I områden längs med utbyggnaden av tunnelbanan till Älvsjö finns ett antal objekt i det så kallade EBH-stödet, se Figur 25. Stor risk för förekomst av föroreningar bedöms finnas kring Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberg och Älvsjö. Inom dessa områden förekommer kluster av potentiella förorenade områden. Provtagning av jord och grundvatten inom utredningsområdet pågår för närvarande och kommer att redovisas i kommande miljökonsekvensbeskrivning.



Figur 25. Riskklassning av områden baserat på länsstyrelsens MIFO-databas (Metodik för inventering av förorenade områden).

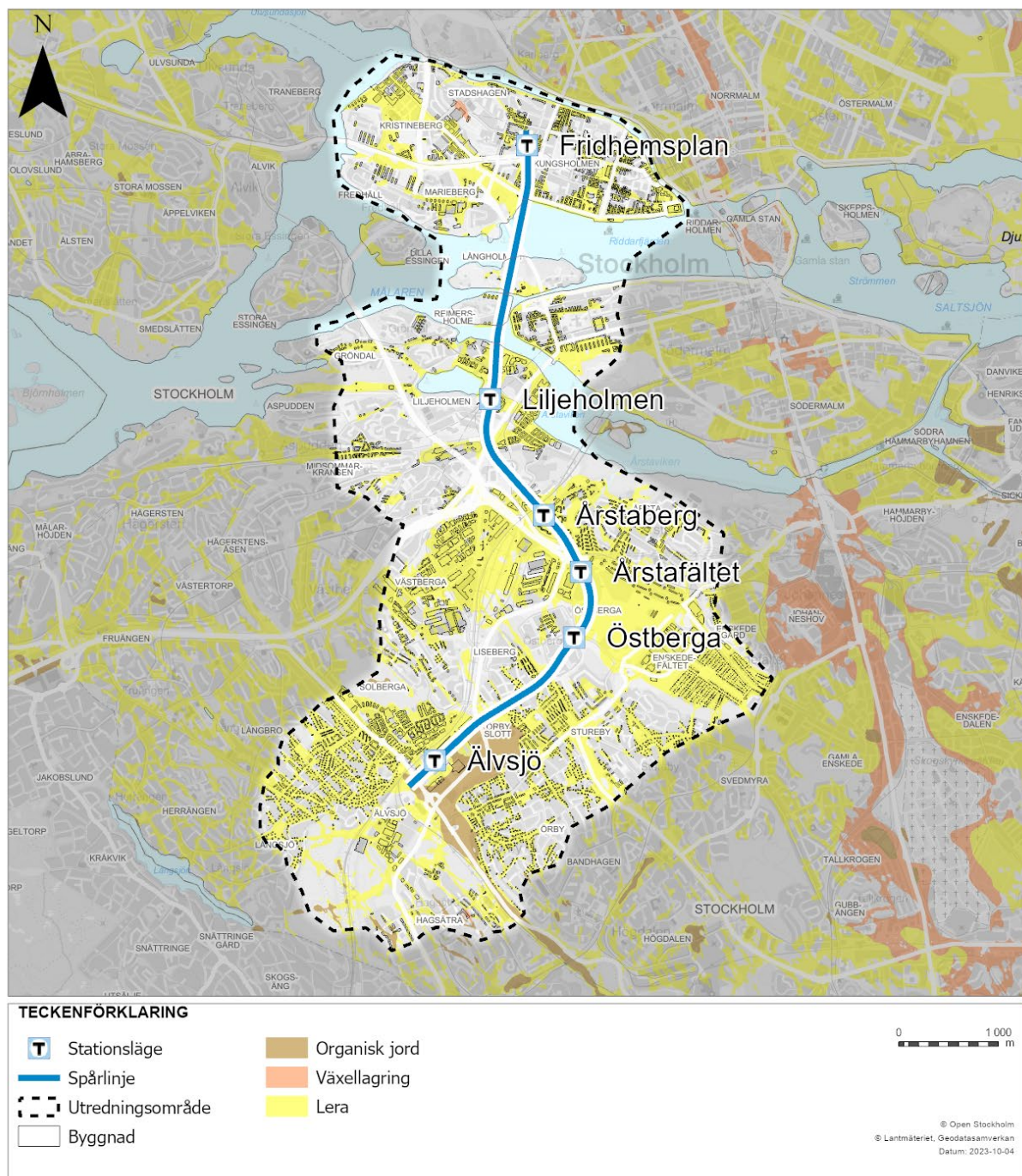
Trafikförvaltningen i Region Stockholm har tidigare undersökt och sammanställt vattenkvaliteten i befintlig tunnelbana. En jämförelse mot bakgrunds nivåer i Stockholmsregionens grundvatten visar att vattenkvaliteten i tunnelbanan, under normal drift, ligger i nivå med Stockholms grundvatten. Värden över bakgrunds nivåer förekommer dock i vissa fall. För majoriteten av de analyserade föroreningarna ligger medelvärdena långt under tidigare föreslagna riktvärden för utsläpp till ytvattenrecipient. Förhöjda föroreningshalter kan förekomma vid föreslagna etableringsområden för arbetstunnlar. Inläckande grundvatten kommer i det fallet att behöva renas och provtas innan det kan släppas vidare till ledningsnät eller recipient. Det går inte i detalj att bedöma hur en förändring i grundvattenflöde påverkar föroreningars spridning eller utbredning i detta skede.

5.5 Grundvattennivåkänsliga byggnader och anläggningar

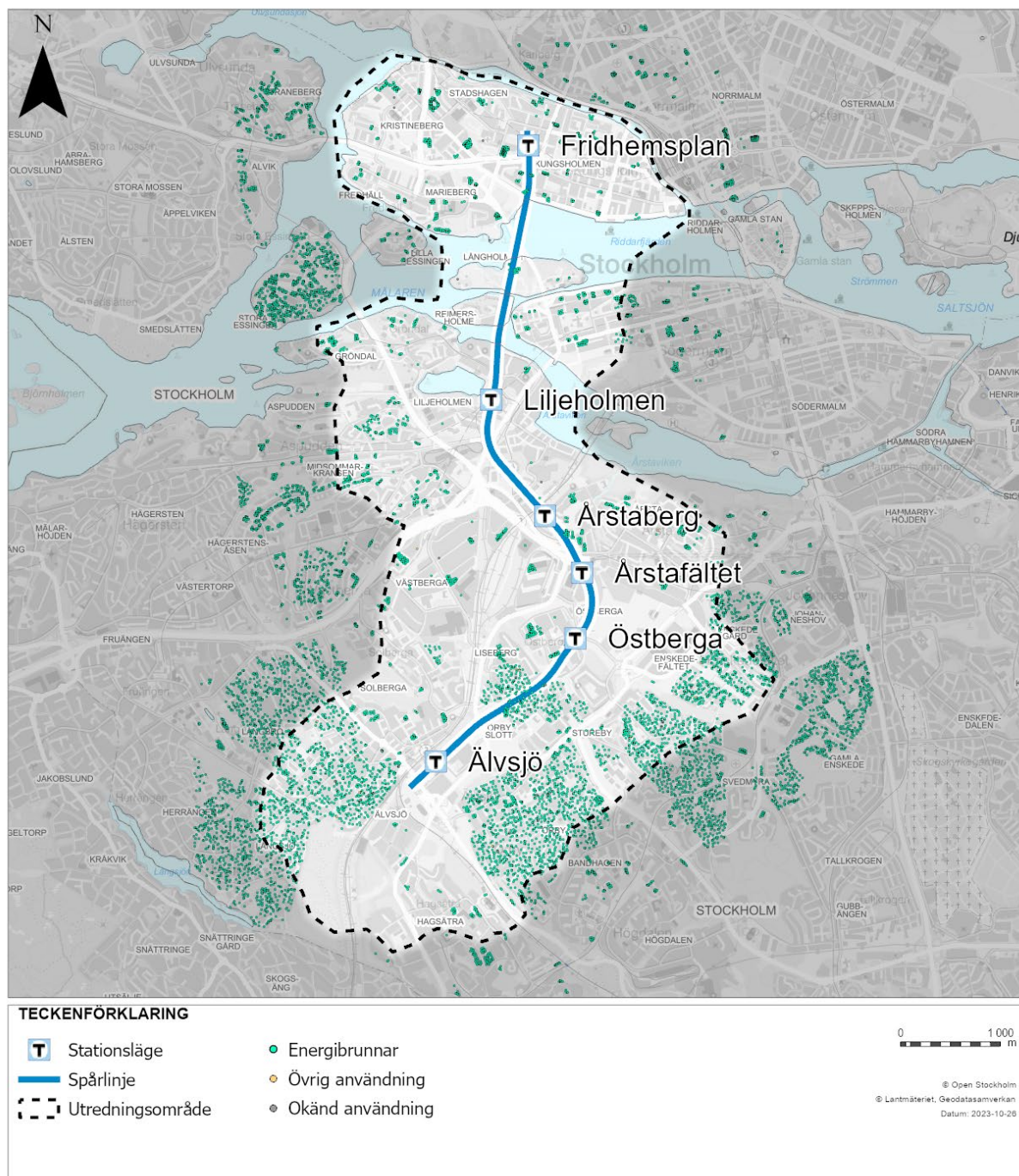
Tunnelbanan kommer att passera ett flertal trafikleder, befintlig tunnelbana, järnväg, tunnlar och andra undermarksanläggningar. Vissa av dessa kan vara sättningskänsliga och därför genomförs inventeringar och utredningar.

Objekt som kan vara beroende av grundvattennivån i omgivande jordlager utgörs av icke fast grundlagda byggnader, markförlagda ledningar och andra anläggningar i lerområden. Byggnader med trägrundläggning kan skadas vid en grundvattennivåsänkning i övre magasin. Bergborrade dricksvattenbrunnar och energibrunnar är beroende av grundvattennivån i berg.

Inom utredningsområdet genomförs grundläggningsinventeringar. Särskilt fokus läggs på de byggnader och anläggningar som är belägna i lerområden då dessa riskerar orsakas sättningssskador vid en grundvattennivåsänkning, se Figur 26. Inom lerområden genomförs också en inventering av förekommande ledningar, större vägar, broar och andra möjliga sättningskänsliga anläggningar. Provtagning av lerjordens sättningskänslighet pågår. Detta är underlag för kommande bedömning av påverkan kopplat till grundvattensänkning och kommer att redovisas i kommande miljökonsekvensbeskrivning. Mätningar av pågående sättningar utförs också på byggnader och i mark.



Figur 26. Områden med byggnader och sättningskänsliga jordarter inom utredningsområdet.



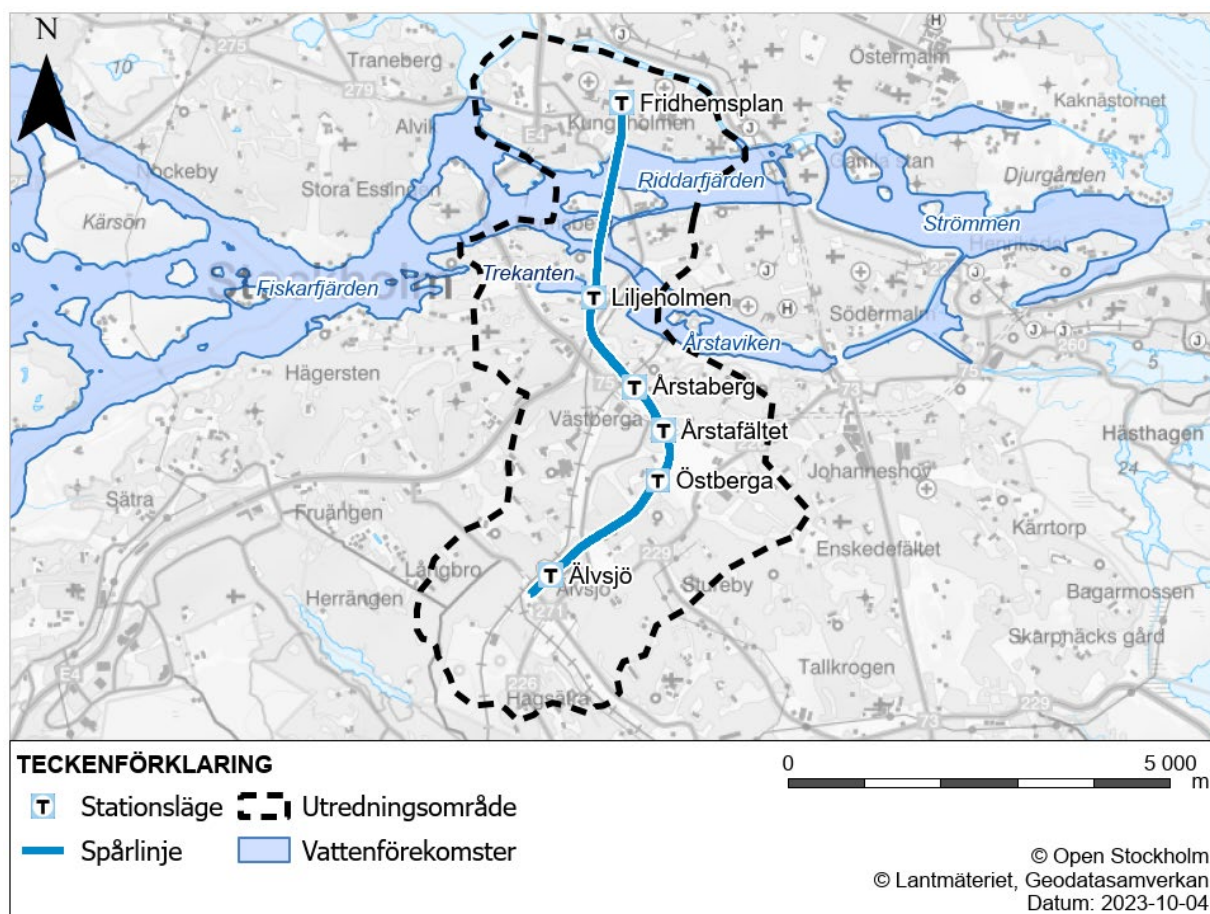
Figur 27. Översiktskarta över identifierade brunnar inom utredningsområdet.

Uppgifter om brunnar hämtas från SGU:s brunnsarkiv samt från kommunernas register över anmälda energibrunnar. Identifierade brunnar redovisas i Figur 27. Brunnar med okänd användning kan antingen utgöra dricksvatten- eller energibrunnar. De största ansamlingarna av brunnar är framför allt i villaområdena i Liseberg och Örby slott. Energibrunnar, såsom bergvärmebrunnar, förekommer främst inom villaområdena Liseberg, Örby och Älvsjö och Långbro. Inom Östberga höjden förekommer ett par större borrhålslager och även i området norr om Älvsjö station. Med planerad tunnelsträckning är det främst inom Liseberg som bergbörade brunnar kan komma påverkas av tunneln.

5.6 Ytvatten

Möjliga ytvattenrecipienter som kan komma att beröras av aktuell tunnelbanelinje är Fiskarfjärden, Trekanten, Riddarfjärden och Årstaviken (sjöar), och Strömmen (kustvattenförekomst), se Figur 28.

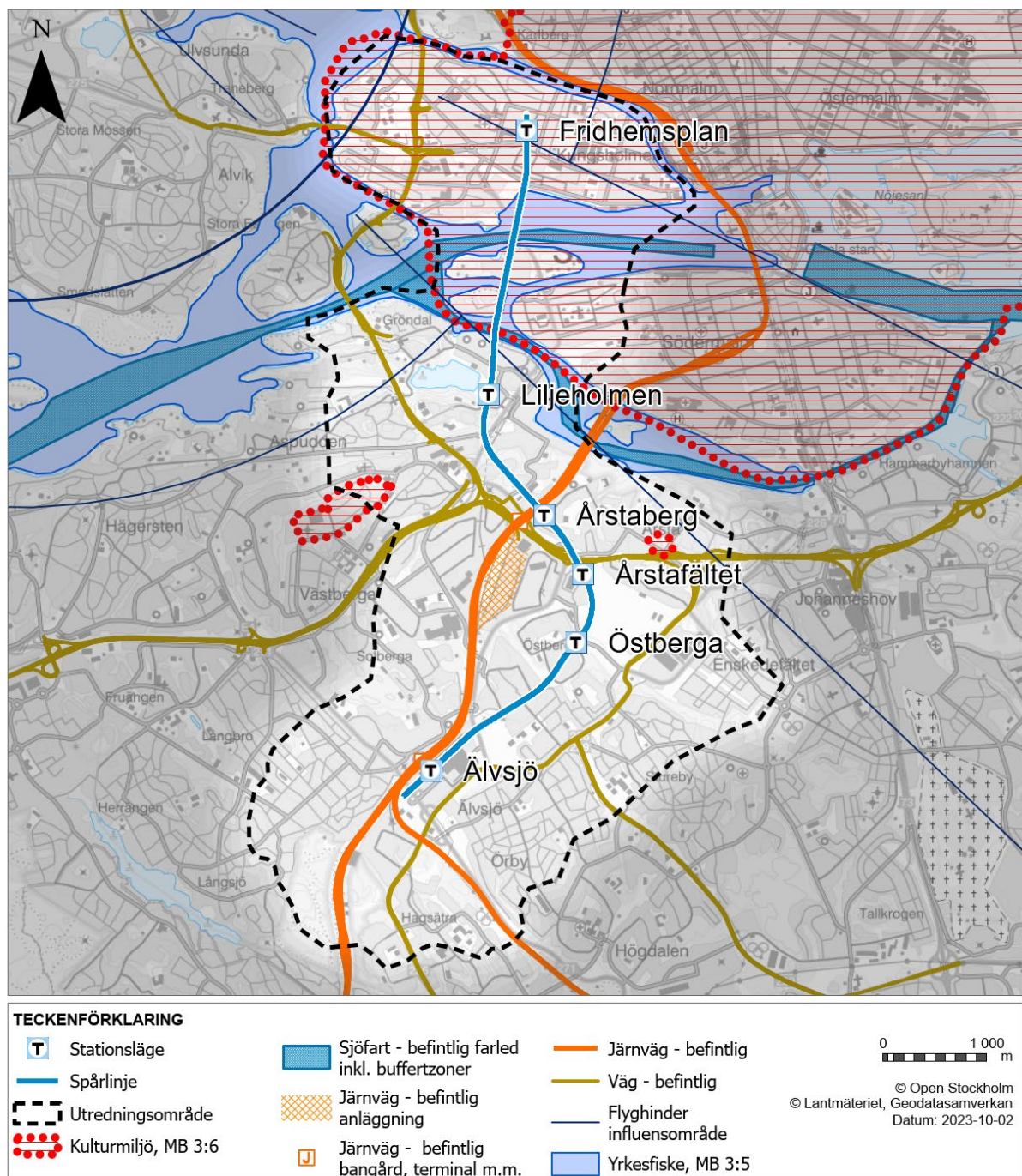
Samtliga möjliga recipienter är klassade vattenförekomster med beslutade miljökvalitetsnormer vars status redovisas i 5.1.2 Miljökvalitetsnormer.



Figur 28. Vattenförekomster som kan komma att beröras av den nya tunnelbanan.

5.7 Riksintressen

Områden som har speciella värden eller förutsättningar vilka bedömts vara betydelsefulla ur ett nationellt perspektiv klassas som riksintresse enligt miljöbalken. Områden kan utpekas som riksintressen på grund av sina speciella natur- eller kulturvärden eller för att de är av betydelse för ett speciellt nyttjande. Riksintressen ska behandlas och redovisas i samhällsplaneringen så att det blir tydligt hur dessa förhåller sig till andra intressen, men också för att avvägningar mellan oförenliga riksintressen ska kunna göras. Tunnelbanan till Älvsjö passerar genom eller nära områden eller objekt av riksintresse, se Figur 29. Det är främst i samband med anläggningar i marknivå som en påverkan från tunnelbanan på riksintressen skulle kunna bli aktuell. Nedan redovisas de riksintresseområden som ligger inom eller nära området för ny tunnelbana.



Figur 29. Identifierade riksintressen inom och utanför utredningsområdet.

Riksintresse för yrkesfiske - Mälaren är av riksintresse för yrkesfiske enligt miljöbalken 3 kapitlet 5 §. I riksintresseområdet ingår Riddarfjärden, Liljeholmsviken och Årstaviken, som tunnelbanan till Älvsjö passerar under.

Riksintresse för kulturmiljövården

- *Stockholms innerstad med Djurgården* (AB115) är en kulturmiljö av riksintresse enligt miljöbalken 3 kapitlet 6 §. I riksintressebeskrivningen har värdena preciserats. Tunnelbanan till Älvsjö ligger inom riksintresseområdet på sträckan från Fridhemsplan till Liljeholmsviken.
- *Årsta centrum* (AB 113) är en kulturmiljö av riksintresse enligt miljöbalken 3 kapitlet 6 §. I riksintressebeskrivningen har värdena preciserats. Bostadsområde i form av stadsdelscentrum.

Riksintresse för kommunikationer - Följande områden och objekt är av riksintresse för kommunikationer enligt miljöbalken 3 kapitlet 8 §.

- **Järnväg** - Västra stambanan, som går genom Älvsjö är en järnväg av riksintresse. Även pendeltågstationerna i Årstaberg och Älvsjö, Årsta kombiterminal samt Älvsjö godsbangård är av riksintresse. Den nya tunnelbanelinjen kommer att passera under Västra stambanan vid Årstaberg. De nya tunnelbanestationen i Årstaberg och Älvsjö ligger i närheten av pendeltågstationerna.
- **Väg** - Vägar av riksintresse i närheten av den nya tunnelbanelinjen är väg 75 Södra länken, E4/E20, väg 226 Gullmarsplan-Flemingsberg samt Klarastrandsleden. Den nya tunnelbanelinjen kommer att passera under Södra länken vid Årstafältet. Övriga vägar som nämns ovan kan beröras av byggtrafik.
- **Farled** - Farlederna Riddarfjärden-Stora Björkfjärden samt Danviksbron-Gröndal utgör riksintressen för sjöfarten. Tunnelbanan till Älvsjö passerar under båda dessa.
- **Flygplats** - I närhet till Bromma flygplats finns så kallat hinderfria områden, där det av flygsäkerhetsskäl finns begränsningar i höjd för byggnader, master och andra höga objekt. Tunnelbanan till Älvsjö ligger inom detta riksintresse på sträckan från Fridhemsplan till Liljeholmen, men bedöms inte beröra riksintresset eftersom inga höga byggnadsdelar är aktuella.

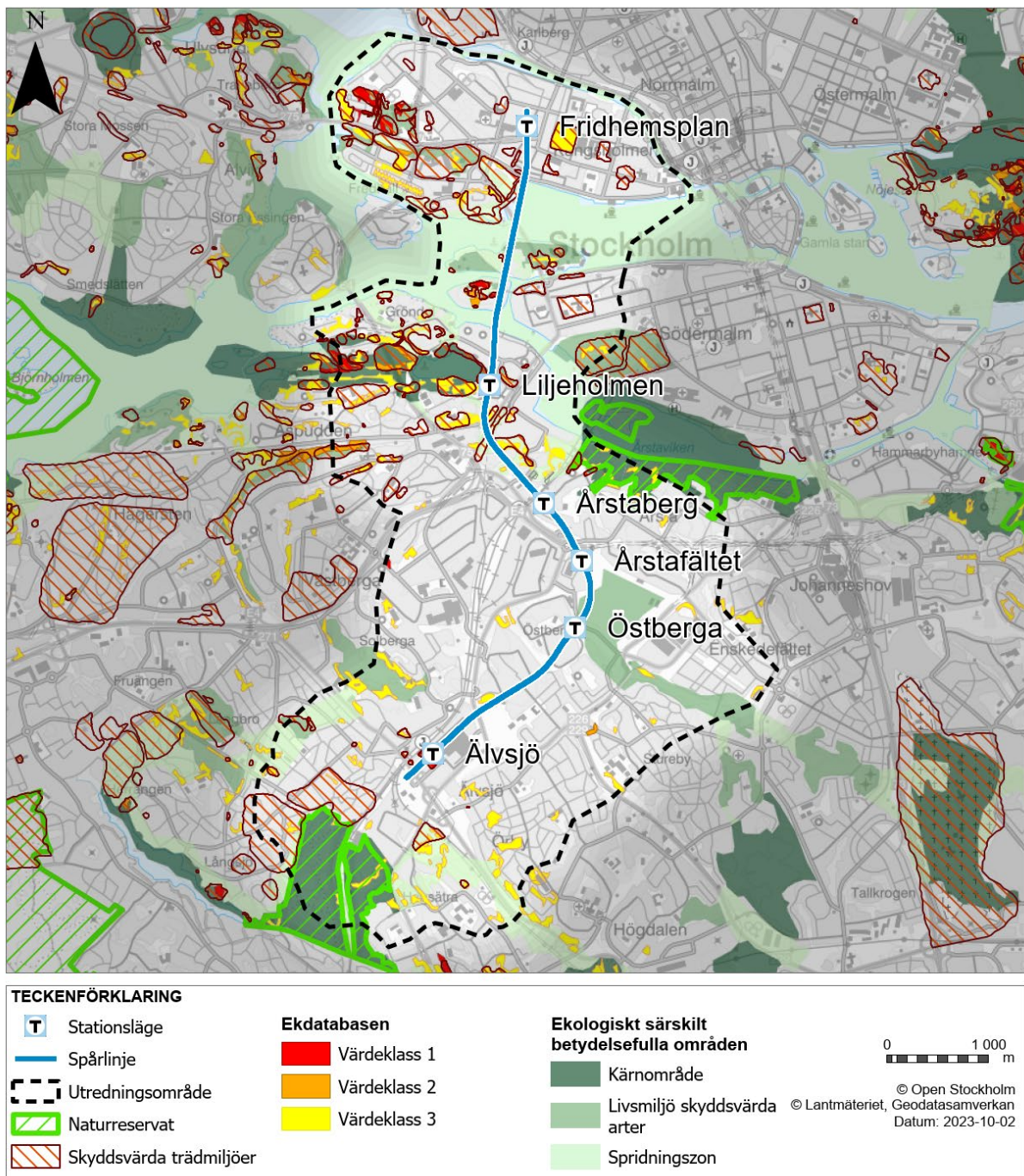
5.8 Naturmiljö

Inom utredningsområdet finns ett flertal naturmiljöer med olika former av skydd, se Figur 30. Naturvärden kan till exempel bestå av skyddsvärda träd, skyddade arter eller grundvattenberoende biotoper.

Påverkan på naturmiljö kan ske både under bygg- och drifttiden genom direkta intrång, där exempelvis en etableringsyta planeras, eller genom grundvattenpåverkan som uppstår från anläggandet av spårtunnlar och vertikala schakt.

Naturmiljön kan vara direkt beroende av grundvatten, exempelvis naturmiljöer vid grundvattenkällor eller våtmarker som försörjs av grundvattenkällutflöde. Fuktiga eller friska marker är andra naturmiljöer som kan påverkas vid en avsänkt grundvattennivå. Även ändrad strömningsriktning kan ge upphov till skador på kort och lång sikt. En förändring i övre eller öppna grundvattenmagasin kan innebära en påverkan för naturmiljön. Påverkan inom ett undre grundvattenmagasin förväntas inte orsaka någon negativ effekt för naturmiljön.

I områden där etableringsytor för stationsområden samt arbetstunnlar planeras finns ett fåtal naturvärden som mestadels består av trädmiljöer. Vid ytor kring Fridhemsplan finns ädellövträd som eventuellt kan tolkas som en allé. Inom planerade etableringsytor vid Liljeholmen återfinns delar av en ekskog med påtagligt naturvärde. Vid Östberga och Älvsjö återfinns trädmiljöer, exempelvis hållmarkstallskog, triviallövskog och ädellövträd samt alléer. Söder om Brännkyrka kyrka, öster om Stockholmsmässan finns ett område med fuktig gräsmark.



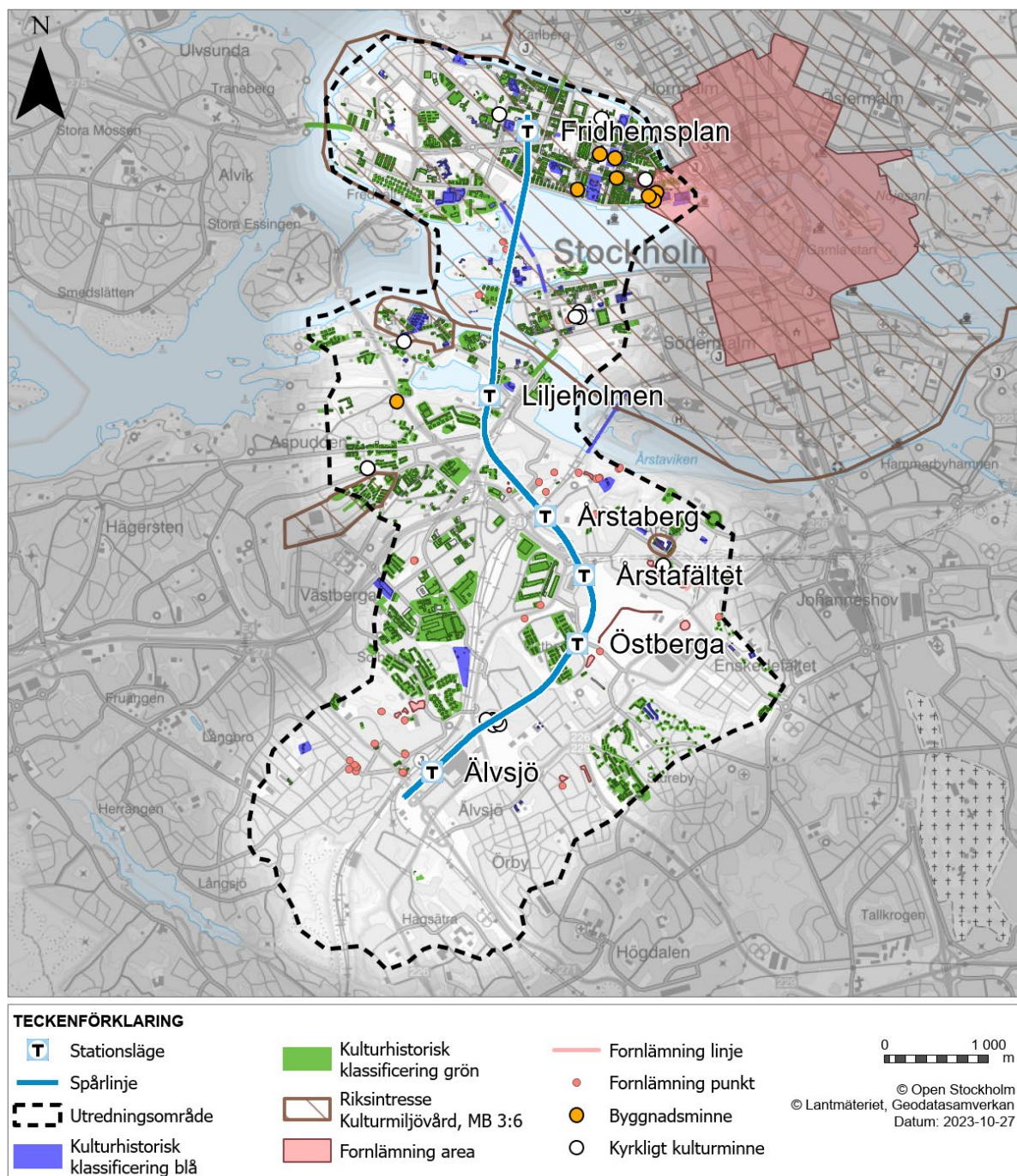
Figur 30. Naturmiljöområden i och omkring utredningsområdet.

Enligt nationella dataunderlaget Våtmarksinventeringen (VMI) finns inga våtmarker och Skogsstyrelsen redovisar inga objekt med sumpskog inom utredningsområdet. Eftersom utredningar och fältarbete pågår kan information om befintliga grundvattenberoende naturvärden komma att kompletteras. Känsliga naturmiljöer som potentiellt kan komma att påverkas av grundvattensänkning utreds för närvarande och resultatet kommer att redovisas i kommande miljökonsekvensbeskrivning.

5.9 Kulturmiljö och fornlämningar

Inom utredningsområdet för den nya tunnelbanelinjen finns kulturmiljövärden av såväl nationellt som regionalt och lokalt värde, se Figur 31. Exempel på detta är ett antal byggnadsminnen, kyrkor, fornlämningar samt byggnader med höga kulturhistoriska värden som är utpekade i kommunala planer och program. Tunnelbanan börjar vid Fridhemsplan och passerar under stadsdelen Västra Kungsholmen som omfattas av riksintresse för kulturmiljövården - Stockholms innerstad med Djurgården (AB 115), se tidigare avsnitt om riksintressen, avsnitt 5.7. Relevanta utpekade värdekärnor inom riksintresset är Kronobergsparken samt Rådhuset och Polishuset. En hög koncentration av bebyggelse med höga kulturvärden finns på Kungsholmen och Långholmen med omnejd. Tunnelbanan passerar under Riddarfjärden, Långholmen och Långholmskanalen, Reimersholme och Liljeholmsviken till Liljeholmen. Här passerar tunnelbanan i närheten av ett antal utpekade byggnader och miljöer som är registrerade på Stockholms stadsmuseums klassificeringskarta. Där tunnelbanan passerar Årstaberg finns ett fåtal kända fornlämningar. *Årsta Gård* och bebyggelsen invid Årsta torg är blåklassad, miljön vid Årsta torg utgör även riksintresse för kulturmiljövården - Årsta centrum (AB 113) vilket omprövades och reviderades av Riksantikvarieämbetet under 2023. Centrumanläggningen från 1940-talet utgörs av offentliga lokaler som teater, bibliotek, stadsdelsförvaltning och Folkets hus med mera. Vid Station Årstafältet förekommer en del fornlämningar vid området för partihallarna längs Åbyvägen. Efter Årstafältet fortsätter sträckningen söderut via Östberga med flertalet klassificerade byggnader och miljöer och vidare mot Älvsjö där Brännkyrka kyrka och Älvsjö gård med höga kulturvärden ligger belägna.

Kända fornlämningar inom utredningsområdet redovisas i Figur 31. Fasta fornlämningar är skyddade enligt kulturmiljölagen. Skyddet innebär att det är förbjudet att utan tillstånd från länsstyrelsen på något sätt förändra, ta bort, skada eller täcka över en fornlämning. Även fornlämningar som inte är registrerade eller ännu inte kända är skyddade enligt lag. Om en fornlämning påträffas vid exempelvis grävarbete, ska arbetet omedelbart avbrytas vid den del fornlämningen berör.



Figur 31. Identifierade kulturmiljövärden inom och utanför utredningsområdet.

5.10 Omgivningsbuller

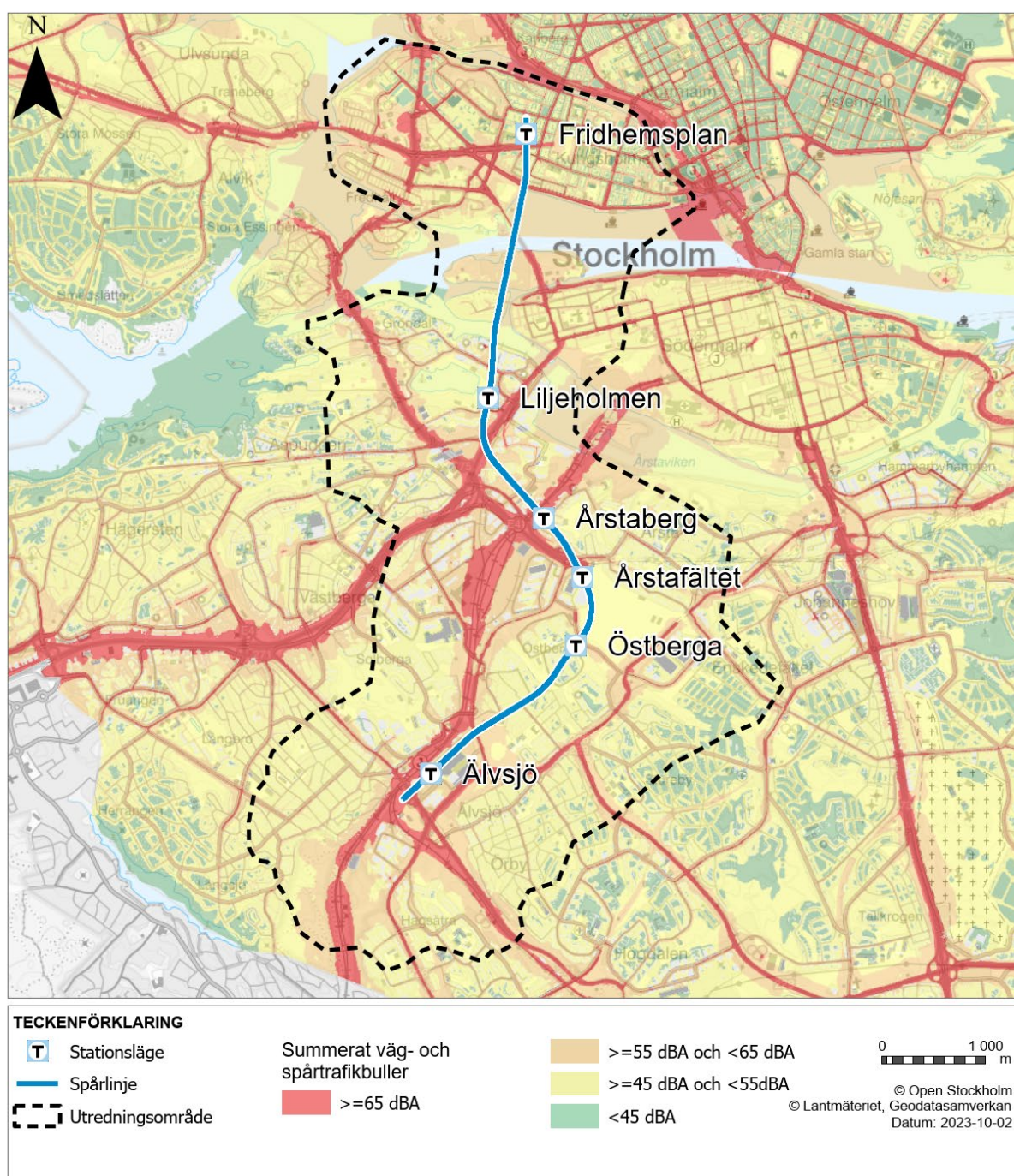
I områden där den planerade tunnelbanan planeras byggas, bor och vistas många människor. De norra delarna av utredningsområdet, kring Fridhemsplan, består av innerstad med flerbostadshus, vårdlokaler, skolor och verksamhetslokaler där befintliga bullerkällor främst består av lokalgator. Vid Liljeholmen finns förutom bostäder och verksamheter även förskoleverksamhet, vårdlokaler och parkområde. Vidare söderut domineras Årstaberg av infrastruktur samt bostäder och skolor.

Årstafältet är i dagsläget under uppbyggnad för blivande bostadsområde med i huvudsak bostäder i flerbostadshus samt skolor, förskolor och annan offentlig och kommersiell service. I området finns även befintliga flerbostadshus och skolor. Tunnelsträckningen fortsätter till Östberga där det

förekommer både flerfamiljshus, skolor och förskolor. Älvsjö domineras av både befintlig infrastruktur och verksamhetslokaler, bostäder, vårdlokaler och förskoleverksamhet.

Tillkommande luftburet buller kommer att uppstå vid arbeten ovan mark, till exempel vid etableringsytor i anslutning till kommande stationer och andra vertikala schakt men även där arbetstunnlar mynnar ovan jord om det blir aktuellt. Luftburet buller kommer även att uppstå vid transporter, som planeras ske på befintliga trafikerade vägar.

Ett buller upplevs som mer påtagligt i områden med låg bakgrundsnivå eller under nattetid då bakgrundsnivåerna är lägre. Sådana områden kan ses i Figur 32 som är en kartsammanställning av bakgrundsbuller i utredningsområdet. Den utgörs av bullerdata från befintliga vägar och järnvägar. Andra bullerkällor, exempelvis flygtrafik, ingår inte.



Figur 32. Befintligt luftburet buller (Bullernätverket, hämtat 2023-09-01).

Nedan beskrivs ett urval av dygnsekvivalenta ljudnivåer på närmast liggande fasader för områden där etableringsytor planeras enligt Figur 15 i avsnitt 3.1.

I nuläget kommer buller i området främst från vägtrafikbuller och högst ljudnivåer återfinns vid Fridhemsplan och Älvsjö gårdsväg med nivåer på mellan 60 och 70 dBA. Lägst bakgrundsnivåer återfinns vid Liljeholmen, mot Trekantsparken som i nuläget är relativt ostört av buller, med nivåer mellan 40 och 50 dBA. Vid övriga planerade etableringsytor ligger dygnsekvivalenta ljudnivåer på fasader mellan 50 och 65 dBA. Vid dessa områden har fasader vända bort från vägarna oftast en lägre ljudnivå mellan 45 och 55 dBA. De största bullerkällorna i dagsläget består av trafik på Drottningholmsvägen, Södertäljevägen, E4, Södra länken, Huddingevägen och befintlig stambana, Tvärbanan vars buller är mest påtaglig mellan Årsta och Älvsjö.

6 Bedömd omgivningspåverkan

Utbyggnaden av tunnelbanan kommer att innebära påverkan på miljön och medföra störningar, till exempel stomljud från tunneldrivningen, buller vid etableringsområden eller grundvattennivåsänkning vid inläckage av grundvatten. Då tunnelbanans utformning är under utredning beskrivs möjlig påverkan i detta skede. Konsekvenser kopplade till tunnelbanans utbyggnad kommer att beskrivas i den miljökonsekvensbeskrivning som tas fram till ansökan.

6.1 Påverkansområde för grundvatten

Omfattningen på vad som redovisas i detta samrådsunderlag begränsas av ett utredningsområde som redovisats i tidigare figurer. Inom detta område utreds hydrogeologiska, geologiska och geotekniska förhållanden för att kunna bedöma tunnelbanans påverkansområde.

Påverkansområde är i sin tur det område som kan påverkas till följd av vattenverksamheten så att en skada riskeras vid en grundvattennivåsänkning, förutsatt det inte genomförs några åtgärder.

Flera faktorer har betydelse för påverkansområdets storlek, bland annat inläckage av grundvatten till tunnelanläggningen, närområdets vattenbalans, topografi, den vattenförande förmågan i berggrund och jordlager samt tunnelns läge i förhållande till grundvattenytan. Slutligt påverkansområde beräknas när anläggningsutformning och byggmetoder är beslutade och presenteras i kommande ansökan.

Utredningsområdet är väl tilltaget och en påverkan ska inte kunna nå ut utanför detta område, det vill säga det mest konservativa påverkansområdet. Till ansökan kommer prognoser redovisas över hur tunnelbaneutbyggnaden kan komma att påverka grundvattenförhållandena i området. Beräkningar genomförs för avgränsade områden, exempelvis där bergtunnelavsnitt passerar under grundvattenmagasin i jord eller genom sprickzoner i berg. En samlad bedömning för hela området görs sedan baserad på de enskilda områdenas vattenbalanser. I korthet ska beräkningarna ge underlag till bedömning av följande:

- Påverkansområde, det vill säga området inom vilket det kan uppkomma grundvattennivåpåverkan så att en skada riskeras till följd av vattenverksamheten.
- Inläckage till tunnlar och jordschakt.
- Förväntad grundvattennivåsänkning i jord och berg.

Med TBM kommer det att bli relativt stor skillnad på grundvattenpåverkan under bygg- och drifttid. De största inläckagen med TBM uppstår under byggtiden innan tätningsarbetena slutförts. Detta är mest påtagligt vid passage av uppsprucket berg. En temporär påverkan uppstår innan betongsegmenten monterats och tätats mot urborrat berg. Den lining som betongsegmenten tillsammans utgör, bedöms vara tät omkring 150 till 200 meter bakom fronten på TBM när mellanrummet mellan berg och betongsegment har injekterats. Vid metoden TBM kan påverkansområdet delas upp på byggtid och drifttid, vilket inte skett i tidigare prövningar för tunnelbanan. Oavsett byggmetod gäller att ju snabbare framdriften av tunnelarbetena sker, desto kortare blir påverkan under byggtiden.

6.2 Grundvattenpåverkan

Tunnelbanan kommer att byggas ut under grundvattennivån i jord och berg. Det innebär att grundvatten kommer att läcka in i planerade tunnlar vilket medför sänkta grundvattennivåer. En grundvattennivåsänkning innebär normalt ingen skada. Det är i de fall en vidarepåverkan sker på ett undre magasin i jord där det finns grundvattenberoende anläggningar som en skada kan uppstå. Ett så lågt inläckage som möjligt till den planerade anläggningen är därför eftersträvarsvärt. Inläckage kan styras genom val i anläggningsutformning och byggmetoder.

Generellt kan en grundvattennivåsänkning medföra följande risker:

- Grundvattennivåsänkning i berg som påverkar vattennivån i en energibrunn kan medföra att brunnen får en lägre verkningsgrad.
- Avsänkning av grundvattennivåer i slutna magasin kan medföra påverkan på sättningsskänsliga lerlager som i sin tur kan leda till skador på byggnader, anläggningar och ledningar.
- Hus grundlagda på träpålar kan skadas genom syresättning om grundvattennivån i ett lokalt övre magasin avsänks.
- Träd och markvegetation utnyttjar främst markvatten, och det bedöms inte sannolikt att några naturvärden kommer att skadas av en grundvattennivåpåverkan. I vissa miljöer, till exempel sumpskogar, kan dock förändrade grundvattennivåer leda till en minskad tillgång på växttillgängligt vatten i rotzonen.

Där tunnlar går under större bergshöjder med bra bergkvalitet blir avsänkningen generellt liten och lokal. Energibrunnar kan dock påverkas om de står i kontakt med sprickor som passerar planerade tunnlar.

Där planerade tunnlar passerar genom svaghetszoner under jordtäckta dalgångar kan det förväntas bli något större inläckage och grundvattenpåverkan kan därför också större. Avsänkningen i berget förväntas inom dessa områden nå jordlagrens undre magasin. Sådana sänkor förekommer till exempel på Kungsholmen och vid Liseberg.

Inom flera områden förekommer det större sammanhängande grundvattenmagasin och berget genomkorsas av flera korsande svaghetszoner. Exempel på sådana områden är vid Älvsjö/Örby slott, Årstafältet och Liljeholmen. Inom dessa områden kan infiltration behöva utföras för att motverka skadliga grundvattennivåsänkningar.

Påverkan på grundvattnet kommer att vara större under byggtiden än i drifttiden. Spårtunnlar som anläggs med TBM kommer att påverka grundvattnet under byggtiden, men inte under drifttiden. Detta på grund av att anläggningen under drifttiden förväntas i stort sett vara tät. Tvärtunnlarna kommer inte att vara täta och därmed sker grundvattenpåverkan även under drifttid. Stationer och uppgångar kommer att påverka grundvattnet både under bygg- och drifttid, men påverkan blir större under byggtiden i de fall täta betongkonstruktioner anläggs vid uppgångarna inför drifttiden. Arbetstunnlar ger upphov till temporär grundvattensänkning. Vid metoden sänkschakt påverkas grundvattnet vid stationsläget både under bygg- och drifttiden. Med alternativet arbetstunnel blir det en mer omfattande grundvattenbortledning under byggtiden utöver det vertikala schaktet vid stationsläget från den tillkommande arbetstunneln.

6.3 Massor och grundvattenkvalitet

Risk för förorening finns i jord och grundvatten vid flertalet planerade stationsområden samt i närheten av studerade arbetstunnlar vid Fridhemsplan och Liljeholmen där schakt i jord kan bli aktuellt. Provtagning av jord pågår för närvarande för att underlätta klassificering av massor som behöver omhändertas. Hanteringen av förorenade massor ska följa gällande lagstiftning samt råd

eller förelägganden från tillsynsmyndighet. Provtagningen ger även information inför kommande riskbedömningar av förutsättningar för spridning av föroreningar till vatten.

Föroreningar i jord eller i grundvatten kan sprida sig vid ingrepp och sker antingen via ytliga flöden eller inläckande grundvatten. Majoriteten av utredningsområdet består av hårdgjorda ytor av betong, asfalt eller byggnader vilket minskar grundvattenbildningen. Spridningsförutsättningar av föroreningar i grundvattnet kan öka under byggnation då hårdgjorda ytor, lerlager och berg tas bort som till följd skapar nya spridningsvägar. Skyddsinfiltration utförs för att upprätthålla grundvattennivåer och utifrån förutsättningarna görs en riskbedömning inför installation av infiltrationsbrunnar. En jämförelse av kända föroreningar och potentiella infiltrationspunkter utförs för att begränsa en eventuell föroreningstransport i området. Vattenkvaliteten i grundvattenmagasinen utreds för att skapa en uppfattning om vattenkvaliteten på det inläckande vattnet och bedöma eventuellt reningsbehov.

Hantering av berg och massor utreds inom projektet då berggrunden kan innehålla höga halter av sulfider, som vid exponering av syre kan medföra att pH sjunker och tungmetaller frigörs. Eventuell förekomst av berg med högre halter sulfider undersöks längs tunnelbanesträckan och hur massorna bör hanteras utreds. I syfte att uppnå en cirkulär masshantering och minska miljökonsekvenser kopplat till masshantering har Regionen tagit fram preliminära bedömningsgrunder för sulfider i berg. Utredning och storskaliga tester pågår för att öka kunskapen om påverkan på avrinningsvatten från bergmassor med olika halter sulfider. Tidigare tunnelbaneprojekt har visat att det går att få till kortare transporter och lokal avsättning av entreprenadberg i fall där massor innehåller sulfider, om de hanteras ändamålsenligt. För fall där underlag visar att negativa miljöeffekter uteblir, kan bergmassor återanvändas fritt.

Tillförda fyllnadsmassor från andra områden kan innehålla föroreningar varför kontroll av massor krävs. Föroreningar kan också spridas till ytvatten via länshållningsvatten och dränvatten.

Efter byggnation av tunnelbanan bedöms mängden ytliga föroreningar i jord minska, då förorenade massor omhändertas och ersätts. Risker för mobilisering av föroreningar under byggtiden kan motverkas genom åtgärder som minskar grundvattensänkning, så som tätning av tunnlar samt infiltration av vatten för att upprätthålla grundvattennivåer. Med byggmetoden arbetstunnlar kan större mängd förorenade massor behöva hanteras.

6.4 Process- och länshållningsvatten

Länshållningsvattnet består under byggtiden av processvatten från tunneldrivning med TBM, från borra-spräng, inläckande grundvatten och regnvatten. Länshållningsvatten särskiljs mellan TBM och borra-spräng med olika system för vattenhantering.

6.4.1 Länshållning från borrhning och sprängning

Vid arbeten som innebär borrhning och sprängning planeras det länshållningsvatten som uppkommer att hanteras i lokala reningsanläggningar på närmast liggande etableringsyta. Då sprängmedel innehåller kväveföreningar som inte kan renas i de lokala reningsanläggningarna, kommer vattnet efter rening i de lokala reningsanläggningarna att avledas till spillvattennätet och de kommunala reningsverken för kväverening. Om stationer byggs med metoden arbetstunnel hanteras mer vatten totalt sett jämfört med sänkschaktsmetoden. Båda metoderna innebär länshållning med liknande omgivningspåverkan.

6.4.2 Länshållning från TBM

Det processvatten som TBM behöver under borrhningen består av kylvatten till TBM som cirkuleras och återanvänds samt vatten för sonderborrning, injektering, rengöring med mera. Det

länshållningsvatten som uppstår vid drivning av spårtunnlarna med TBM pumpas sedan från tunnelfronten i en ledning bakom maskinen hela vägen till etableringsytan i Älvsjö. Länshållningsvattnet behandlas där i en relativt stor, lokal reningsanläggning på etableringsytan. Efter den lokala reningsanläggningen, avleds vattnet till dagvattennätet och vidare till ytvattenrecipient då länshållningsvattnet inte bedöms ha förhöjd kvävehalt. Till skillnad från borra-spräng-metoden ger TBM-metoden inte upphov till kväveföreningar i länshållningsvattnet då sprängmedel inte används. Vid nyttjande av TBM förekommer sprängning endast vid anläggandet av tvärtunnlar som anläggs cirka var 300:e meter av spårtunnlarna samt där det blir sänkschakt eller arbetstunnel. En alternativ lösning till rening i Älvsjö är att hantera länshållningsvatten bakom TBM till närmaste bakomliggande station med en portabel reningsanläggning. Där det blir aktuellt studeras möjligheten att leda om vattnet från reningsanläggning till spillvattennätet, om kvävehalten skulle kräva det.

6.4.3 Dagvatten från etableringsytor

Dagvatten är regn- och smältvatten som rinner från ytor. Mängden dagvatten beror mest på mängden nederbörd som kommer. Generellt ska höjdsättning av etableringsområdena anordnas så att tillrinning av nederbördsvattnet till arbetstunnlar och sänkschakt minimeras. Eventuellt anläggs en ränna i arbetstunnelns mynning där dagvatten kan fångas upp för att i möjligaste mån förhindras från att komma ner i underliggande tunnel då det blir svårt att särskilja från inläckande grundvatten. Den nederbörd som faller på etableringsytorna ska rinna till dagvattenledningar. Vattnet går först via en oljeavskiljare innan påkopplingen till det kommunala dagvattennätet som leder vattnet vidare till ytvattenrecipient. Undantaget är etableringsytor med sänkschakt där utsprängda massor förvaras temporärt. Vatten från dessa ytor kan med anledning av förhöjda kvävehalter behöva avledas till spillvattennätet.

6.5 Kulturmiljö

Vid utbyggnaden av tunnelbanan kan kulturmiljövärden och fornlämningar påverkas dels genom fysiskt intrång av etableringsytor, arbetsvägar, sänkschakt och de delar av anläggningen som sticker upp ovan mark, dels genom buller, vibrationer och sättningar som kan ske via grundvattenavsänkning.

Sprängningsarbeten orsakar vibrationer som kan innebära risk för skador på byggnader. Vid sprängning i vissa områden finns risk för att kulturhistoriskt värdefullt material som fasta glasparter, stuckatur, kakelugnar och måleri kan komma att skadas, även om sådan risk bedöms som liten. Risk för vibrationsrelaterade skador på kulturbyggnader bedöms närapå obefintlig med TBM-metoden medan borra-spräng-metoden bedöms medföra mycket liten risk. Påverkan från vibrationer kopplat till byggmetoder för stationer skiljer sig åt. Ett vertikalt schakt vid stationsläget samt arbetstunnel kräver totalt sett fler sprängningar än metoden sänkschakt. Effekten av alstrade vibrationer på kulturmiljöobjekt bedöms dock som likvärdig med metoden sänkschakt. Utredning pågår av den vibrationspåverkan som kan uppstå av den nya tunnelbanan med åtgärdsplan kopplat till kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.

Förändringar i grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin kan medföra att eventuella fornlämningar med organiskt material eller kulturhistoriskt värdefulla byggnader, som grundlagts på träpålar, rustbäddar eller innehåller andra byggdelar kommer i kontakt med syre och utsätts för en ökad nedbrytning av trämaterial. Skador i form av sprickor kan då uppstå i byggnaders fasader, och i värre fall kan skador i bärande konstruktioner uppstå.

En hydrologisk utredning pågår för att ta fram ett påverkansområde för grundvattensänkning. Vilka kulturmiljöobjekt som kan påverkas av grundvattensänkning utreds. Vilka effekter eller

konsekvenser som det kan leda till kommer att redovisas i kommande miljökonsekvensbeskrivning.

De ytanspråk som tunnelbaneanläggningen gör ovan mark under byggtiden är permanenta men bedöms innebära små, lokala ingrepp i befintliga värden sett till hela anläggningens påverkan.

6.6 Buller, stomljud och vibrationer

Under byggtiden uppkommer störningar i form av luftburet buller, stomljud och vibrationer från olika arbeten. Störningarna kommer att variera i tid och styrka beroende på vilka arbeten som är aktuella. Vid drivning av spårtunnlarna förflyttas störningarna med fronten och berör därmed inte samma område under hela byggtiden.

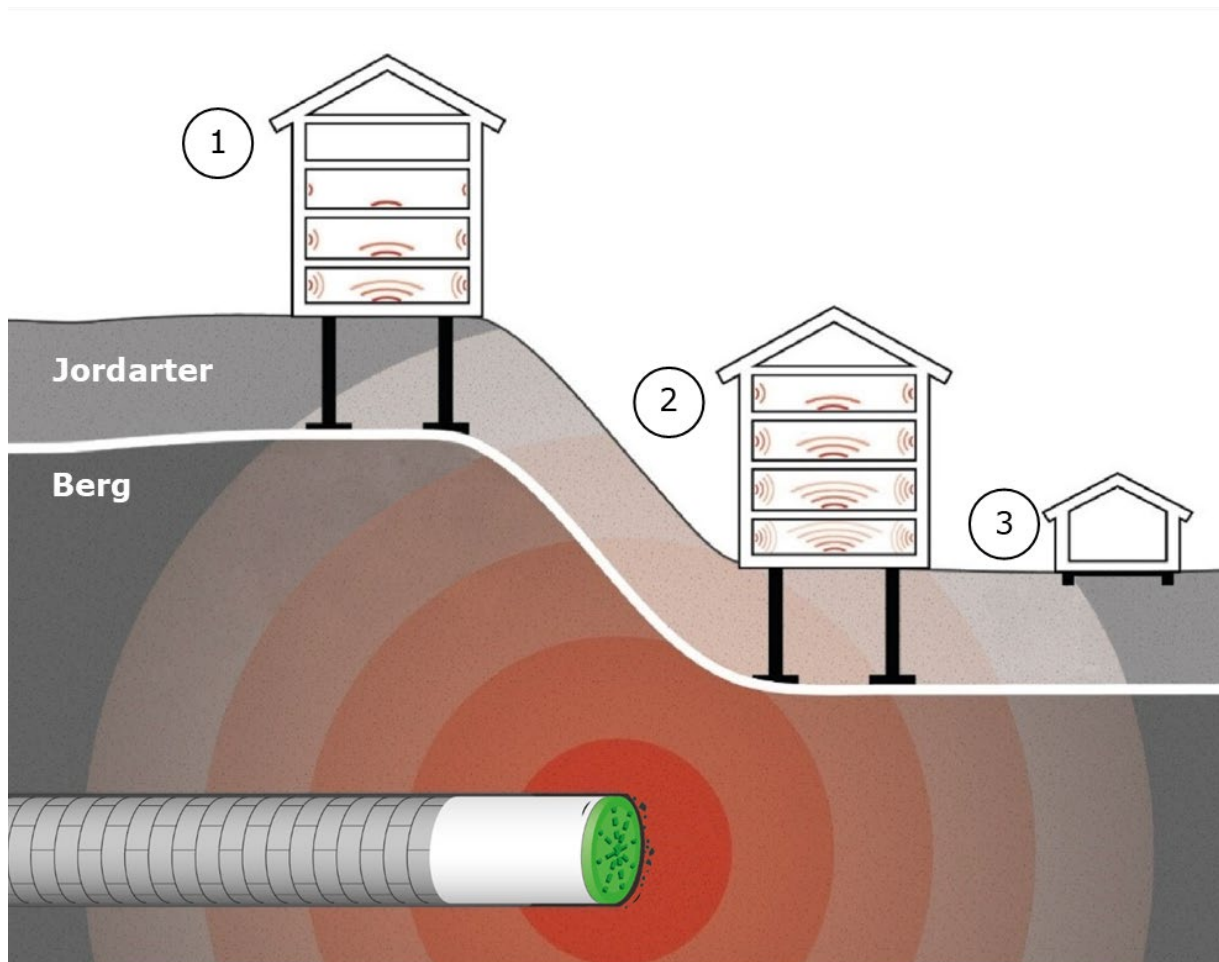
6.6.1 Stomljud

Stomljud uppstår vid borrhning i berg för TBM samt för arbetsmomenten borra-spräng gällande borrhning i berg, för injektering, sprängning och bergförstärkning. Andra arbeten som alstrar stomljud är drivning av vertikala luftutbytesschakt och brandgasschakt samt skrotning (bergrensning) av bergväggar och tak. Påverkan blir störst då avståndet till byggnader är som minst, vilket normalt är vid, sänkschakt, tunnelmynning till arbetstunnlar, stationsuppgångar eller vertikala schakt.

I byggnader som är grundlagda på berg eller som har pålar som vilar på berg dämpas stomljudet mindre än om grundläggningen vilar på morän eller andra jordarter. Det medför att risken för störningar är störst i byggnader som är grundlagda direkt på berg, se Figur 33.

Byggmetoden TBM, som planeras användas för tunneldrivningen, ger vid samma förutsättningar som byggmetoden borra-spräng (se nedan) upphov till stomljud som är cirka 15–20 dB högre. Resulterande stomljudsnivåer varierar dock beroende på avstånd mellan tunnelfront och byggnad samt geologiska förutsättningar. Med TBM möjliggörs en snabbare framdrift jämfört med borra-spräng, vilket innebär att även om stomljudsnivån riskerar att bli högre kommer den vara under en kortare tidsperiod. Stomljud från TBM och borra-spräng kommer att höras i berggrundlagda byggnader.

Byggmetoden borra-spräng som används för pågående tunnelbaneprojekt, innebär en långsammare framdrift än med TBM och därmed kan stomljudsnivåer förväntas uppkomma under en längre tidsperiod. Stomljud uppkommer främst i samband med injekteringsborrning, salvborrhning och sprängningar. Stomljud från sprängning är endast kortvarigt.



Figur 33. Principiell illustration över kopplingen mellan tunneldrivning med TBM och stomljud. Om en byggnad via sin grundläggning har direktkontakt med berget finns risk för stomljud i bostaden. Se faktaruta för vidare förklaring av grundläggningsexempel numrerade 1, 2 och 3.

Grundläggningsexempel för byggnader och kopplingen till stomljud

1. I byggnader på långa avstånd från tunneldrivningen blir stomljudsnivån låg. Även om byggnaden är grundlagd på berg.
2. I byggnader på korta avstånd från tunneldrivningen kan stomljud uppstå om byggnaden är grundlagd på berg.
3. Om byggnaden är grundlagd på jord (morän eller andra jordarter) är risk för stomljud i bostaden liten.

6.6.2 Luftburet buller

Luftburet ljud uppstår vid arbeten ovan mark, som exempelvis vid arbetstunnlar, etableringsytor och vertikala schakt, se avsnitt 2.2. Bergbörning, spontning, pålning, hantering av jord- och bergmassor samt transporter ger upphov till höga ljudnivåer. Omgivningspåverkan vid stationsläget skiljer sig åt mellan byggmetoderna sänkschakt och arbetstunnel. Framför allt kopplat till masshantering, transporter och sprängning.

Tunneldrivning med TBM möjliggör anläggande av sänkschakt i stället för arbetstunnlar vid majoriteten av de planerade stationslägena. Vid arbeten med sänkschakt kommer luftburet buller

uppstå under tiden den aktuella stationen anläggs. Ljudnivån från sprängningar är som högst i början vid arbeten för både sänkschakt och arbetstunnel vid marknivå men när arbetet förflyttas längre ner i schakten eller längre in i arbetstunneln minskar ljudnivån. Bullerpåverkan för närboende blir dock större vid sprängning av sänkschakt då stationslägena är i närheten av bebyggda områden.

Vid metod sänkschakt för stationer sker masshantering vid etableringsytan under tiden som stationen drivs ut under mark, vilket innebär luftburet buller under hela byggtiden. Masstransporterna vid sänkschakt sker med mindre lastbilar inom bebyggda områden vilket påverkar närboende. Vid arbetstunnel kan massorna hanteras inuti tunneln för vidaretransport med stora lastbilar som kan användas i områden med färre närboende. Vid sänkschakt kan fler närboende störas av luftburet ljud från ventilation än vid arbetstunnel. Sänkschakt har dessutom en längre byggtid än arbetstunnel vilket innebär att bullerpåverkan sker över en längre tid vid sänkschakt.

I Figur 15 redovisas de stationslägen där sänkschakt studeras och där arbeten ovan mark leder till att luftburet buller förväntas uppkomma under byggtiden.

6.6.3 Vibrationer

Tunneldrivning med TBM medför inte några vibrationer som kan uppfattas av människor eller som kan komma att orsaka skador på byggnader. Sprängningar för drivning av arbetstunnlar och tvärtunnlar samt vid anläggandet av sänkschakt ger upphov till vibrationer. Vid sprängningar uppkommer vibrationer i marken, som fortplantar sig som en våg. Vibrationerna är störst närmast sprängningen och dämpas med avståndet från källan. Vibrationer uppkommer också vid spontning och pålning. Sådana vibrationer är normalt mindre än vid sprängning. Större vibrationer kan orsaka sprickor i hus och anläggningar, samt påverka vibrationskänslig utrustning.

Under byggtiden uppkommer påverkan dels från sprängning, dels från spontning och pålning. För dessa arbeten finns standarder formulerade. *Svensk Standard, SS 460 48 66:2011 – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader* och *Svensk Standard, SS 02 52 11 – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning*. De svenska standarderna föreskriver ett arbetssätt som Region Stockholm avser att följa. Utöver detta har en åtgärdsplan (*Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader*), tagits fram i syfte att skydda kulturmiljöer och byggnader med särskilda kulturvärden. Där förekommer begreppen inventeringsområde och besiktningsområde. Inventeringsområdet omfattar de byggnader som utreds med avseende på vibrationer. Besiktningsområdet omfattar de byggnader som besiktigas före och efter vibrationsalstrande arbeten utförs. Både för inventeringsområdet och för besiktningsområdet har Region Stockholm valt att utöka dessa i förhållande till standarderna. Då det gäller besiktningsområdet föreskrivs i standarden:

- Byggnader grundlagda på berg ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 50 meter om var sida från tunnelbanan.
- Byggnader grundlagda på lera ska besiktigas inför sprängningsarbeten inom ett område på 100 meter om var sida från tunnelbanan.

Spontnings-, pålnings-, schaktnings- och packningsarbeten alstrar lägre vibrationer än sprängningsarbeten. Det är därför brukligt att begränsa inventeringsområdet till byggnader och konstruktioner på avstånd 20 – 50 meter från arbetena.

Erfarenheterna från större infrastrukturprojekt i Stockholmsområdet är att inventerings- och besiktningsområdet i de svenska standarderna är tillräckligt tilltagna vad avser risk för skador på byggnader och anläggningar. Däremot kan vibrationerna upplevas obehagliga och kännas av på stora avstånd även om det inte finns någon risk för skada på byggnader eller anläggningar. Detta

har medfört att inventeringsområdet valts till 150 meter i flera stora infrastrukturprojekt i Stockholm, vilket även Region Stockholm valt som avstånd i utbyggnaden av tunnelbanan. De avstånd som angetts ovan och även i fortsättningen, om inte annat anges, avser horisontella mått.

I det fortsatta arbetet kommer ett flertal utredningar avseende buller, stömljud och omgivningspåverkan tas fram.

6.7 Luftkvalitet

Miljökvalitetsnormer för luft används för att bedöma om risk för negativ hälsopåverkan föreligger med anledning av luftföroreningar och gäller som gränsvärden för utomhusluft där människor vistas, se Tabell 1 och Tabell 2.

Luftkvalitet följs även upp med utgångspunkt från miljökvalitetsmålet Frisk luft där partiklar och kvävedioxid bedöms vara relevanta för tunnelbaneutbyggnaden. Påverkan sker under byggtiden från sprängningar, damning, transporter och användning av arbetsmaskiner i områden med tunnelmynningar, transportvägar och sänkschakt. Riktvärdena nedan är framtagna med hänsyn till känsliga grupper. Barn och unga är särskilt känsliga för luftföroreningar. Vid Liljeholmen, Östberga och Älvsjö finns lekplatser, parker, skol- och bostadsgårdar och en idrottsplats inom 50 meter från etableringsytor kopplade till stationsläget eller arbetstunnel. Vid Fridhemsplan finns park och bostadsgårdar inom 100 meter. Vid dessa platser vistas barn och unga utomhus under delar av dagen. Inom 100 meter från planerade etableringsytor vid stationslägen eller arbetstunnel vid Liljeholmen, Årstaberg och Älvsjö återfinns även skolor, förskolor och daghem. På dessa platser vistas barn och unga under stora delar av dagen.

Tabell 1. Riktvärden för miljökvalitetsmålet Frisk luft för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10).

Miljökvalitetsmål	Timmedelvärde	Dygnsmedelvärde	Årsmedelvärde
NO ₂	60 µg/m ³		20 µg/m ³
PM10		30 µg/m ³	15 µg/m ³

Tabell 2. Miljökvalitetsnormer för utomhusluft för kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10).

Miljökvalitetsnormer	Timmedelvärde	Dygnsmedelvärde	Årsmedelvärde
NO ₂	90 µg/m ³	60 µg/m ³	40 µg/m ³
PM10		50 µg/m ³	40 µg/m ³

Faktorer som arbetsmoment, tunnellängd, trafikintensitet, fordonshastighet, spårunderlag, luftomsättning och eventuella bakgrundshalter som tillförs via ventilationssystemet, påverkar utsläppsmängden av luftföroreningar och partiklar. Sprängning är ett moment under byggtiden som ger upphov till spränggaser som innehåller kvävedioxid, NO₂. Spränggas ventileras ut med fläkt genom tunnelmynningen eller sänkschaktet, vilket innebär tillfällig risk för förhöjda kväveoxidhalter till utomhusluften. Vid TBM-metoden sker inga sprängningar och metoden ger således inte upphov till spränggaser. Där arbetstunnlar, tvärtunnlar och stationer planeras, kommer däremot sprängning att ske.

Vid genomförandet uppstår även risk för damning till luft från dammande ytor, transporter, lastning eller användning av arbetsmaskiner, som bidrar till en försämrad luftkvalitet under byggtiden. Förebyggande åtgärder mot damning är exempelvis att hårdgöra etableringsytan, spola

av ytor och fordon, använda miljövänliga dammbindningsmedel eller övertäckning av massor vid bortforslande. Vid metoden sänkschakt hanteras mindre mängder massor som kan damma, dock sker damning närmare bostäder än alternativet arbetstunnel. Tält kan behöva användas för att minska olika omgivningspåverkan från arbetena vid stationslägen vilket även kan skärma av dammande arbetsmoment.

Luftföroreningar uppstår även från transporter av massor. Antalet transporter och var transporterna utgår ifrån skiljer sig åt beroende på om det blir arbetstunnel eller sänkschakt vid en station. Vid tunneldrivning med TBM-metoden transporteras bergmassor via ett transportband från borrhuvudet i spårtunneln till etableringsområdet vid Älvsjö, för att sedan transporteras vidare med lastbil till mottagningsanläggningar eller projekt. Massor från arbetstunnlar transporteras med dumper och lastbil från närmaste arbetstunnel till en mottagningsanläggning. Om massor från stationsutrymmet i stället plockas ut genom sänkschaktet sker påverkan närmast stationsläget under en längre tid än arbetstunnel. Utsläppen från masstransporter kommer sannolikt att fördelas över ett stort geografiskt område. Dock kommer transporterna att ske på befintliga vägar i bebyggda områden med redan höga halter av luftföroreningar, vilket innebär att även om masstransporternas relativa haltbidrag till det större geografiska området skulle bedömas som litet kan påverkan blir desto större vid de vägar som belastas.

6.8 Jämförelse av alternativa byggmetoder

I detta avsnitt görs en jämförelse av omgivningspåverkan av alternativa byggmetoder som studeras. De byggmetoder som ännu inte beslutats om och innebär störst skillnader i omgivningspåverkan är byggande av stationer genom sänkschakt eller arbetstunnlar. I Tabell 3 nedan sammanfattas omgivningspåverkan från metoderna. Mer information om omgivningspåverkan finns under respektive miljöaspekt i Kapitel 6.

Tabell 3. Sammanfattande jämförelse av omgivningspåverkan av två olika byggmetoder för stationer. Större påverkan kan innebära större negativa effekter (-) eller likvärdig effekt (0) kopplat till olika miljöaspekter, i jämförelse med den andra byggmetoden.

Byggmetod	Sänkschakt	Arbetstunnel
Aspekt	Alternativbeskrivning	Alternativbeskrivning
Placering	Placering centralt vid stationsläget.	Placering med avstånd till stationsläget. En mindre yta vid stationsläget behövs dock för anläggandet av själva stationen.
Ytanspråk under byggtiden	Totalt ytanspråk cirka 5000 till 9000 m ² centralt vid stationsläget. Sänkschaktet kräver större ytor närmast stationsläget för kranuppställning och maskiner, men mindre ytor totalt sett.	Totalt ytanspråk cirka 6000 till 10 000 m ² . Kräver cirka 2000 till 3000 m ² etableringsyta vid stationsläget och 4000 till 7000 m ² intill arbetstunneln.
Byggmetod	Borrning och sprängning.	Borrning och sprängning.
Vertikalt schakt	Kräver cirka 600 m ² area för vertikalt schakt vid stationsläget som nyttjas under byggtiden med sänkschaktmetoden. Efter byggskedet innehåller schaktet hissar.	Kräver cirka 600 m ² area för vertikalt hiss schakt vid stationsläget.
Masshantering	Massor från vertikalt schakt och stationsutrymmet tas upp till etableringsytan. Mindre volym bergmassor hanteras i jämförelse med arbetstunnel.	Massor från vertikalschaktet, arbetstunneln och stationsutrymmet tas ut till etableringsytan vid arbetstunneln. Större volym bergmassor hanteras jämfört med sänkschakt.

Byggmetod	Sänkschakt	Arbetstunnel
Aspekt	Alternativbeskrivning	Alternativbeskrivning
Transporter	Transporter av material och maskiner krävs till och från stationsläget. Exempelvis kan växelpartiet transporteras via stationsläget och sänkschaktet. Transport av bergmassor genererar 40 till 65 lastbilstransporter per vecka i upp till 4 års tid. Fler transporter totalt sett eftersom mindre lastbilar måste användas närmast stationsläget på grund av att vägarna är trängre och klarar mindre vikt jämfört med de större trafiklederna. Transporterna sker i mer tätbebyggda områden i jämförelse med arbetstunnelmetoden.	Transporter av material och maskiner sker i huvudsak till och från etableringsytan vid arbetstunneln. Exempelvis kan växelpartiet transporteras via arbetstunneln. En mindre andel transporter sker till stationsläget för att bygga hissar och biljetthall. Transport av bergmassor genererar 40 till 130 lastbilstransporter per vecka i upp till 3 år i anslutning till arbetstunneln. Etableringsytorna ligger nära större trafikleder med plats för större och tyngre transporter.
Byggtid	Mer intensiv användning av etableringsytan vid stationsläget under hela byggtiden.	Mindre intensiv användning av etableringsytan vid stationsläget och kortare tid för nyttjandet av ytan. Etableringsytan för arbetstunneln krävs under hela byggtiden, dock mest intensivt under cirka tre år.
Drifftid	Sänkschaktet återanvänds under drifftiden som hisschakt (sänkschaktet är i samma läge som kommande hisschakt för stationen).	Arbetstunnlar kommer efter byggskedet att pluggas och vattenfyllas då de inte används under drifftiden (gäller inte Fridhemsplan).
Grundvattenpåverkan	Grundvattnet påverkas både under bygg- och drifftiden på grund av det vertikala schaktet.	Större påverkan (-) Tillkommande grundvattenbortledning under byggtiden för arbetstunneln. Mer omfattande grundvattenbortledning.
Förorenade massor och grundvattenkvalitet	Risk för förorening finns i jord och grundvatten vid flertalet planerade etableringsytor för sänkschakt.	Större påverkan (-) Större totalt ytanspråk då ytor behövs både vid stationsläget och vid arbetstunnelmynning. Risk för hantering av större mängd förorenade massor under byggskedet.
Buller (luftburet buller)	Större påverkan (-) Buller från sprängning är som högst i början av arbetena på ytan men när arbetet förflyttas längre ner i sänkschaktet minskar ljudnivån från sprängningar vid stationsläget. Vid metod sänkschakt för stationer sker masshantering vid etableringsytan under tiden som stationen drivs ut, vilket genererar luftburet buller. Mer buller från transporter då mindre lastbilar måste användas närmast sänkschaktet för att få ut massor. Fler närboende som kan störas både av buller från transporter, masshantering samt av buller från ventilation. Längre byggtid ger risk för bullerpåverkan under längre tid än arbetstunnel.	I inledningen av tunnelarbetena sker sprängning vid arbetstunnelmynningen vid marknivå. När drivningen av arbetstunneln kommit en bit minskar ljudnivån. Lastning av massor sker inne i tunneln vilket innebär mindre bullerpåverkan från masshantering. Påverkan sker i områden med få bostäder, vilket innebär färre störningar. Mindre buller från transporter då större lastbilar kan användas i områden med färre närboende. Dock transporteras större volymer bergmassor. Färre som påverkas av buller från transporter, masshantering samt ventilation. Kortare byggtid ger bullerpåverkan under kortare tid än sänkschakt.

Byggmetod	Sänkschakt	Arbetstunnel
Aspekt	Alternativbeskrivning	Alternativbeskrivning
Vibrationer	Sprängningsarbeten för sänkschakt ger upphov till vibrationer.	Större påverkan (-) Ett vertikalt schakt vid stationsläget samt arbetstunnel kräver totalt sett fler sprängningar som ger upphov till vibrationer.
Stomljud	Stomljudsallstrande arbeten vid sänkschakt är skrotning (bergrensning) av bergväggar. Påverkan blir störst då avståndet till byggnader är som minst.	Större påverkan (-) Ett vertikalt schakt vid stationsläget samt arbetstunnel innebär risk för stomljud inom ett större geografiskt område, vilket kan påverka fler människor.
Kulturmiljö	Sprängningsarbeten för sänkschakt orsakar vibrationer som kan innebära risk för skador på kulturhistoriskt värdefulla material och byggnader. Risken bedöms som liten.	Större påverkan (-) likvärdig effekt (0) Ett vertikalt schakt vid stationsläget samt arbetstunnel kräver totalt sett fler sprängningar. Effekten av alstrade vibrationer på kulturmiljöobjekt bedöms som likvärdig med metoden sänkschakt.
Ytvatten	Kräver hantering av sprängda massor samt lösningar för process- och dagvatten vid etableringsytan.	Större påverkan (-) likvärdig effekt (0) Mer vatten hanteras totalt sett, då en tillkommande arbetstunnel ger upphov till inläckande vatten. Kräver samma typ av hantering av massor och vatten som kan påverka ytvatten som alternativet sänkschakt.
Luftkvalitet	Större påverkan (-) Påverkan sker under byggtiden från sprängningar, transporter och användning av arbetsmaskiner. Fler transporter än arbetstunnel. Mindre mängd massor hanteras som kan damma, dock sker damning närmare bostäder. Spränggaser ventileras från sprängningar med närhet till bostäder. Ventilation kan styras och beror på när sprängningsarbeten utförs. Påverkan på luftkvalitet sker under större delen av byggtiden. Sänkschakt innebär en längre byggtid än arbetstunnel vid stationsläget.	Färre transporter än sänkschakt. Transportarbetet sker längre från bostäder. Större mängd massor hanteras som kan damma, dock sker damning längre från bostäder och omlastning sker i arbetstunnel. Spränggaser ventileras från sprängningar genom arbetstunnelmynningen där färre människor berörs. Ventilationen kan styras och beror på när sprängningsarbeten utförs. Påverkan på luftkvalitet sker under en kortare tid.
Sammanfattning	Sänkschakt medför en mindre grundvattenpåverkan under byggtiden och risker kopplat till markföroreningar är mindre än för arbetstunnlar. Vibrationer och stomljud påverkar ett mindre geografiskt område än alternativet med arbetstunnel. Alternativet har större påverkan avseende buller och luftföroreningar, och fler transporter påverkar områden med fler närboende. I övrigt har alternativen likvärdiga effekter.	Med arbetstunnel är det möjligt att placera störande verksamheter som genererar buller och luftföroreningar längre från områden med bostäder eller verksamheter där många människor bor eller vistas. Med arbetstunnel krävs mer grundvattenbortledning under byggtiden och risker kopplat till föroreningar är större. Större geografisk påverkan från vibrationer och stomljud. I övrigt har alternativen likvärdiga effekter.

7 Kontroll och åtgärder

7.1 Planerade kontroller

Innan byggstart kommer kontrollprogram att upprättas för att säkerställa kontroll och uppföljning av vattenverksamheten och den påverkan som kan uppkomma i omgivningen.

Kontrollprogrammen beskriver vilka kontroller som ska utföras, när åtgärder ska vidtas och hur resultat ska redovisas och kommuniceras med tillsynsmyndigheterna. Under byggtiden kommer bland annat följande kontroller utföras:

- Mätning av grundvattennivåer
- Mätning av inläckage till bergtunnlar och schakt
- Mätning av sättningar i byggnader, anläggningar och mark
- Kvalitetskontroll av länshållningsvatten
- Mätning av luftburet buller och stomljud
- Mätning av vibrationer

7.2 Åtgärder

Parallellt med utrednings- och projekteringsarbetet sker arbete med att studera åtgärder för att begränsa störningar och minska miljöpåverkan. Då arbetet med den nya tunnelbanan är i ett tidigt skede är arbetet med åtgärder inte klart. Nedan beskrivs möjliga åtgärdskoncept som kan bli aktuella i det vidare arbetet med tunnelbanan.

7.2.1 Tätning

7.2.1.1 Betongsegment (lining vid TBM)

Längs med spårtunnlarna kommer betongsegment installeras och tunnlar blir därför täta. Under drivningen kommer ett utrymme att skapas mellan betongsegment och berget. Det innebär att en dränering sker längs tunnlar och vattnet kommer ut i borrhjulen. Därför studeras att anlägga strömningsavskärande fyllning i form av expanderbar säck som pumpas upp med cementbaserat bruk vilket skapar en barriär mellan betongsegment och berg. Det leder till att tunnlar sektionvis blir täta.

7.2.1.2 Injektering

För arbetstunnlar, stationsutrymmen och tvärtunnlar som inte förses med täta betongsegment, är utgångspunkten att tätningen i första hand ska utföras med konventionell cementinjektering. Injektering utförs som förinjektering som anpassas till de geologiska och hydrogeologiska förhållandena. Om förinjektering inte fungerar tillräckligt bra kan efterinjektering behöva utföras. Injektering kommer i viss mån kunna utföras från TBM om behovet av extra tätning uppkommer vid tunneldrivningen.

7.2.1.3 Tätning av öppna schakt i jord

Åtgärder för tätning av schakt i jord under byggtiden ska utgå från konventionella byggmetoder. Utgångspunkten är att tillfälliga stödkonstruktioner som behövs under byggtiden ska vara täta. Detta kommer emellertid inte att kunna uppnås på alla platser, vilket leder till andra åtgärder, som exempelvis infiltration, kan behöva utföras.

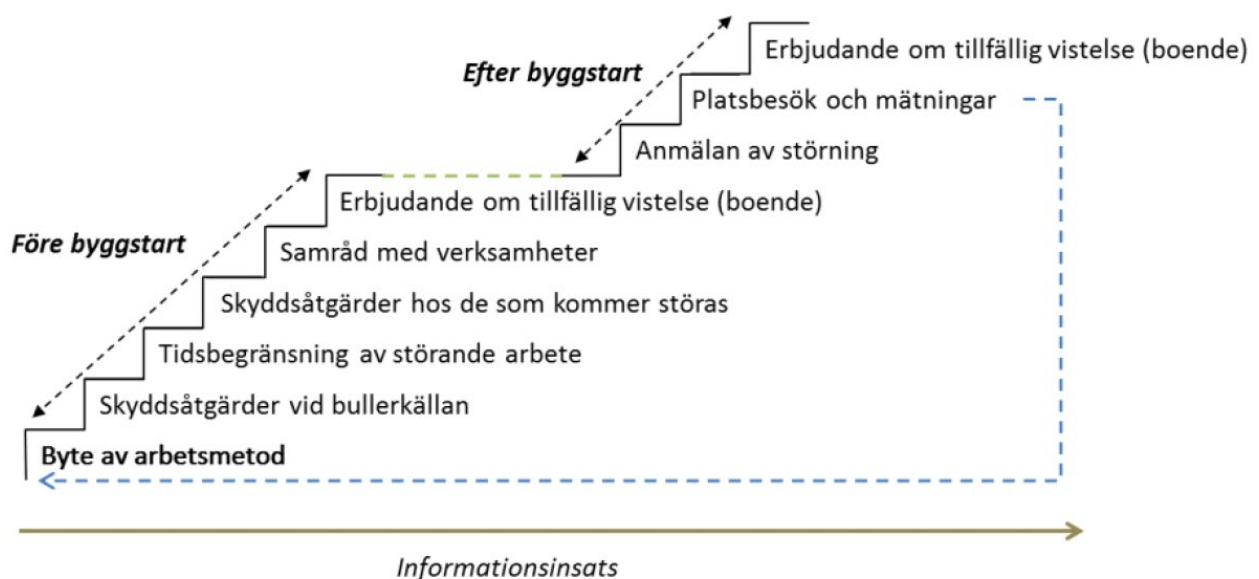
7.2.2 Skyddsinfiltration

För att undvika grundvattennivåsänkningar längs planerad tunnellinje kan skyddsinfiltration utföras vid grundvattennivåkänsliga objekt inom påverkansområdet. För varje skyddsobjekt kommer det att finnas mätpunkter för grundvattennivå. Till dessa mätpunkter tas det fram åtgärdsnivåer, som används för att styra när och i vilken omfattning infiltration eller andra skyddsåtgärder behöver ske. Infiltrationen utförs under byggtiden huvudsakligen i jord med vatten från kommunala ledningsnätet. Infiltration kan även behöva ske utanför temporära stödkonstruktioner, för att motverka grundvattennivåsänkningar från öppna schakt. Principen för infiltration planeras vara samma som för övriga tunnelbaneprojekt. Erfarenheter visar att grundvattenpåverkan inom dessa projekt effektivt har motverkats med infiltration.

Inom projekt tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö har tre infiltrationstester utförts där man tillför vatten till det undre grundvattenmagasinet. Ett test är gjort i villaområdet i Långbro, ett vid bostadsområdet vid Älvsjö station och ett vid Älvsjö grusplan. Testerna visar på goda förhållanden för skyddsinfiltration för att kunna upprätthålla grundvattennivån i det undre magasinet. Ytterligare infiltrationstester planeras i Örby slott, Liseberg och Enskedefältet. Provpumpning i jord planeras att utföras vid Årstafältet.

7.2.3 Bullerskyddåtgärder

För de bullerstörningar som uppkommer under byggtiden har en åtgärdsstrategi tagits fram, vilken illustreras i Figur 34.



Figur 34. Åtgärdsstrategi kopplat till buller.

Löpande inför och under byggtiden utförs informationsaktiviteter för att hålla de som kan komma att beröras av bullerstörningar informerade och uppdaterade om planerade arbeten. Om ställda ljudkrav inte kan innehållas görs en avvägning av huruvida arbetet kan genomföras med en mindre störande metod. Det kan till exempel vara vibrering av spont i stället för traditionell spontslagning, ändrad placering av maskiner eller användning av två små maskiner i stället för en stor. Om byte av arbetsmetod inte är möjligt eller tillräckligt kan bullerdämpande åtgärder genomföras vid källan. Exempel på en sådan åtgärd är att installera stationära eller mobila bullerskärmar. Vissa arbetsmoment som till exempel spontning och pålning är trots bullerdämpande åtgärder svåra att utföra utan att höga ljudnivåer uppstår. En metod att minska störningarna kan då vara att begränsa eller ändra tiden för arbetet.

Där ljudnivån inomhus beräknas bli störande mer än tillfälligt kan det bli aktuellt att utföra skyddsåtgärder hos mottagaren. De kan till exempel bestå i fasadåtgärder, vilka ska genomföras så tidigt som möjligt för att maximera nyttan av åtgärden. Sovrum, rum för daglig samvaro samt kontorslokaler prioriteras. Störningar från stomljud kan i princip inte lösas med åtgärder hos mottagaren.

Om störningsbegränsande åtgärder inte är tekniskt möjliga eller inte är ekonomiskt rimliga erbjuds möjlighet till tillfällig vistelse för de boende som förväntas bli utsatta för nivåer över uppsatta villkor för ljud under en kortare period. Om störningarna förväntas pågå under en längre period erbjuds tillfälligt boende. Tillfälligt boende erbjuds de berörda i god tid innan de störande arbetena påbörjas. De berörda identifieras utifrån en beräkning av förväntade bullernivåer och de störande arbetenas varaktighet. Om ansatta vibrationskrav överskrids genomförs en utredning av anledningen till detta. I förekommande fall utförs vibrationsdämpande åtgärder, till exempel förändrad sprängningsplan inför kommande sprängningar.

Om risk finns att överskridandet orsakat skada genomförs extra besiktningar, framför allt på kulturklassade byggnader. Innan byggstart genomförs möten med verksamhetsutövare i närområdet för att diskutera samordning mellan byggarbetena och verksamheten. Syftet med dessa möten är att utbyta information så att skadan som bygget kan orsaka verksamheten minimeras. I samband med detta inventeras eventuella buller- eller vibrationskänsliga utrustningar och objekt som ingår i verksamheten. Mötena sker i första hand med företag som är särskilt känsliga mot buller och vibrationer samt med representanter för känsliga ändamål såsom kyrkor, vård- och undervisningsverksamheter.

8 Miljökonsekvensbeskrivningen innehåll och omfattning

Miljöpåverkan och utförda samråd beskrivs i en miljökonsekvensbeskrivning, som bifogas ansökan till mark- och miljödomstolen. Innehållet i MKB:n kommer att omfatta grundvattenpåverkan, påverkan från utsläpp till vatten, störningar under byggtiden och indirekta konsekvenser av verksamheten. MKB:n kommer att omfatta följande avsnitt:

- Icketeknisk sammanfattning
- Planeringsunderlag, såsom andra miljödomar och planer
- Beskrivning av området
- Beskrivning av utbyggnaden av tunnelbanan
- Studerade alternativ samt nollalternativ
- Konsekvenser av grundvattenbortledning
- Övriga miljökonsekvenser under byggtiden (såsom buller och stomljud)
- Indirekta konsekvenser av sökt verksamhet
- Skadeförebyggande åtgärder
- Samlad bedömning
- Miljömål
- Kontrollprogram
- Samråd
- Referenser

Region Stockholm ska utifrån en politisk överenskommelse med Stockholms stad och staten planera för och bygga en ny tunnelbanelinje från Fridhemsplan till Älvsjö via Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet och Östberga. Nu pågår samråd för miljöprövning, järnvägsplan och detaljplan.

Syftet med samrådet är att hämta in synpunkter om utformningen och lokaliseringen av den nya tunnelbanelinjens tunnlar, stationer och uppgångar. Syftet är också att samråda om den miljöpåverkan som kan uppkomma under både byggnationerna och när tunnelbanan är klar.