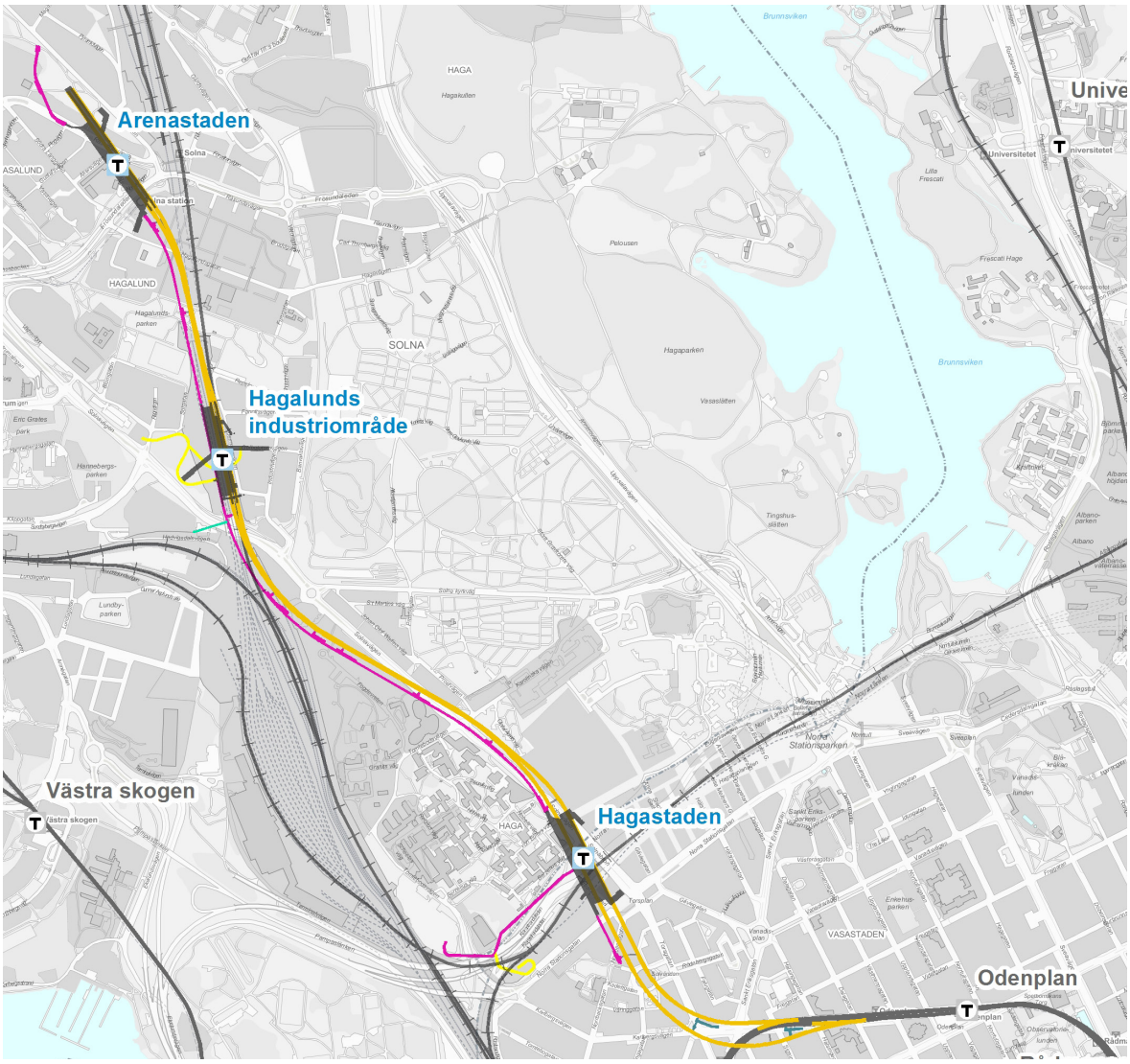
Miljökonsekvens-beskrivning

Järnvägsplan gällande utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden
Granskningshandling 2017-03-01
Reviderad 2018-05-25



Stockholms läns landsting

Titel: Miljökonsekvensbeskrivning tillhörande järnvägsplan tunnelbana till Arenastaden
Konsult: WSP Sverige AB
Blockledare: Henric Sandborg, WSP Sverige AB
Projektchef: Malin Harders, FUT
Bilder & illustrationer: FUT, WSP och &R om inte annat anges
Dokumentid: 3320-M31-22-03001
Diarienummer: FUT 2017-0090
Utgivningsdatum: Granskningshandling 2017-03-01. Reviderad 2018-05-25
Distributör: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana
Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan@sll.se

Sammanfattning

Stockholms snabba tillväxt måste mötas på ett hållbart sätt och tillgodose de ökade behoven av fler bostäder och arbetsplatser. Tillväxten ökar även trängseln i stadens infrastruktur och genom att bygga ut tunnelbanan skapas ett energieffektivt transportmedel som tar lite yta i anspråk.

För att möta behoven träffades en överenskommelse mellan regeringen, Stockholms stad, Solna stad, Nacka kommun och Järfälla kommun samt Stockholms läns landsting om en utbyggnad av tre tunnelbanelinjer och sammanlagt 78 000 bostäder i de tre kommunerna, den så kallade Stockholmsöverenskommelsen.

De tre tunnelbaneutbyggnaderna är:

- Utbyggnad av tunnelbana till Nacka och Gullmarsplan/Söderort
- Utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden via Hagastaden
- Utbyggnad av tunnelbana från Akalla till Barkarby station

Detta dokument utgör miljökonsekvensbeskrivningen tillhörande järnvägsplanen för en ny tunnelbanelinje till Arenastaden, den Gula linjen, se figur på nästa sida. Den nya tunnelbanelinjen är cirka fyra kilometer lång och sträcker sig mellan Grön tunnelbanelinje, väster om Odenplan, och Arenastaden. På sträckan mellan Grön linje och Hagastaden kommer spåren att förläggas i två enkelspårstunnlar. Mellan Hagastaden och Arenastaden byggs tunnelbanan som en dubbelspårstunnel med intilliggande servicetunnel. Längs sträckan planeras för tre nya underjordiska tunnelbanestationer: Hagastaden, Hagalunds industriområde och Arenastaden. På sikt kan tunnelbanan komma att förlängas norrut.

Den nya tunnelbaneanläggningen innehåller flera tekniska system för drift, ventilation och hantering av vatten. Dessa inryms under jord. Entréer, utrymningsvägar, brandgasschakt, ventilationstorn och tryckutjämningsschakt kräver byggnader ovan mark.

De detaljplaneändringar som krävs för tunnelbaneutbyggnaden sker samordnat med järnvägsplanen varför såväl miljökonsekvensbeskrivning som samråd är gemensamma.

Länsstyrelsen har bedömt att projektets genomförande kan medföra betydande miljöpåverkan. Nedan sammanfattas de väsentligaste miljökonsekvenserna av projektet. Bokstäverna i texten hänvisar till kartan på sidan 5.

Driftskedets konsekvenser

Mark och vatten

Projektet kommer att medföra en påverkan på både yt- och grundvatten.

Ytvatten - Under driftskedet kommer grundvatten att läcka in i tunneln, så kallat dränvatten. Dränvattnet kommer troligtvis att vara relativt rent. Undantag utgörs av området kring Arenastaden där provtagning visar på höga halter av klorerade lösningsmedel i grundvattnet.

Utan skyddsåtgärder bedöms det samlade utsläppet av förorenat dränvatten från spårtunnlarna medföra måttliga negativa konsekvenser för recipienten Ulvsundasjön. Med vidtagna skyddsåtgärder för dränvatten, det vill säga med ett VA-system med reningsanläggning samt separat anläggning för rening av dränvatten från Arenastaden, bedöms de samlade konsekvenserna på Ulvsundasjön vara små negativa eller inga.

Utbyggnaden av Gul linje bedöms inte försämra Ulvsundasjöns kemiska och ekologiska status eller statusen på dess underliggande kvalitetsfaktorer. Planförslaget bedöms således inte påverka möjligheten att följa miljökvalitetsnormerna för recipienten Ulvsundasjön.

Utöver dränvattnets påverkan på recipienten finns det, vid händelse av brand, även en risk för negativ påverkan till följd av utsläpp av släckvatten. Om släckvatten släpps ut direkt till recipient bedöms detta få omfattande negativa konsekvenser för recipienten. I de fall släckvattnet samlas upp och hanteras separat blir det inga negativa konsekvenser för vald recipient.

Grundvatten - Byggandet av tunnlar och ovanmarksanläggningar kommer att medföra grundvattensänkningar under byggskedet. Trots att tunnlarna tätas kan en viss permanent sänkning av grundvattennivån kvarstå under driftskedet. Utan skyddsåtgärder för grundvatten bedöms det finnas en risk för sänkning av grundvattennivån i berg och jord. Om det sker en stor sänkning av grundvattennivån bedöms det kunna leda till negativa konsekvenser för energibrunnar samt stora skador på ledningar, byggnader och anläggningar inom sättningskänsliga leromården och hus grundlagda på träpålar. En permanent grundvattensänkning skulle ge måttliga negativa konsekvenser. Det är i dagsläget osäkert om och i vilken omfattning som det kommer att behövas skyddsinfiltration. I det fall det finns ett behov av skyddsinfiltration, och denna åtgärd tillämpas, bedöms de negativa konsekvenserna vad gäller grundvatten endast bli små.

Projektets påverkan på både grund- och ytvatten samt skyddsåtgärder för att undvika negativa konsekvenser kommer att beskrivas i tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB. Villkor för att undvika negativ påverkan kommer att läggas fast i miljödomen för vattenverksamheten och förutsätts vara tillräckliga för att undvika permanenta skador till följd av påverkan på yt- och grundvatten.

Kulturmiljö och stadsbild

Planförslaget innebär att två byggnader för utrymning byggs inom riksintresset för kulturmiljövården *Stockholms innerstad med Djurgården*. Båda är placerade vid Karlbergsvägen som är en gatumiljö som representerar en av riksintressets värdekärnor (1800-talets stadsplanestruktur). En av byggnaderna ligger även inom värdekärnan Röda Bergen. De två byggnaderna bedöms förändra stadsbilden och den kulturhistoriska karaktären på en del av Karlbergsvägen, varför deras tillkomst bedöms få negativa konsekvenser för kulturmiljön.

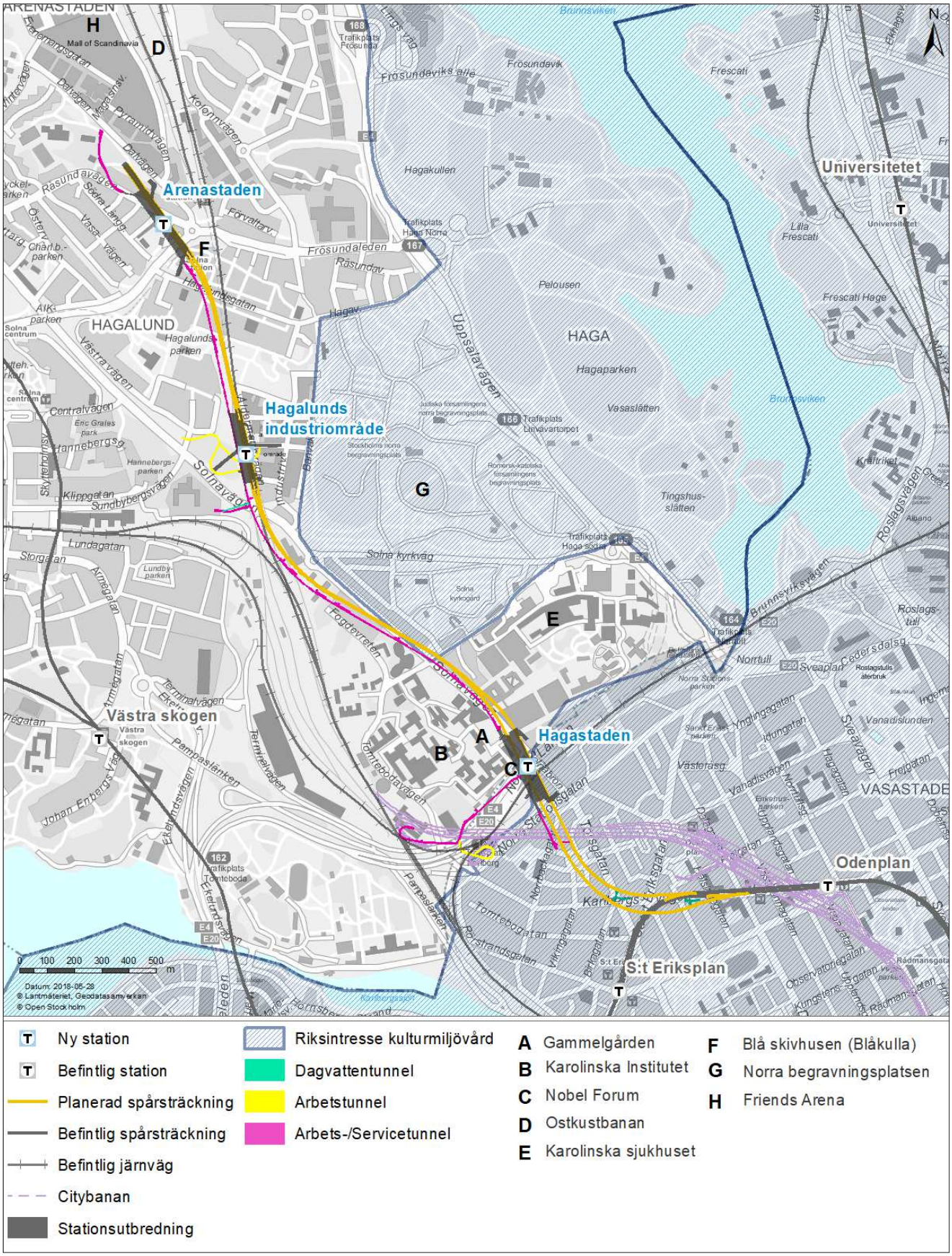
I Hagastaden bedöms stationsentrén vid Karolinska Institutet medföra negativa konsekvenser för byggnadsminnet Gammelgården (A). Detta dels då entrén gör ett fysiskt intrång i trädgården tillhörande byggnadsminnet, dels eftersom en mindre del av den mur som finns på norra sidan av infarten till Karolinska Institutet (B), och som utgör en visuell avgränsning av byggnadsminnet, försvinner.

Det tryckutjämningsschakt som placeras framför Nobel Forum (C) bedöms, tillsammans med den nya stationsentrén, medföra mindre visuella och fysiska intrång i Nobel Forums omgivning.

Den södra stationsentrén till Arenastaden (Hagalundsgatan) bedöms förminska upplevelsen av de kulturhistoriskt värdefulla blå skivhusen i norra Hagalund (F). Genom arkitektoniska detaljstudier kan de negativa konsekvenserna begränsas.

De negativa konsekvenserna för kulturmiljön av de nya strukturerna ovan mark bedöms sammantaget som små till måttliga jämfört med nuläget.

Själva byggandet av tunnelbanan kan medföra påverkan på grundvatten som indirekt kan påverka kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. Det finns även en risk att en fornlämning påverkas av en grundvattensänkning vilket kan medföra att kulturlämningar går förlorade. Med åtgärder, exempelvis skyddsinfiltration kan negativa konsekvenser undvikas. Det kommer att upprättas åtgärdsprogram för vibrationer och kontrollprogram för grundvatten för att minimera risken för skador. Risken för att det uppstår skador bedöms som liten men om de likväl uppstår kommer de så långt som möjligt begränsas och åtgärdas. Vissa kulturhistoriska värden går dock inte att återskapa varför bestående skador efter byggskedet inte helt kan uteslutas.



Figur 0. Sträckning och stationslägen för tunnelbanan till Arenastaden.

Naturmiljö

Inga av de naturvärden som finns vid Odenplan kommer att påverkas av projektet, varken under driftskedet eller som en konsekvens av byggskedet. Byggandet av de två utrymningsvägarna på Karlbergsvägen innebär att två träd i de biotopskyddade alléer som finns utmed vägen kommer att behöva avverkas. Detta bedöms inte få några betydande konsekvenser för alléernas funktion som spridningskorridor.

Fyra träd söder om Karolinska Institutets entré framför Nobel Forum (C), kommer att behöva avverkas. Norr om entrén kommer ytterligare sju relativt små träd behöva avverkas. Detta bedöms inte medföra några betydande konsekvenser för områdets biologiska värden.

I Hagalund kommer arbets- och etableringsytor samt stationsentrén på den västra sidan om Ostkustbanan att orsaka intrång i ett grönområde som har klass 2 Högt naturvärde. Elva träd med höga värden behöver avverkas. De tallar som berörs har antingen tallticka eller reliktbock (spår av), vilka båda är rödlistade och har *mycket högt signalvärde*. Intrånget i grönområdet bedöms få negativa konsekvenser för den biologiska mångfalden i området. Då grönområdet utgör en spridningsväg för framförallt skogsfåglar, kan de skador som uppstår på grönytan även få konsekvenser på en större skala.

Vid Haglaund kommer även två skogslönnar i en allé längs Solnavägen samt ett antal popplar behöva tas ned. Träden har inga högre värden men framför allt lönnarna i allé bör ersättas. På den östra sidan av Ostkustbanan behöver 10-15 mindre träd, de flesta björkar, tas ned för att ge plats åt ett etableringsområde. Inte heller dessa träd har några höga naturvärden.

För att bygga arbets-/servicetunneln vid Dalvägen, och för att ge plats åt en etableringsyta, behöver tre ekar tas ned. Två av dessa är klassade som *särskilt skyddsvärda*. Den förlust av tre ekar som sker bedöms därför få negativa konsekvenser för den biologiska mångfalden.

Inga negativa konsekvenser på naturområden bedöms ske till följd av eventuell påverkan på grundvattnet. Utan åtgärder och försiktighetsmått bedöms de negativa konsekvenserna för naturmiljön sammantaget vara måttliga-stora jämfört med nuläget. Med åtgärder såsom återplantering och kvarlämnande av död ved kan dessa konsekvenser mildras.

Utan åtgärder och försiktighetsmått bedöms de negativa konsekvenserna för naturmiljön sammantaget vara måttliga-stora negativa jämfört med nuläget.

Rekreation

En ny station i Hagastaden och i Hagalunds industriområde innebär att tillgängligheten till Norra begravningsplatsen (G) ökar jämfört med idag. Stationen i Arenastaden kommer öka tillgängligheten till Friends Arena (H).

Den delar av grönområdena vid Hagalund respektive Dalvägen som tas i anspråk under byggskedet kommer så långt som möjligt att återställas. Då inte alla de naturvärden som går förlorade går att återställa, bedöms Gul linje få negativa konsekvenser för dessa områdens rekreativa värden, om än relativt begränsade. Mynningen tillhörande arbets-/servicetunneln vid Dalvägen kommer dessutom att visuellt kvarstå, vilket bedöms försämra parkens rekreativa kvaliteter något.

Planförslaget bedöms sammantaget medföra såväl små negativa som små positiva konsekvenser för rekreation jämfört med nuläget.

Luftkvalitet

Planförslaget bedöms medföra att människor som bor längs eller vistas i närheten av Odengatan, Karlbergsvägen, Torsgatan och Solnavägen får något lägre exponering för trafikrelaterade luftföroreningar jämfört med en framtida situation utan tunnelbana. Detta gäller under förutsättning att det utrymme som följer av minskad busstrafik inte fylls upp av annan trafik.

Tunnelbaneresenärer exponeras för partiklar i de underjordiska stationerna under en kort tid, men halten av partiklar är högre och av annan sammansättning än vad som normalt gäller för urban utomhusluft. Baserat på studier bedöms halten 240 µg/m^3 som timmedelvärde medföra en acceptabel hälsopåverkan. För att få acceptabla halter av partiklar i stationsluften kommer stationerna ventileras.

Tunnelluft med partiklar kommer att ventileras ut genom nya tryckutjämningsschakt i anslutning till de nya stationerna. Människor som bor eller vistas i närheten av dessa platser kommer att få en ökad exponering för partiklar jämfört med en framtida situation utan tunnelbana. De partiklar som tunnelbanan genererar medför sannolikt mindre hälsorisk än övriga urbana partiklar. Negativ hälsopåverkan från partikelutsläpp bedöms sammantaget vara liten-måttlig.

Intag av uteluftsintag till tunnelbanans plattformar placeras vid Dalvägens servicetunnelmynning och längs Hagastadens servicetunnel. Intaget vid Hagastadens servicetunnelmynning kommer ligga nära E4:an och för att luften som tas in ska ha en acceptabel luftkvalitet behöver luftintaget ligga tio meter över E4:ans vägbana . Med det ventilationssystem som planeras kommer de tre nya stationernas plattformsrum att ha en luftkvalitet som bedöms ge en acceptabel hälsopåverkan.

Sammantaget bedöms omfattningen av luftföroreningarnas konsekvenser för befolkningens hälsa som likvärdig i planförslaget och i en situation utan utbyggd tunnelbana.

Olycksrisker

Riskpåverkan från Gula linjen mot omgivningen under driftskedet bedöms vara mycket begränsad, eftersom anläggningen till största del ligger under mark.

Tunnelbanans stationer kan påverkas av transporter med farligt gods på Solnavägen, Frösundaleden och Ostkustbanan (D). Sannolikheten för en olycka med farligt gods är liten men om en olycka inträffar kan den medföra stora negativa konsekvenser på anläggning och resenärer, beroende på olyckans omfattning.

En kraftig brand i Citybanan kan orsaka stora negativa konsekvenser för Gul linje, men konsekvenserna kan reduceras till små vid genomförande av erforderliga skyddsåtgärder i Citybanan.

Risker inom tunnelbanans anläggning är att personer befinner sig på spårområdet när tåget kommer, urspårning av tunnelbanetåg och brand. Det säkerhetskoncept som tagits fram ger ett bra skydd mot majoriteten av de risker som identifierats inom anläggningen. Dock kvarstår vissa risker i form av stora brandscenarier. Sannolikheten för ett sådant scenario är låg men om det inträffar kan det potentiellt medföra mycket stora negativa konsekvenser.

Buller, stomljud och vibrationer

Under driftskedet kommer tunnelbanan ge upphov till stomljud, ett buller som kan uppstå i närliggande byggnader till följd av tågens vibrationer. Utan åtgärder bedöms planförslaget medföra negativa konsekvenser i form av att människor blir störda av stomljud i många byggnader längs Karlbergsvägen. Med åtgärder kommer gällande riktvärden att klaras. Risken för störning bedöms som liten.

Vibrationer från tunnelbanetåg kommer ligga under känseltröskeln på hela sträckan och det finns därmed ingen risk för störningar till följd av vibrationer från passerande tåg.

Uteluftintagen kan medföra lågfrekvent buller. Buller från passerande tåg kan spridas upp genom tryckutjämningsschakt. Med åtgärder som dämpar buller från ventilation och schakt, kommer gällande riktvärden att klaras. Både utomhus- och inomhusbullernivåerna kommer då att bli lägre än trafikbullret i dessa områden. Risken för bullerstörning från anläggningarna bedöms därmed som liten.

Trots åtgärder för stomljud och buller kan vissa människor komma att uppleva störning vid passage av tåg men risken bedöms som liten. De negativa konsekvenserna i form av störningar bedöms sammantaget som små.

Planförslaget bedöms medföra mindre bullerstörningar längs Odengatan, Karlbergsvägen och Torsgatan till följd av mindre trafik jämfört med en framtida situation utan tunnelbanan. Detta gäller under förutsättning att det gatuutrymme som frigörs inte fylls upp av annan trafik.

Klimatanpassning och översvämningsrisk avseende skyfall

Prognostiserad klimatförändring leder till att risken för översvämningar ökar. Häftiga regn är en orsak till översvämningar, liksom nivåförändringar i hav, sjöar och vattendrag.

Tunnelbaneanläggningen kan endast översvämmas genom dess öppningar ovan mark, exempelvis stationsentréer, tunnelmynningar och schakt. Gul linje kommer utformas så att 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 (20 procent ökning av flödet) och förhöjd nivå av Mälaren och Östersjön klaras.

Med anpassning av ovanmarksanläggningar till ett klimatkorrigerat 100-årsregn i den fortsatta detaljprojekteringen, såsom en adekvat höjdsättning, bedöms planförslaget inte medföra några negativa konsekvenser till följd av översvämning.

Klimatpåverkan

Projektet bedöms öka utsläppen av klimatgaser på kort sikt eftersom det i samband med byggskedet kommer ske stora men tillfälliga utsläpp av klimatgaser, både indirekt via de material som används och direkt från arbetsmaskiner, transporter med mera. Projektet skapar samtidigt förutsättningar för mindre biltrafik jämfört med om Gul linje inte byggs ut. På lång sikt bedöms utbyggnad av Gul linje kunna medföra mindre utsläpp av klimatgaser från transportsektorn jämfört med om den inte byggs.

Byggskedets konsekvenser

Byggskedet omfattar byggande av spårtunnlar, arbetstunnlar, servicetunnlar, stationer, ventilationstorn, utrymningsvägar, stationsuppgångar/entrébyggnader, brandgasschakt och tryckutjämningsschakt, se bilaga 3 för mer information. Under byggskedet genomförs även spårläggning och installationer av exempelvis el- och telesystem. Byggskedet beräknas pågå cirka sex år .

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Spårtunnlar och arbetstunnlar kommer till största del att drivas (tillskapas) genom konventionell borrning och sprängning. Berget injekteras med tätningsmedel, vanligtvis cement, för att minska mängden inläckande grundvatten under bygg- och driftskedet. Vid byggande av konstruktioner upp till markytan krävs arbeten i jord. Det kommer behövas arbets- och etableringsytor i ytläge. Från arbetstunnlarna kommer bergmassor att lastas ut.

Schaktarbeten i jord och bergtunnelarbeten medför en sänkning av grundvattennivån. Utan åtgärder kan detta medföra konsekvenser även under drifttiden, se ovan under Mark och vatten.

Under byggskedet kommer inläckande grundvatten, processvatten och nederbörd hanteras på arbetsplatsen genom sedimentation, oljeavskiljning och eventuell övrig rening för att därefter avledas till reningsverk.

Under byggskedet kommer det uppstå störningar till följd av bland annat stomljud från tunneldrivning. Många bostäder kommer få stomljud över 45 dB(A), vilket är Naturvårdsverkets riktvärde för stomljudsnivåer dagtid inomhus. Det är framför allt bebyggelse längs Karlbergsvägen som riskerar att få höga stomljudsnivåer, som högst cirka 60 dB(A). Byggskedet bedöms även kunna medföra stora störningar i Nya Karolinska Solna (E). Delar av den västra sjukhusbyggnaden får stomljudsnivåer upp mot 55-60 dB(A).

Byggmoment under byggandet av ovanmarksanläggningar, som spontning, pålning, schaktning och borrning kan medföra både stomljud och luftburet buller. Arenastadens södra station byggs nära bostäder och bedöms kunna medföra störningar under en längre tid. Bullernivåer inomhus kan komma att uppgå till 50-65 dB(A) i rum som vetter mot byggplatsen. Även byggandet av den norra entrén kan medföra störningar i närliggande bebyggelse. Även för dessa bostäder kommer riktvärdet inomhus att överskridas.

De bostäder som finns i anslutning till arbetsområden kommer att påverkas av bygg- och trafikbuller. Byggskedet kommer även att medföra störningar i skolor, förskolor, kontor och lokaler.

Buller från arbeten i markplan kan delvis begränsas genom åtgärder som exempelvis bullerskärmar och förstärkt fasadisolering. Det finns dock ingen möjlighet att dämpa stomljud utan den åtgärd som kommer erbjudas är tillfälligt boende/vistelse.

Vibrationer uppkommer framför allt vid sprängning, men även vid pålning och spontning. Vibrationer kan orsaka skador på byggnader men också uppfattas som störande. Berörda byggnader kommer att inventeras. Ett åtgärdsprogram för att minimera risken för skador på byggnader kommer att utarbetas innan byggstart.

Skademinskande åtgärder under byggskedet kommer att hanteras i det fortsatta projekteringsarbetet, bland annat genom miljökrav i upphandling och kontrollprogram. Kontrollprogram för omgivningspåverkan under byggskedet kommer beskriva projektets miljöpåverkan under byggskedet, de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som planeras samt hur landstinget avser att kontrollera ställda miljökrav under byggskedet. Dessa kontrollprogram ska godkännas av ansvarig miljömyndighet. Landstinget kommer att ha en omfattande miljöstyrning i syfte att säkerställa att dessa krav omhändertas av entreprenörerna. En del av åtgärderna kommer dessutom att regleras vid tillståndsprövning enligt miljöbalken.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund 12
   1.1 Motiv till utbyggd tunnelbana 12
   1.2 Mål för utbyggd tunnelbana 13
   1.3 Planläggningsprocessen för ny tunnelbana 15
   1.4 Tidigare utredningar och beslut 16
2. Framtagande av miljökonsekvensbeskrivning 18
   2.1 Syfte 18
   2.2 Metod 18
   2.3 Avgränsning 20
3. Planförslaget samt alternativa lokaliseringar och utformningar 23
   3.1 Planförslaget 23
   3.2 Bortvalda lokaliseringsalternativ 35
   3.3 Bortvalda utformningsalternativ 37
4. Områdesbeskrivning och framtida stadsutveckling 40
   4.1 Områdesbeskrivning 40
   4.2 Framtida stadsutveckling 40
5. Miljöförutsättningar, påverkan och konsekvenser av planförslaget 42
   5.1 Mark och vatten 42
   5.2 Kulturmiljö och stadsbild 51
   5.3 Naturmiljö och rekreation 68
   5.4 Luftkvalitet 77
   5.5 Olycksrisker 86
   5.6 Buller, stomljud och vibrationer 92
   5.7 Klimatanpassning avseende översvämningsrisk 97
   5.8 Klimatpåverkan 102
6. Byggmetoder, genomförande och övergående störningar 104
   6.1 Generell beskrivning 104
   6.2 Övergående störningar under byggskedet 105
7. Nollalternativet 107
   7.1 Projektets nollalternativ - Utökad busstrafik 107
   7.2 Nollalternativets miljöpåverkan 107

8. Samråd och granskning....109
8.1 Samråd om lokalisering 2014....109
8.2 Samråd om järnvägsplan 2015/2016....109
8.3 Samråd om järnvägsplan 2016/2017....110
9. Samlad bedömning....112
9.1 Påverkan på riksintressen....112
9.2 Avstämning mot miljömål....113
9.3 Avstämning mot miljökvalitetsnormer....115
9.4 Beaktande av miljöbalkens allmänna hänsynsregler....116
10. Fortsatt arbete samt övriga tillstånd och planer....117
10.1 Tillståndsprövning enligt miljöbalken....117
10.2 Detaljplaner enligt plan- och bygglagen....117
10.3 Övriga tillstånd, dispenser, anmälningar och lov....117
10.4 Miljösäkring i fortsatt arbete....117
11. Referenser....118
11.1 Underlagsrapporter....118
11.2 Övriga källor....119

Bilaga 1. Val av ventilationslösning
Bilaga 2. Bedömningsgrunder
Bilaga 3. Byggskedets påverkan och effekter

1. Bakgrund

Stockholm växer med drygt 35 000 personer om året och har även en viktig roll i landets ekonomiska tillväxt. Enligt prognoser förväntas den totala befolkningen i Stockholms län öka från dagens 2,1 miljoner till 2,6 miljoner år 2030. Det ligger en utmaning i att möta denna tillväxt på ett hållbart sätt och parallellt tillgodose de ökade behoven av fler bostäder och arbetsplatser. Samtidigt ökar även trängseln i stadens infrastruktur vilket innebär att framkomlighet har blivit en fråga för regionen som kräver lösning.

En nyckelaspekt för att klara utmaningarna är att bygga ut kollektivtrafiken med nya förbindelser och ökad turtäthet. Tunnelbanan är en central utgångspunkt för en långsiktig satsning och utveckling av kollektivtrafiken eftersom dess funktion och struktur är själva navet i Stockholms kollektivtrafiksystem. Befintligt tunnelbanenät är hårt belastat, speciellt i de centrala delarna av Stockholm. Under högtrafik, det vill säga morgon- och kvällstrafik, nyttjas redan idag tunnelbanans maximala spårkapacitet varför det lätt uppstår störningar.

1.1 Motiv till utbyggd tunnelbana

Tunnelbanans stora betydelse för Stockholmsregionens tillväxt var grunden till att regeringen under 2013 initierade en förhandling i syfte att hitta en överenskommelse för hur en utbyggd tunnelbana skulle kunna finansieras. Uppdraget innebar även att få till stånd en ökad bostadsbebyggelse varvat med största möjliga samhällsekonomiska nytta. De kommuner som ingår i överenskommelsen (Stockholms stad, Nacka kommun, Solna stad och Järfälla kommun), kallad Stockholmsöverenskommelsen, har åtagit sig att bygga 78 000 bostäder i tunnelbanans närhet. Utöver bostadsbebyggelsen omfattar avtalet 19 kilometer ny tunnelbana och nio tunnelbanestationer, se Figur 1.

Tre tunnelbaneutbyggnader ingår i förhandlingen:

- Utbyggnad av tunnelbana till Nacka och Gullmarsplan/Söderort.
- Utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden.
- Utbyggnad av tunnelbana från Akalla till Barkarby station.

Stockholms läns landsting ansvarar för tunnelbanans utbyggnad. Detta genom att *Förvaltning för utbyggd tunnelbana* (FUT) inrättades den 1 mars 2014.

Förvaltningens uppdrag är att genomföra tunnelbanans utbyggnad och andra åtgärder inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling. I uppdraget ingår också planering och projektering av nya fordonsdepåer samt upphandling av signalsystem och vagnar.

Detta dokument utgör miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) tillhörande järnvägsplanen för den nya tunnelbanan till Arenastaden med stationer i Hagastaden, Hagalunds industriområde och Arenastaden, den så kallade Gula linjen. Anslutning till den befintliga tunnelbanan sker till Grön linje väster om Odenplan. Byggarbetena beräknas som tidigast påbörjas i slutet av år 2018 och beräknas sedan pågå cirka sex år.

1.2 Mål för utbyggd tunnelbana

1.2.1 Övergripande mål

Stockholms läns landsting har angivit tre övergripande mål som är gemensamma för hela tunnelbaneutbyggnaden. Nedan följer en kortfattad redovisning av dessa mål. De är baserade på både landstingets mål och inriktningen enligt 2013 års Stockholmsförhandling.

1. Attraktiva resor

Tunnelbanan ska vara en del av ett sammanhållet och samordnat kollektivtrafiksystem som uppfyller resenärernas behov. Planeringen av stationernas lägen ska göras samordnat med bebyggelseplaneringen Stationsmiljöerna ska vara attraktiva och utformade för enkla och effektiva byten. Tillgängligheten till stationerna och tillgängligheten till olika målpunkter med kollektivtrafiken ska vara god.

2. En tillgänglig och sammanhållen region

Utbyggnaden ska stödja ökad täthet och flerkärnighet i regionen samt bidra till en hållbar och sammanhållen utvidgning av arbetsmarknadsregionen. Den nya tunnelbanan ska ha tillräcklig kapacitet och konkurrenskraftiga restider till viktiga målpunkter. Den ska binda samman regionen och minska sårbarheten i trafiksystemet.

Tunnelbanans utbyggnad ska ske i samverkan med bebyggelseplaneringen och utbyggnaden ska ske så att den främjar ny bostadsbebyggelse. Utbyggnaden ska stödja den avtalade bostadsbebyggelsen enligt 2013 års Stockholmsförhandling.

Tunnelbanan ska upplevas som ett attraktivt resalternativ för alla grupper i samhället och ge förutsättningar för social hållbarhet.



Figur 1. Karta över framtida tunnelbanenät i Stockholms län efter utbyggnad enligt Stockholmsöverenskommelsen från 2013. Källa: Landstinget.

3. Effektiva resor med låg miljö- och hälsopåverkan
Utbyggnaden ska bidra till att kollektivtrafikens förbrukning av energi samt påverkan på miljö och hälsa ska minska. Utbyggnaden ska ske så att samhällets resurser används kostnadseffektivt.

1.2.2 Projektspecifika mål

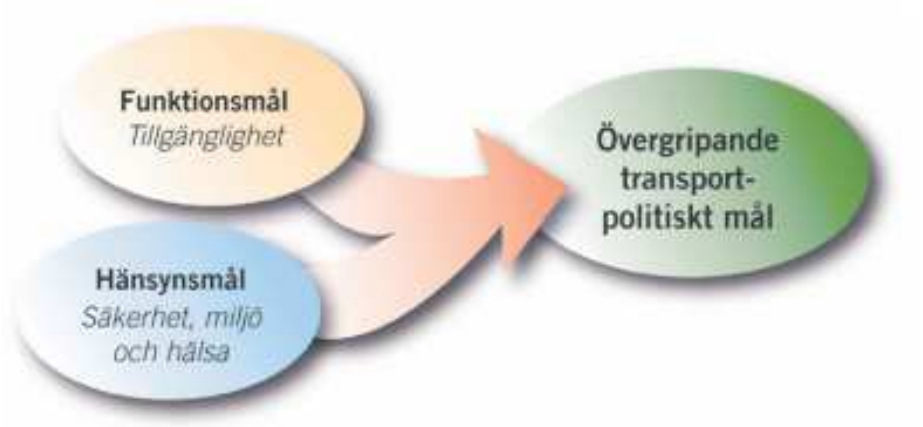
De tre övergripande målen har konkretiserats i fem projektmål som är specifika för Gul linje till Arenastaden. Samtliga mål illustreras i Figur 2.



Figur 2. Övergripande mål för nya tunnelbaneutbyggnaderna och projektspecifika mål för utbyggnad av Gul linje.

1.2.3 Nationella transportpolitiska mål

En utgångspunkt för alla åtgärder inom transportområdet är de transportpolitiska målen som regering och riksdag har satt upp. Det övergripande målet för svensk transportpolitik är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgare och näringsliv i hela landet. Under det övergripande målet ligger ett funktionsmål och ett hänsynsmål, se Figur 3.



Figur 3. De transportpolitiska målen. Källa: Näringsdepartementet, *Mål för framtidens resor och transporter*.

1.3 Planläggningsprocessen för ny tunnelbana

För att säkerställa tillgång till den mark som behövs för att anlägga Gul linje tillämpas lag (1995:1649) om byggande av järnväg. Denna lag reglerar processen för att ta fram en järnvägsplan. I och med en lagändring 2014-01-01 ändrades processen i syfte att få en effektivare och mer sammanhållen planläggningsprocess. De formella stegen i planläggningsprocessen varierar något beroende på den planerade åtgärdens komplexitet och grad av påverkan på omgivningen. Planläggningsprocessen för ny tunnelbana till Arenastaden startade med en lokaliseringsutredning. Lokaliseringsutredningen *Utbyggnad av tunnelbanan på sträckan Odenplan till Arenastaden* färdigställdes i september 2015, se avsnitt 3.2. På grundval av den förordade lokaliseringen upprättas nu en järnvägsplan.

I arbetet med järnvägsplanen sker samråd med myndigheter, organisationer och särskilt berörda, till exempel fastighetsägare. Länsstyrelsen har bedömt att projektets genomförande kan medföra *betydande miljöpåverkan*. Därmed ska en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) tas fram som en del av järnvägsplanen.

Under vintern 2014 genomfördes en serie samråd om lokaliseringen av Gul linje. Efterföljande vinter (2015-2016) genomfördes ett samråd om järnvägsplanen för Gul linje med tillhörande MKB. Efter det ändrades planens utformning till stora delar. Bland annat togs utbyggnaden av Station Odenplan bort. Till följd av förändringarna genomfördes ett nytt samråd om järnvägsplanen och MKB under hösten/vintern 2016. Därefter skedde ytterligare förändringar av anläggningen vilket föranledde ett kompletterande samråd om Station Hagalunds industriområde samt arbets-och servicetunnlar i Hagastaden under januari 2017. Mer information om tidigare samråd finns i kapitel 8 samt i *Läsanvisning för samrådshandlingar samt beskrivning av projektförändringar*. Efter genomförda samråd har MKB:n reviderats.

Efter samråd ställdes järnvägsplanen, inklusive godkänd MKB, ut för granskning under våren 2017. Till följd av ett antal synpunkter samt fortsatt detaljprojekteringsarbete har vissa förändringar genomförts. Denna MKB har därför reviderats efter granskning år 2017 för att beskriva konsekvenserna av den slutgiltiga utformningen av tunnelbaneanläggningen. Detta reviderade MKB-dokument kommer att skickas till länsstyrelsen för nytt godkännande. Efter godkännande kommer en ny granskning att genomföras. Efter genomförd granskning avser Landstinget att skicka järnvägsplanen för tillstyrkan hos Länsstyrelsen samt för fastställelseprövning av Trafikverket.

1.3.1 Detaljplaner

Parallellt med utarbetandet av järnvägsplanen arbetar Stockholms stad och Solna stad med att ta fram de nya detaljplaner, alternativt ändra befintliga detaljplaner, som krävs för att tunnelbanan ska kunna byggas.

Stockholms stad och Solna stad har bedömt att tunnelbaneutbyggnaden innebär *betydande miljöpåverkan* och behovsbedömningar har tagits fram och skickats till länsstyrelsen för synpunkter. Länsstyrelsen delar kommunernas bedömningar om att genomförandet av detaljplanerna kan antas medföra *betydande miljöpåverkan*.

I lagstiftningen finns möjligheter till viss samordning av planprocesserna för detaljplan och järnvägsplan. Detta samordnade planförfarande används i planläggningen av tunnelbanans Gula linje. Ett villkor för samordning är att planerna har samma omfattning. Detaljplaner som utöver tunnelbanans anläggning även omfattar annan bebyggelse hanteras inte inom det samordnade förfarandet.

Eftersom detaljplanerna enbart behandlar åtgärder som prövas genom järnvägsplan, behövdes inga särskilda detaljplanehandlingar i samrådsskedet, utan järnvägsplanens samråd kan tillgodoräknas även i detaljplaneärendena. Samrådskretsen måste täcka in kraven enligt plan- och bygglagen och utredningsmaterialet ska vara tillräckligt även för de detaljplaner som senare ställs ut för granskning.

Denna MKB är upprättad för järnvägsplanen. Kommunen har möjlighet att nyttja den för sina detaljplaner som behöver ändras för att tillåta tunnelbanan.

1.3.2 Miljöprövning

Bergtunnlar påverkar grundvattnet under såväl byggskedet som driftskedet. För byggande av tunnelbanan krävs därför tillstånd för vattenverksamhet enligt miljöbalken. Tillståndsansökan kommer att prövas av mark- och miljödomstolen (miljöprövning).

1.4 Tidigare utredningar och beslut

I syfte att hitta lämplig lokalisering och utformning av en tunnelbana till Arenastaden har det genomförts en rad olika utredningar. Som tidigare nämnts har planläggningsprocessen ändrats genom lag sedan de första utredningarna startade. De utredningar som gjorts och de beslut som fattats listas kortfattat nedan. En mer utförlig beskrivning av dessa utredningar/beslut redovisas i planbeskrivningen *(Planbeskrivning - Tunnelbana till Arenastaden).*

- **Idéstudie 2007**
  Studie kring alternativa möjligheter att kollektivtrafikförsörja Karolinska.
- **Förstudie och påbörjad järnvägsplan 2007-2009**
  Förstudie för ny tunnelbanelinje mellan Odenplan och Hagastaden. Planarbetet påbörjades men avbröts.
- **Stockholmsförhandling 2013**
  Förhandling som resulterade i en överenskommelse (Stockholmsöverenskommelsen)om en utbyggnad av Stockholms tunnelbanenät, däribland aktuell sträcka Odenplan-Arenastaden.
- **Åtgärdsvals- och idéstudie 2013-2014**
  Studie om regional kapacitetsstark kollektivtrafik till Nordostsektorn i Stockholms län som berör tunnelbaneutbyggnaden från Odenplan via Solna och vidare mot Nordostsektorn.

1.4.1 Tillåtlighetsprövning

Verksamhet som har betydelse på ett nationellt plan och som generellt bedöms medföra betydande risker för människors hälsa och miljön eller för hushållning med naturresurser eller energi måste prövas av regeringen innan den får komma till stånd. En sådan prövning kallas tillåtlighetsprövning och sker i enlighet med 17 kapitlet 3 § miljöbalken.

Stockholms läns landsting lämnade den 9 juli 2014 in en skrivelse till regeringen med en underrättelse enligt miljöbalkens 17 kapitel om planerad utbyggnad av tunnelbana i Järfälla, Nacka, Solna och Stockholms kommuner. Den 21 augusti 2014 lämnade landstinget in kompletterande material.

I skrivelsen framför Stockholms läns landsting att man inte anser att tunnelbaneutbyggnaden behöver tillåtlighetsprövas. Motiven till dessa sammanfattas nedan:

Jämfört med en järnväg för pendeltåg eller fjärrtåg innebär tunnelbanesystemet generellt sett tätare stationslägen. Detta innebär förenklat att det i huvudsak är avgörandet av grova lägen för tunnelbanestationer som också avgör huvudsakliga spårsträckningen eftersom alternativen i sträckningsval mellan stationerna blir relativt begränsade med hänsyn till det korta avståndet mellan stationerna. Landstinget bedömer inte att alternativvalen i respektive delprojekt är av den omfattningen eller att valen får sådana konsekvenser att det motiverar en tillåtlighetsprövning enligt 17 kapitlet miljöbalken.

Eftersom att alla nya utbyggnader av tunnelbanan är planerade att gå under mark utgör tunnelbanan inte något svårförenligt intresse jämfört med övriga berörda bevarandeintressen. Tunnelbanans permanenta anläggningar på ytan kommer att ha en begränsad storlek och de kommer att gestaltas för att passa in samt positivt bidra i den miljö där de placeras. Ovanjordsanläggningarna bedöms kunna uppföras utan att innebära påtaglig skada på riksintressen eller andra skyddsvärda områden och objekt.

Den 6 november 2014 meddelade regeringen att den inte funnit skäl att pröva tillåtligheten av den planerade utbyggnaden av tunnelbanan, med bakgrund av ovan nämnda skrivelse.

1.4.2 Beslut om betydande miljöpåverkan

Länsstyrelsen beslutade 2015-08-24 enligt 2 kapitlet 3 § Lag (1995:1649) om byggande av järnväg, att utbyggnaden av tunnelbana till Arenastaden kan antas medföra betydande miljöpåverkan. Till grund för länsstyrelsens beslut ligger ett underlag daterat 2015-01-01 (och reviderat 2015-01-28). Till underlaget bifogades även en samrådsredogörelse daterad 2015-02-02 över samråd som har hållits under sommaren 2014 till och med vintern 2014.

Länsstyrelsens bedömning om projektets förmodade miljöpåverkan utgår från kriterierna i MKB förordningen, bilaga 2. Oavsett val av sträckningsalternativ och djup så gjorde länsstyrelsen bedömningen att projektet kan antas medföra betydande miljöpåverkan på grund av byggnationens komplexitet, omfattning, förening med andra projekt och miljöns känslighet. För mer information kring betydande miljöaspekter se avsnitt *2.3.2 Avgränsning i sak*.

2. Framtagande av miljökonsekvensbeskrivning

2.1 Syfte

En miljökonsekvensbeskrivning upprättas som en del av planeringsprocessen för tunnelbanan och är ett underlag i processen för järnvägsplanen.

En miljökonsekvensbeskrivning är både ett dokument och en process. Dokumentet beskriver vilka miljökonsekvenser ett projekt kan förväntas medföra. Processen syftar till att påverka planförslagets utformning så att de negativa miljökonsekvenserna begränsas. Processen syftar också till att samråda med olika parter om planförslaget, dess utformning och konsekvenser.

Syftet med en MKB är att:

- Identifiera och beskriva direkta och indirekta effekter som en planerad åtgärd kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten och den fysiska miljön i sin helhet, dels på hushållning med material, råvaror och energi.
- Möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och på miljön.
- Öka insynen i projektet under processens gång och även möjliggöra miljömässiga förbättringar.

Denna MKB är upprättad för järnvägsplanen. För att kommunerna ska har möjlighet att nyttja den för sina detaljplaner som behöver ändras för att tillåta tunnelbana har denna MKB även har tagit hänsyn till de krav som finns för miljöbedömningar av detaljplaner.

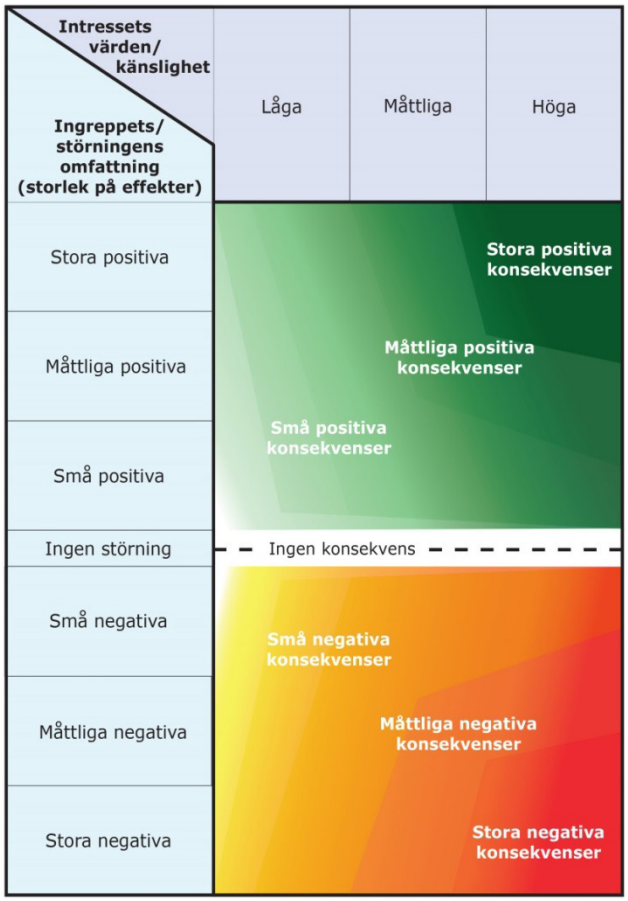
2.2 Metod

Bedömningen av planförslagets miljökonsekvenser utgår från en sammanvägning av störningens eller ingreppets omfattning samt den berörda platsens förutsättningar och värden i nuläget, se Figur 4. Värdena bedöms utifrån bedömningsgrunder som är specifika för respektive miljöaspekt, se bilaga 2. Skalan som används är låga - måttliga - höga värden. För aspekterna buller och vibrationer respektive luftkvalitet används begreppet känslighet istället för värde.

I det fall det finns lagakraftvunna detaljplaner med kvarvarande genomförandetid vilka inte ännu genomförts så redovisas dessa som en del av nuläget. Detta nuläge utgör utgångsläget mot vilket påverkan och konsekvenserna av planförslaget bedöms. Framtida luftkvalitet utomhus går inte att kvantifiera på grund av stora osäkerheter gällande trafikutvecklingen. Det är därför inte möjligt att jämföra denna aspekt med nuläget.

Den skala som används för att kvantifiera de konsekvenser som planförslaget antas medföra är stora negativa konsekvenser - måttliga negativa konsekvenser - små negativa konsekvenser - ingen konsekvens - små positiva konsekvenser - måttliga positiva konsekvenser - stora positiva konsekvenser. Om ett område med högt värde störs i stor omfattning innebär det stora negativa konsekvenser medan små störningar i ett område med lågt värde innebär små negativa konsekvenser. Positiva konsekvenser kan uppstå om inverkan på ett område är positiv.

För att förklara vilken påverkan som sker av planförslaget satt i sitt sammanhang vid målåret beskrivs också översiktligt konsekvenserna av planförslaget i förhållande till den framtida stadsutvecklingen. Av den framtida stadsutvecklingen framgår översiktligt hur det kan komma att se ut i området vid målåret. Här inkluderas Stockholmsöverenskommelsen från 2013 (inklusive nya tunnelbanan), översiktsplaner, fördjupade översiktsplaner och annan trolig planerad stad- och infra-



Figur 4. Illustration av metodiken för konsekvensbedömning. Bedömningen görs utifrån en sammanvägning av berört värde och ingreppets/störningens omfattning.

Påverkan

Påverkan är den fysiska förändring som projektet/verksamheten orsakar, till exempel att bilar släpper ut avgaser och alstrar oönskat ljud eller att en ny väg tar en viss markareal i anspråk.

Effekt

Effekten är den förändring av miljökvaliteter som uppstår till följd av projektets/verksamhetens påverkan, till exempel högre omgivningsbuller eller förändrad landskapsbild. Effekter kan ofta, men inte alltid, beskrivas i kvantitativa termer.

Konsekvens

Konsekvensen är effektens, eller flera effekters, betydelse för olika intressen såsom människors hälsa och välbefinnande, landskapets kulturhistoriska värden eller den biologiska mångfalden. Ibland är det inte möjligt att göra en konsekvensbedömning varför endast påverkan och effekter redovisas.

struktur i planområdet och dess närområde. Om möjligt, och om relevant, görs en sammantagen, kumulativ konsekvensbedömning av framtida utbyggnadsplaner inklusive planförslaget.

Nollalternativet med den framtida stadsutvecklingen utan tunnelbana beskrivs i eget avsnitt där en översiktlig bedömning görs.

De bedömningar som görs i denna MKB är uppdelade i två steg som redovisas under två separata rubriker i respektive miljöaspektkapitel:

- *Planförslagets påverkan*
- *Konsekvensbedömning*

Under rubriken *Planförslagets påverkan* redovisas den påverkan som projektet har och som är relevant för just den miljöaspekten. Därefter följer rubriken *Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått*. Under denna rubrik redovisas de skadeförebyggande eller skadebegränsande åtgärder som föreslås för att undvika eller minimera konsekvenserna för aktuell miljöaspekt. Åtgärdsförslagen är uppdelade i tre kategorier redovisade under följande underrubriker:

- *Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen*
- *Förslag till övriga åtgärder*
- *Förslag till övriga försiktighetsmått*

Under rubriken *Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen* redovisas de skyddsåtgärder som kan, men inte nödvändigtvis kommer att, regleras i järnvägsplan. Skyddsåtgärderna avser skydd för omgivningen. Under rubriken *Förslag till övriga åtgärder* redovisas eventuella åtgärder som krävs utöver skyddsåtgärder för att nå gällande krav/riktvärden. Det avser således åtgärder som inte kan regleras med järnvägsplan. Under rubriken *Förslag till övriga försiktighetsmått* redovisas slutligen de försiktighetsmått som skulle medföra ytterligare förbättringar, exempelvis göra anläggningen mer miljöanpassad eller säkrare, men som inte krävs för att klara ett krav/riktvärde.

Efter avsnittet om *Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått* följer den andra delen av bedömningen, själva konsekvensbedömningen. Under rubriken *Konsekvensbedömning* görs om möjligt tre konsekvensbedömningar:

- *Utan skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen eller övriga åtgärder*
- *Med skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen*
- *Med skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen och övriga åtgärder*

I samtliga tre konsekvensbedömningar förutsätts att de åtgärder och anpassningar som redan arbetats in i anläggningen, och som redovisas i avsnitt 3.1, genomförs.

För vissa miljöaspekter saknas det förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen och/eller förslag till övriga åtgärder, varför inte samtliga aspektkapitel innehåller tre konsekvensbedömningar.

Åtgärder för att undvika negativ påverkan kopplat till tunnelbanans byggskede redovisas i bilaga 3 *Byggskedets påverkan och effekter*. Dessa åtgärder kan inte regleras i järnvägsplanen.

2.3 Avgränsning

I denna MKB beskrivs huvudsakligen de miljökonsekvenser som följer av den färdiga anläggningen, det vill säga tågdrift samt tunnellokalisering och markanspråk. Även kvarvarande konsekvenser under driftskedet, som orsakats av den påverkan som skett under byggskedet, beskrivs. Övergående störningar under byggskedet beskrivs översiktligt i MKB:n och redovisas mer ingående i bilaga 3 *Byggskedets påverkan och effekter*.

2.3.1 Geografisk avgränsning

Hur stort område kring Gul linje som är relevant att utreda beror på vilken miljöaspekt som studeras. Den geografiska avgränsningen för det område där det föreligger en risk för påverkan av den färdiga tunnelbanelinjen (utredningsområdet) varierar därför mellan de olika miljöaspekterna. De olika utredningsområdena beskrivs i respektive aspektkapitel under rubriken *Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter*. Störst geografisk avgränsning har planens eventuella påverkan på grundvatten.

2.3.2 Avgränsning i sak

Denna MKB är sakmässigt avgränsad till den *betydande miljöpåverkan* som kan antas uppstå, direkt eller indirekt, av en färdig tunnelbanelinje till Arenastaden.

Betydande miljöaspekter

Färdig anläggning och driftskedet av Gul linje bedöms innebära risk för betydande miljöpåverkan för följande miljöaspekter:

- Mark och vatten
- Kulturmiljö och stadsbild
- Naturmiljö och rekreation
- Luftkvalitet
- Olycksrisker
- Buller, stomljud och vibrationer
- Klimatanpassning

Samtliga miljöaspekter som listas ovan har utretts, beskrivits och bedömts i denna MKB. I MKB:n finns även en översiktlig redovisning av projektets klimatpåverkan.

Avgränsningen i sak har stämts av med, och godkänts av, Länsstyrelsen 2015-01-13.

Miljöaspekterna verkar inte enskilt utan påverkar och påverkas av varandra. I de fall det finns överlapp mellan flera miljöaspekter har bedömningen delats upp. Exempelvis kan påverkan på grundvatten få effekter för naturvärden. Det som rör vatten behandlas under avsnitt 5.1 *Mark och vatten* och det som rör naturmiljö behandlas under avsnitt 5.3 *Naturmiljö och rekreation*.

Miljöaspekter som avgränsats bort

Nedanstående miljöaspekter bedöms inte leda till betydande miljöpåverkan. Aspekterna har dock en viss betydelse för projektet och har därför utretts översiktligt vilket beskrivs nedan. De redovisas inte ytterligare i MKB:n.

Elektromagnetiska fält

I omgivningen till varje elektrisk ledare eller komponent som är strömförande uppkommer elektromagnetiska fält. Elektromagnetiska fält består av två olika fält, dels elektriska fält och dels magnetiska fält. Ur hälsosynpunkt och även för påverkan på annan elektrisk utrustning är det framförallt magnetfälten som är av intresse i detta dokument.

Är strömmen en likström bildas ett statiskt magnetfält, är det en växelström bildas ett växlande magnetfält. Människan är anpassad till att leva i jordens statiska magnetfält och det har inte gått att påvisa skadliga effekter av statiska magnetfält som människor normalt kommer i kontakt med. Diskussionen om negativ hälsopåverkan från magnetfält handlar enbart om växlande magnetfält.

Elektromagnetiska fält uppkommer i tunnelbanan från högspänningsnät, likriktarstationer, strömskenan, nätstationer och lågspänningsställverk. Tunnelbanetågen i sig drivs med likström som ger upphov till i huvudsak statiska magnetfält (från likriktarstationen och strömskenor). Övriga anläggningar skapar växlande magnetfält.

Enligt Socialstyrelsen har forskning visat att det inte går att se någon ökad risk för sjukdom för den som utsätts för elektromagnetiska fält med ett årsmedelvärde under 0,4 µT. Gällande normer anger dock ett betydligt högre gränsvärde för det högsta tillåtna magnetfältet under kortare tid (200 µT).

Landstinget har upprättat PM Elektromagnetiska fält orsakade av ny tunnelbana (2015-05-01). För de anläggningar som hör till planerad tunnelbana bedöms inte de elektromagnetiska fälten anta nivåer över 0,2-0,4 µT på platser där människor vistas under förutsättning att likriktarstationer och nätstationer placeras i bergrum på samma nivå som plattformarna. Vid placering på mark eller nära marknivå behöver omgivande verksamhet beaktas och anpassningar respektive avskärmningar kan bli aktuella.

Elektromagnetiska fält har avgränsats bort med bakgrund av ovanstående bedömning.

Radon

I underjordiska miljöer förekommer radon i luften. Enligt Boverkets byggregler, BBR, är kravet för bostäder 200 Bq/m^3. Detta värde bedöms klaras i tunnelbaneanäggningen med den ventilation som projekteras. Radon behandlas därför inte vidare i denna MKB.

2.3.3 Avgränsning i tid

Byggarbetena beräknas som tidigast påbörjas i slutet av år 2018. Byggskedet beräknas sedan pågå under omkring sex år. Konsekvenser i samband med driftskedet avser en tänkt situation år 2030.

2.3.4 Osäkerheter

Miljökonsekvensbeskrivningar är alltid förknippade med osäkerheter. Dels finns osäkerheter i alla antaganden om framtiden och dels finns osäkerheter förknippade med analytisk kvalitet och kunskapsläge. Underlag kan vara missvisande och andra uppgifter kan vara felaktiga. Ett sätt att hantera osäkerheter är att göra beräkningar utifrån olika antaganden och/eller känslighetsanalyser. Allt eftersom kunskaperna om ett projekt fördjupas kan osäkerheterna minskas. Osäkerheter kopplade till de olika miljöaspekterna finns redovisade i de enskilda aspektkapitlen under rubriken *Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter.*

3. Planförslaget samt alternativa lokaliseringar och utformningar

3.1 Planförslaget

Den Gula tunnelbanelinjen utgörs av cirka fyra kilometer långa spårtunnlar under mark som sträcker sig mellan Grön tunnelbanelinje, väster om Odenplan, och Arenastaden. Längs sträckan planeras för tre nya underjordiska tunnelbanestationer: Hagastaden, Hagalunds industriområde och Arenastaden (se Figur 5).

På sträckan mellan Grön linje och Hagastaden kommer spåren att förläggas i två enkelspårstunnlar. Den norrgående (södra) spårtunneln korsar under Grön linje varför de två spårtunnlarna kommer att vara placerade på olika djup. Den södergående tunneln passerar cirka fem meter över taket på Citybanans spårtunnel medan marginalen blir större för den norrgående tunneln. Mellan Hagastaden och Arenastaden byggs tunnelbanan som en dubbelspårstunnel med intilliggande servicetunnel.

Från den servicetunnel som går parallellt med dubbelspårstunneln finns två servicetunnlar som leder upp till markytan och som kommer att vara en del av den permanenta anläggningen:

Vid Tomteboda planeras en servicetunnel som ansluter till Station Hagastaden. I området finns redan en mynning tillhörande en servicetunnel för Citybanan. Denna mynning kommer även användas för Gul linje vilket innebär att den nya servicetunneln som byggs vid Tomteboda inte kräver någon ny, egen tunnelmynning.

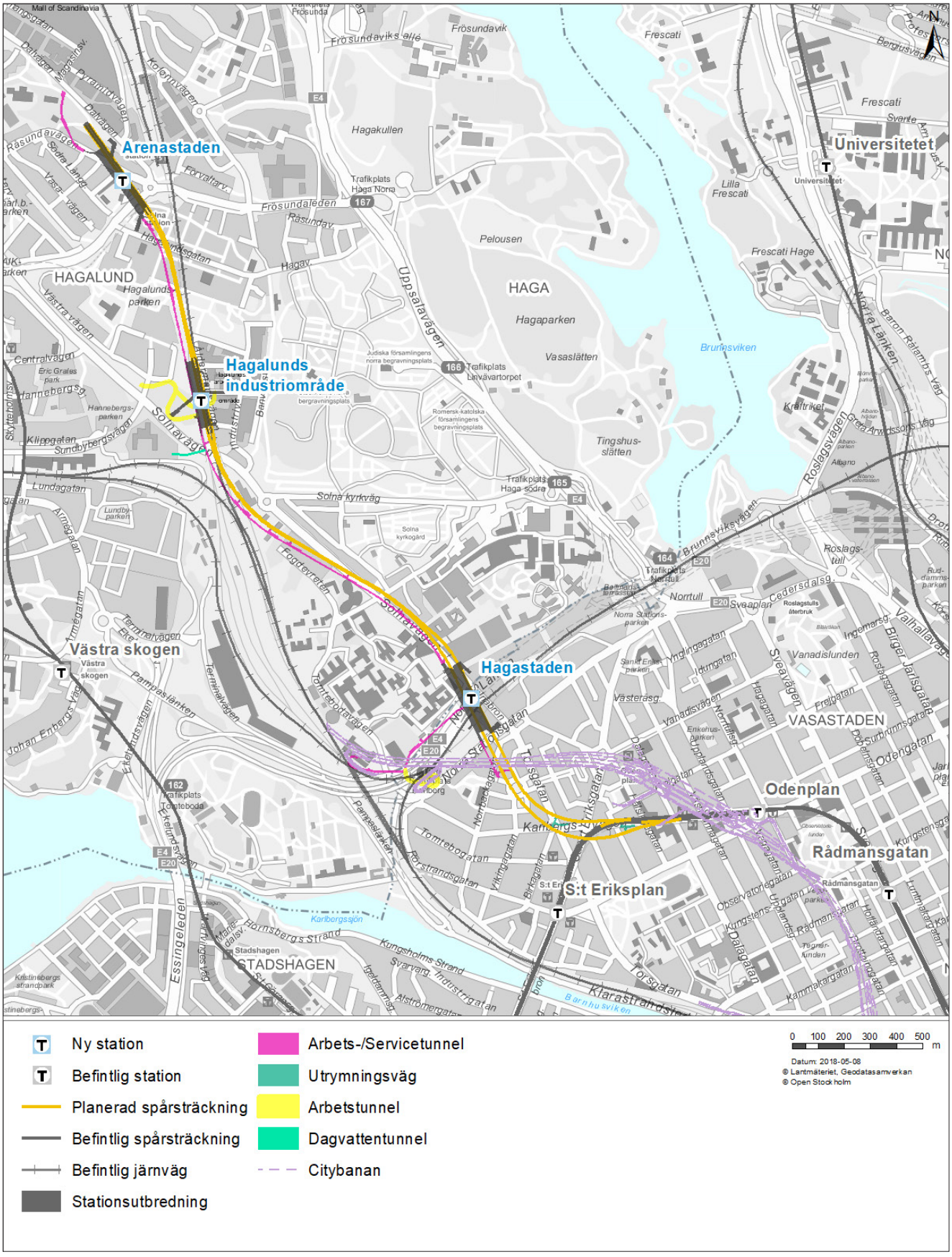
Vid Arenastaden planeras en servicetunnel som leder ner till Station Arenastaden. Tunneln har sin mynning strax intill Dalvägen.

Under byggskedet kommer såväl servicetunneln vid Arenastaden som delar av servicetunneln vid Hagastaden även att användas som arbetstunnel varifrån bergmassor lastas ut. Transporterna med bergmassor från Hagastaden kommer dock inte nå markytan via Citybanans tunnelmynning utan via en annan tillfällig arbetstunnel som når markytan nedanför Norra Stationsgatan. Utöver dessa två servicetunnlar planeras även en tillfällig arbetstunnel vid Hagalunds industriområde som, till skillnad från de två servicetunnlarna, inte kommer att utgöra en del av den färdiga anläggningen.

Gul linje är till övervägande del en anläggning under mark. De anläggningar som kommer att finnas ovan mark i den färdiga anläggningen, det vill säga under driftskedet, är följande:

- Entrébyggnader
- Byggnader för utrymning
- Tryckutjämningsschakt
- Brandgasschakt
- Ventilationstorn och ventilationsschakt
- Tunnelmynningar för service- och utryckningsfordon

Samtliga ovanmarksanläggningar, exklusive entrébyggnader, finns redovisade i Figur 11.



Figur 5. Sträckning och stationslägen för tunnelbanan till Arenastaden.



Figur 6. Spåranslutning vid Odenplan mellan Gul och Grön linje.

Projekteringsinriktningen för närvarande är att bygga spårtunnlarna konventionellt med ballast och slipers[1].

Tunnelkonstruktionerna kommer att genomföras med tätande injektering för att begränsa volymen inläckande grundvatten till anläggningen. Tätningen kommer främst att utföras genom så kallad förinjektering med cementsuspension. Förinjektering innebär att cementsuspension trycks in i bergets sprickor så att en tätande skärm bildas i berget innan sprängning, se kapitel 6 och bilaga 3.

3.1.1 Stationer

Väster om Odenplan kommer Gul linje att ansluta till befintlig Grön linje, se Figur 6. Gul linje kommer således att trafikera befintlig Station Odenplan. Ingen utbyggnad av denna station genomförs.

Vid Hagastaden kommer plattformsrummet för den nya stationen att byggas cirka 25 meter under markytan[2]. Stationen kommer att ha en sydlig entré vid Torsplan och tre nordliga entréer: en i Karolinska sjukhusets nya entré, en på Hagaplan (söder om sjukhuset) och en vid Karolinska Institutet (se Figur 7).
Plattformsrummet för stationen vid Hagalunds industriområde kommer att vara placerat cirka 45 meter under markytan[3]. Stationen kommer att ha en östlig entré mot Industrivägen och en västlig entré mot Solnavägen, se Figur 8.

1 Ballast är det översta lagret av banvallen som järnvägssliprar vilar i. Den kan bestå av grus eller makadam. Slipers är balkar som fördelar järnvägspårets last över banvallen.
2 Mätt från plattformsrummets tak.
3 Mätt från plattformsrummets tak.



Figur 7. Station Hagastaden.



Figur 8. Station Hagalunds industriområde.

Vid Arenastaden kommer plattformsrummet för den nya stationen att byggas cirka 35 meter under markytan[4]. Station Arenastaden kommer att vara placerad väster om Solna station, under Frösundaleden och Råsundavägen i en nordvästlig riktning. Stationen kommer att ha en sydlig och en nordlig entré. Den södra entrén kommer att vara placerad vid Hagalundsgatan, i närheten av Solna station på tvärbanan, Figur 9. Den nordliga entrén kommer att vara placerad vid Dalvägen, se Figur 10.

De val som gjorts när det gäller stationsutformning har främst syftat till att få en hög trygghet och bra funktion. Samtliga stationer kommer att vara försedda med såväl trappa och rulltrappa som hiss via vilka resenärerna kan ta sig från plattformen till biljetthall och entré. En av de tre nordliga stationsentréerna vid Hagastaden (Karolinska Institutet) kommer dock endast att vara försedd med trappa och hiss mellan stationsentré och biljetthall.

Även teknikrummens utformning och placering har utgått från funktion, vilket innebär att de är anpassade i storlek och läge för detta.

3.1.2 Säkerhetskoncept i nya tunnelbanan

Landstinget har tagit fram ett säkerhetskoncept för nya tunnelbanan som övergripande beskriver inriktningen för landstingets säkerhetsarbete avseende personsäkerhet. Detta har utgjort underlag för projektering och MKB. Konceptet har baserat sig på tidigare arbeten med tunnelbanan till Nacka, krav från Trafikförvaltningen, erfarenheter från järnvägsprojekt i tunnlar, etcetera. Säkerhetsarbetet innefattar bland annat att ta fram funktionskrav för de tekniska systemen och ta fram lösningar hur tunnelbaneanläggningarna ska utformas. I detta skede har fokus varit på att belysa strategiska möjligheter för utrymning och räddningsinsats då järnvägsplanen låser utformningen på ett övergripande plan. Fortsatt arbete fokuserar på att precisera kraven på de tekniska systemen men också att utforma åtgärds- och insatsplaner samt beskriva hur driftorganisationen ska ges möjlighet att vara en del i säkerhetsarbetet. Detta redovisas mer utförligt i PM säkerhetskoncept och PM insatskoncept.

Utrymning och insatskoncept

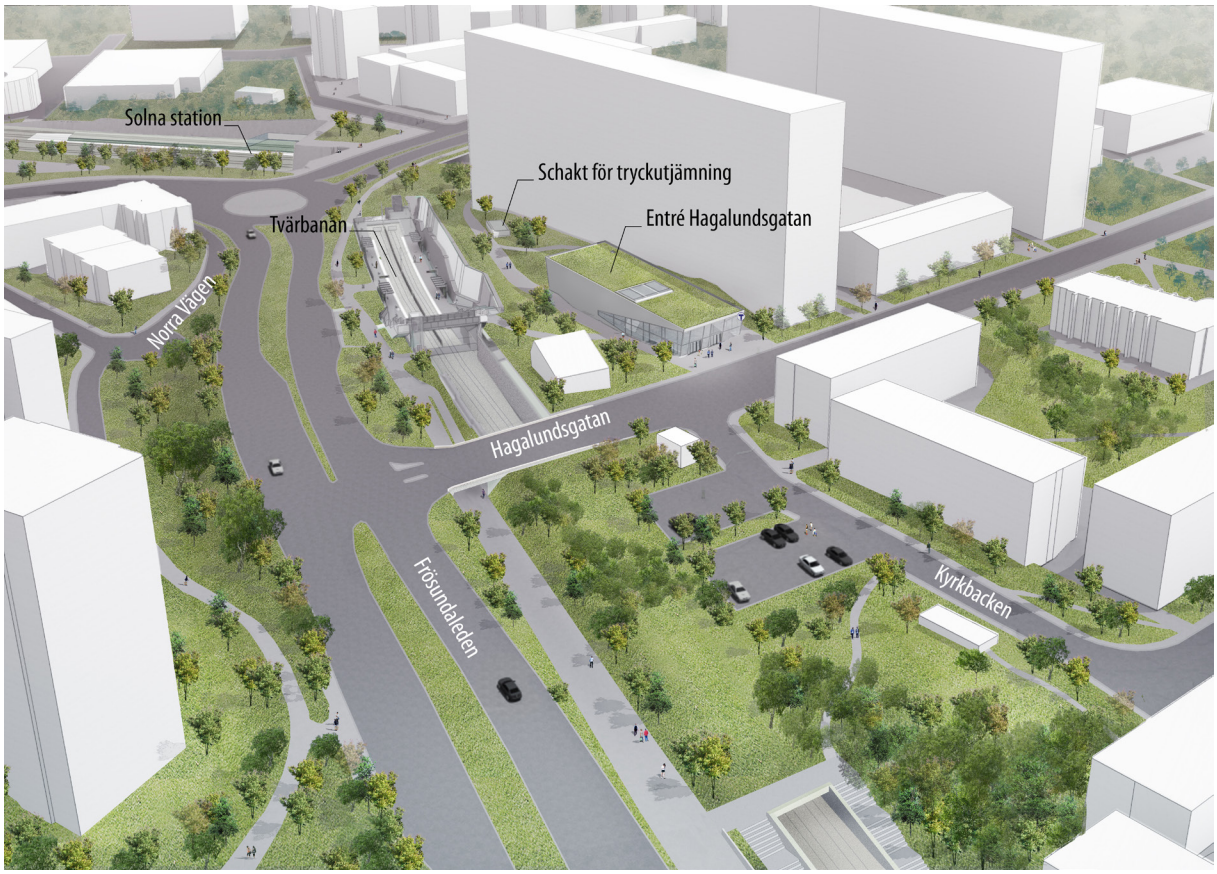
Tunnelbanan ska utformas för att möjliggöra självutrymning. Självutrymning innebär att resenärer ges förutsättningar att själva lämna ett brinnande tåg och ta sig till en säker plats utan att exponeras för sådana förhållanden, orsakade av branden, att de riskerar att omkomma. Den huvudsakliga strategin är att tåg körs till närmaste station för att sedan utrymmas där. Skälen till detta är bland annat att stationer är en känd miljö som är anpassad för resenärer och att insats av personal och räddningstjänst underlättas. Sannolikheten för att tåg kan köras till station, så att utrymning kan genomföras där, är stor. Sannolikheten för att utrymning behöver genomföras i tunnel är dock inte försumbar, varför det även anordnas utrymningsmöjligheter från dessa.

Utrymning och insats vid stationer

Utrymning från stationerna sker via ordinarie trappor och rulltrappor. Även vissa hissar utformas för att kunna användas för utrymning, förutom vid brand i dess direkta närhet. Utrymningsvägar från plattformarna dimensioneras för att kunna utrymma två fulla tåg samtidigt. Plattformarna avskiljs från uppgångarna med dörr- och väggpartier i respektive ände. Utrymmet innanför dessa partier tjänar även som utrymningsplats för personer med nedsatt rörelseförmåga, där de sedan kan ta sig vidare med hjälp av hissar. Avskiljningarna tillsammans med brandgasventilation förhindrar att brand och brandgaser sprider sig till utrymningsvägarna.

Tillträdesvägar för räddningstjänsten för insats till stationerna utgörs huvudsakligen av stationernas ordinarie entréer. Till stationerna finns även möjlighet att använda servicegångar från servicetunneln till stationen. Tekniska system för att stödja insats finns bland annat i form av heltäckande radiokommunikationssystem, system för brandgasventilation samt särskilda

4 Mätt från plattformsrummets tak.



Figur 9. Station Arenastadens entré vid Hagalundsgatan.



Figur 10. Station Arenastadens entré vid Dalvägen.

informationstablåer för räddningstjänsten. Det finns även tillgång till brandvatten som räddningstjänstens rökdykare kan använda vid insats på plattform och i spårtunnel.

Utrymning och insats i spårtunnel

Vid utrymning i tunnel utrymmer passagerarna tåget genom att ta sig ner till hårdgjorda gångbanor i spårnivå. Gångbanorna leder till utrymningsvägar som ansluter till en servicetunnel, annan spårtunnel, ramper som leder upp till plattformen på en station eller till ett separat schakt direkt till ytan. Gångbanorna är generellt 1,2 meter breda och löper längs med spåren utmed de nya spårtunnlarnas hela sträckning. Utrymningsvägar i tunnlarna finns normalt med max 300 meters avstånd.

Insats i spårtunnlar sker i första hand genom att räddningstjänsten transporterar sig ner i servicetunneln, via schakt från ytan eller via annan enkelspårstunnel, och påbörjar insats från lämplig utrymningsväg. Det finns också möjligheter att ta sig från plattformen till spårtunnlarna. Avståndet mellan utrymningsvägarna medför att räddningstjänsten inte behöver göra insatser längre än 150 meter in i tunneln. Tekniska system för att stödja insats finns bland annat i form av heltäckande radiokommunikationssystem och tillgång till brandvatten för räddningstjänsten. Brandgasventilation på närliggande stationer samt system för allmänventilation kan även användas i viss mån för att styra brandgaser i tunnlarna.

Projektspecifika aspekter av säkerhets- och insatskonceptet

Mellan Hagastaden och Arenastaden utformas tunnlarna med en dubbelspårstunnel med intilliggande servicetunnel. Mellan Odenplan och Hagastaden är det inte möjligt att anlägga en servicetunnel varför utrymning sker direkt till ytan via särskilda utrymningsvägar. Totalt kommer två sådana utrymningsvägar att byggas på Karlbergsvägen (Karlbergsvägen-Torsgatan och Karlbergsvägen-Hälsingegatan), se Figur 12. I markplan består varje utrymningsväg av en mindre byggnad, cirka 6 m^2. Från spårtunnlarna kommer ytterligare en utrymningsväg anordnas. Denna kommer gå till befintliga delar av station Odenplan.

Största skillnaden mellan de två alternativen är att med särskilda utrymningsvägar sker uppställning för räddningstjänsten på ytan och därefter transporterar de sig ner till spårnivå via trappor. Med en intilliggande servicetunnel kan transport till spårnivå ske med fordon och uppställning av fordon sker direkt vid närmsta angreppsväg. Transport via trappor blir mer tids- och resurskrävande för räddningstjänsten vid insats. Med avseende på insats och utrymning i branddrabbat tunnelrör bedöms dock lösningarna likvärdiga.

Uppfyllande av föreskrifter/motiv till valt säkerhetskoncept

Sannolikheten för en allvarlig brand i anläggningen är liten men kan inte sägas vara försumbar vilket också har föranlett det säkerhetskoncept som landstinget har tagit fram. Utformningen ger skydd mot majoriteten av olyckorna genom att i första hand åtgärder för att minska sannolikheten för att en olycka ska uppstå har vidtagits och i andra hand att om en olycka uppstår så reduceras konsekvenserna så långt det är praktiskt och ekonomiskt rimligt och möjligt. Att en olycka ska inträffa kan dock aldrig undvikas helt.

De föreskrifter för tunnelbanor som Transportstyrelsen gett ut har Stockholms läns landsting tagit del av och Stockholm läns landsting kommer säkerställa att dessa uppfylls. Transportstyrelsen anser att Boverkets byggregler inte är, till alla delar, avvägda och fullt tillämpbara för plattformsrum eller anslutande tillträdes- eller utrymningsvägar men att avsikten är att tillämpa lämpliga principer enligt Boverkets byggregler i plattformsrummet och anslutande tillträdes- eller utrymningsvägar. För att få en väl avvägd säkerhetsnivå kommer kunskap att hämtas från nya järnvägs- och tunnelbanesystem. Exempel på referensobjekt för de kommande föreskrifterna är Citybanan i Stockholm, Citytunneln i Malmö och Västlänken i Göteborg.

Utrymning vid station är det mest sannolika scenariot och dit riktas också de mesta säkerhetsåtgärderna. Utrymning på stationer dimensioneras enligt liknande principer som föreskrivs i Boverkets byggregler vilket också överensstämmer med hur det har gjorts i ovanstående referensobjekt. Detta baseras på att utrymning av samtliga personer ska kunna ske när en värsta tänkbar brand uppstår samtidigt som ett maximalt förväntat personantal befinner sig på stationen.

Utrymning i tunnlarna baseras på att risknivån ska vara liknande som för andra järnvägstunnlar. Detta innebär också att möjligheterna till utrymning anpassas efter de bedömda riskerna i systemet, det vill säga personantal på tågen, brinnande material etc. Avstånd mellan utrymningsvägar och utformning av gångbanor blir därmed också en avvägning mot den bedömda risken att omkomma i anläggningen.

Lagar och föreskrifter är generellt inte tydliga avseende vilken förmåga som förväntas av räddningstjänsten för att göra insats och vilka krav som ställs vid uppförande av anläggningar och byggnader, för att möjliggöra räddningsinsatser. I tunnelbanan inriktas möjligheterna i första hand till stationer där sannolikheten för att insats behöver göras är störst. I tunnlarna är insats mer komplext men sannolikheten för att insats behöver göras är också lägre. Behov av avståndet mellan utrymningsvägarna är samma som räddningstjänsten bedöms kunna ha förmåga att göra insats.

Med tillgång till säker plats vid närmsta utrymningsväg har också möjligheten till räddningsinsats beaktats. Räddningsinsatser inriktas i första hand mot livräddande insatser om behov finns och i andra hand mot att rädda anläggningen. Ytterligare åtgärder för att stödja räddningsinsatser är självklart att föredra men behöver också i varje enskilt fall vägas mot sannolikheten för att insats behöver göras och kostnaden för åtgärden.

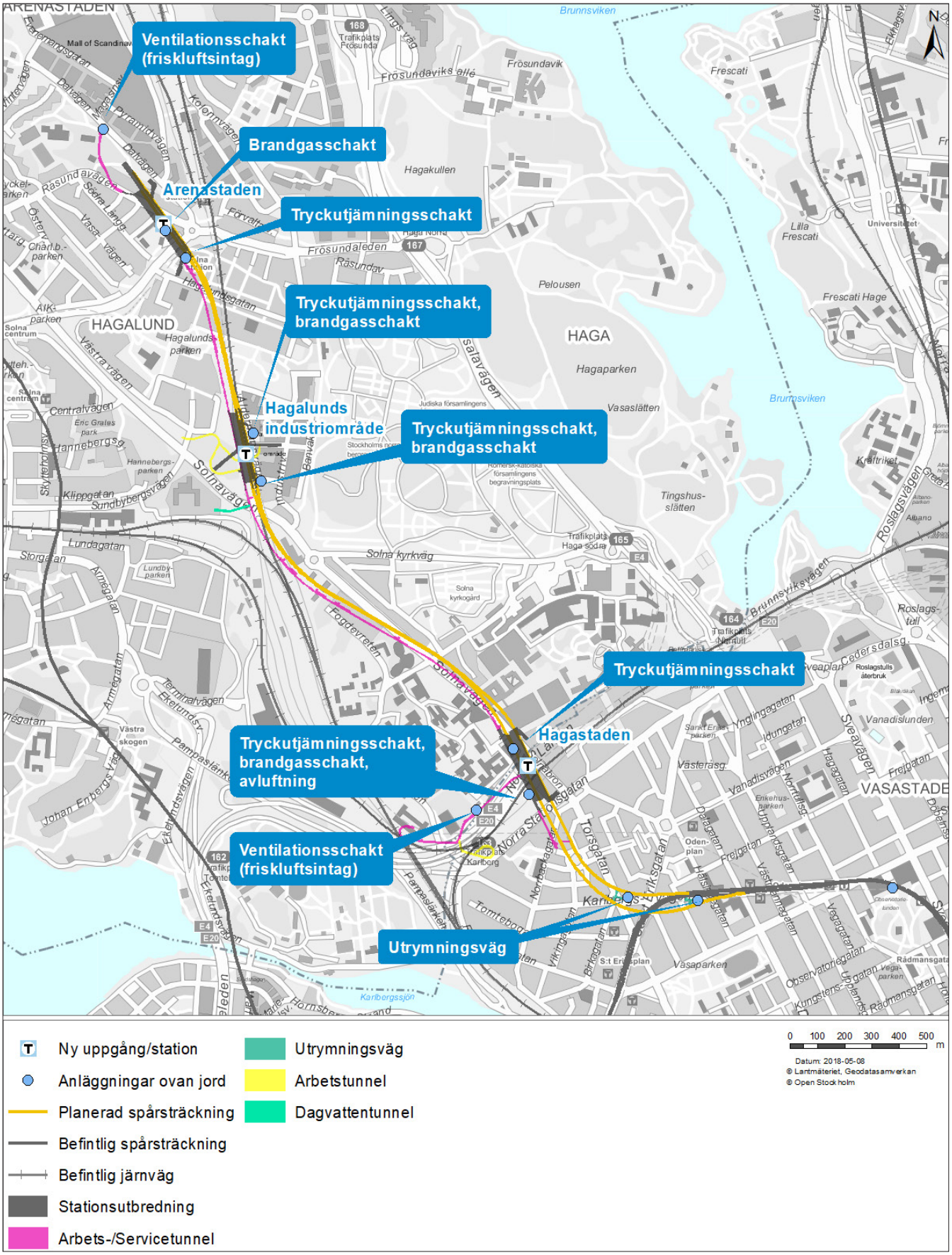
Landstinget gör bedömningen att säkerhetskonceptet kommer att kunna uppfylla nu gällande föreskrifter. Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder har övervägts men inte bedömts vara rimligt med hänsyn till sannolikheten för att en olycka ska uppstå och kraven på att bygga en kostnadseffektiv anläggning.

3.1.3 Tryckutjämning och ventilation

Två tryckutjämningsschakt som når markytan kommer att finnas för station Hagastaden och station Hagalunds industriområde, se Figur 11. För station Arenastaden finns ett tryckutjämningsschakt. Syftet med dessa är att minska lufttrycket på plattformarna från ankommande tåg. De flesta tryckutjämningsschakten kommer att ligga i markplan och ha en höjd på cirka en meter ovan mark. Undantag utgörs av södra schaktet för Hagastadens station där förslaget på utformning är en fristående konstruktion med ventilation ut mot Värtabana. Detta möjliggör en framtida inbyggnad (omslutning). Där ett tryckutjämningsschakt ligger nära bebyggelse utformas det så att ljud från spårtunneln dämpas.

Det ventilationssystem som anläggs ska möjliggöra att inriktningsmålet för luftkvalitet på stationernas plattformsrum klaras. Grunden i systemet är tryckutjämningsschakten som har en ventilerande funktion genom passiv ventilation. Utöver det finns aktiv ventilation i tvärtunnlar mellan servicetunneln och plattformarna, se bilaga 1. Tilluften till tunnelbanans plattformar placeras vid Dalvägens servicetunnelmynning och intill E4:ans norra sida cirka 300 meter sydväst om Solnavägen. Luften förs därefter in via servicetunnlarna. För att säkerställa acceptabel luftkvalitet i tilluften kommer luftintaget vid E4 ha en höjd på tio meter över E4:ans vägbana. Bortvalda alternativ för ventilation redovisas i *3.3.4 Bortvalda alternativ för ventilation*.

Tunnelbanan förses med ett system för brandventilation. Varje station förses med ett eller två brandgasschakt. Lokaliseringen styrs av att den optimala utformningen är att brandgasen sugs ut från mitten av plattformsrummen och att schaktet blir rakt. Brandgasschakten har en höjd ovan mark på cirka en meter, men kan behöva anpassas till följd av platsspecifika omständigheter. Brandgasschaktet vid Klövervägen kommer få en höjd på 2-2,5 meter eftersom det är beläget på en skolgård. Brandventilationen är separerat från systemet för allmänventilationen.



Figur 11. Planerade lokaliseringar av ovanmarksanläggningar.

3.1.4 Vatten- och avlopp

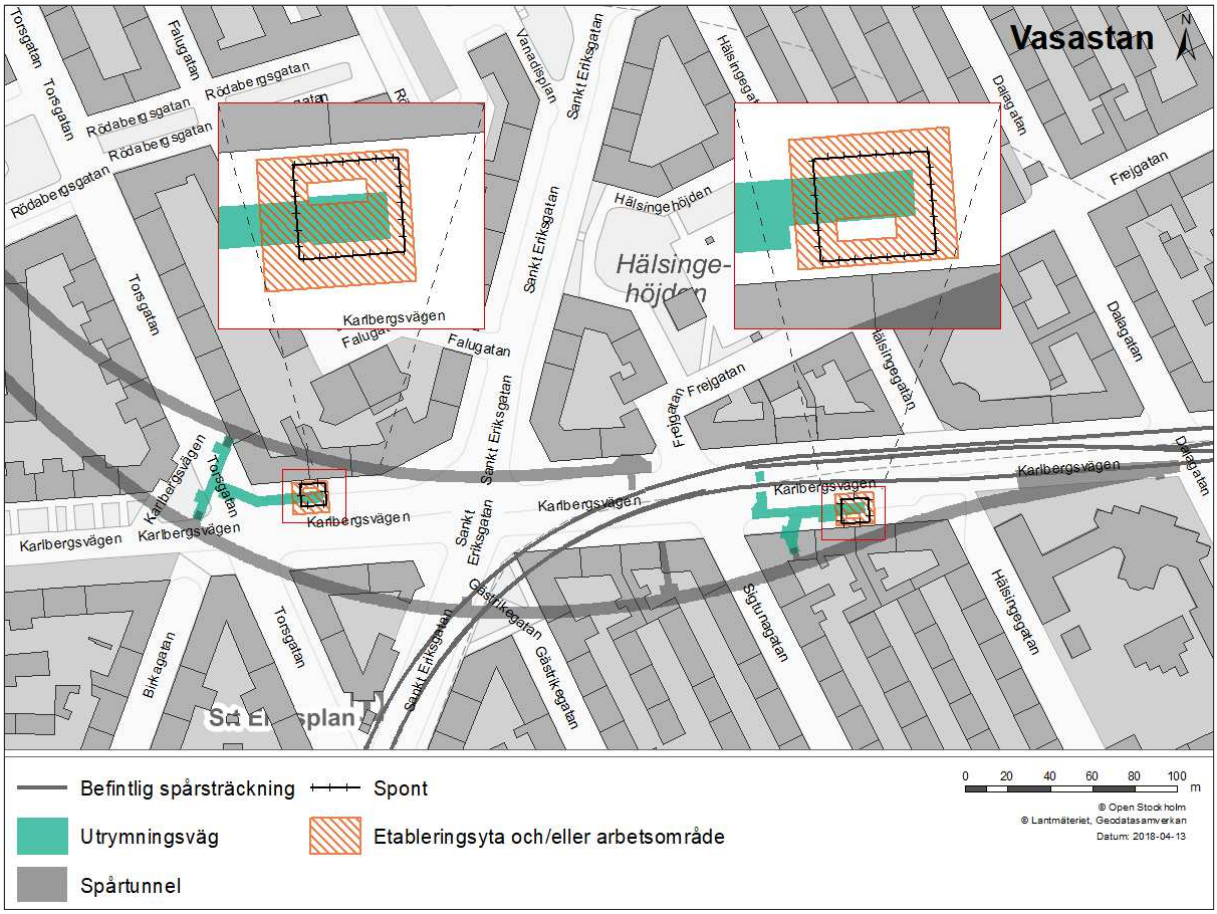
VA-systemet utgörs i huvudsak av ett brandvattensystem och ett avvattningssystem. Avvattningssystemet har till uppgift att samla upp och vid behov rena det vatten som samlas i tunnelsystemet och därefter transportera bort det. Det handlar huvudsakligen om inläckande grundvatten samt små mängder avloppsvatten från bland annat spol- och tvättinsatser av väggar, tak och specifik järnvägsutrustning i tunnlarna. Detta uppsamlade vatten, så kallat dränvatten, avleds i en gemensam ledning till en utloppspumpstation.

Efter erforderlig behandling kommer allt vatten från tunnlarna att avbördas via en utloppsledning till en befintlig dagvattentunnel och vidare till recipienten Ulvsundasjön.

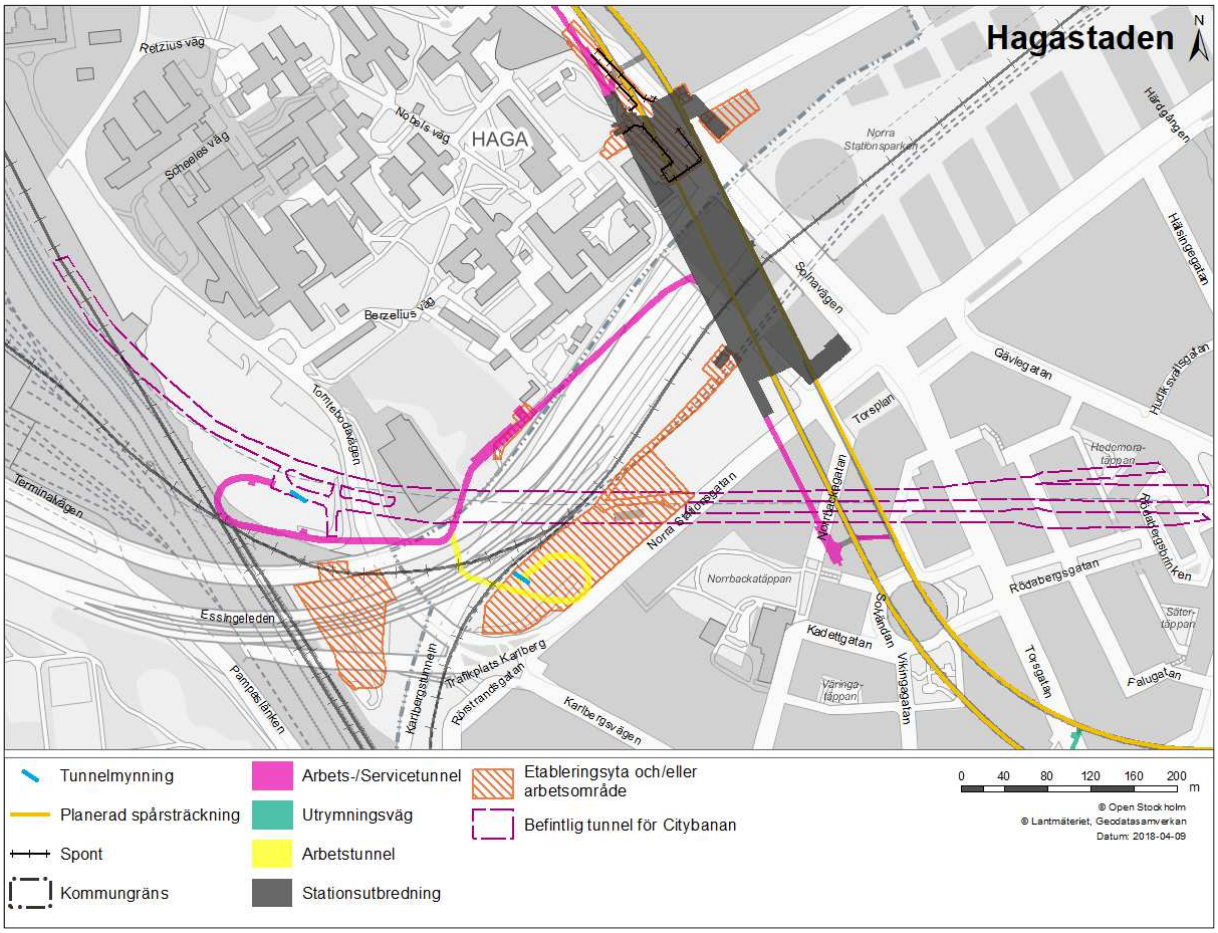
Släckvatten från räddningstjänstens brand- och spillbekämpning som är förorenat kommer att omhändertas i VA-systemet. Vid särskilda händelser såsom till exempel brand kan VA-stationen under en begränsad tid stängas av i syfte att inte släppa ut brandvatten till recipienten. Slutligt omhändertagande av brandvatten behöver diskuteras i dialog med tillsynsmyndigheten. Förorenat släckvatten kommer endast att förekomma vid sällsynta tillfällen och i begränsade mängder.

3.1.5 Markanspråk under byggskedet

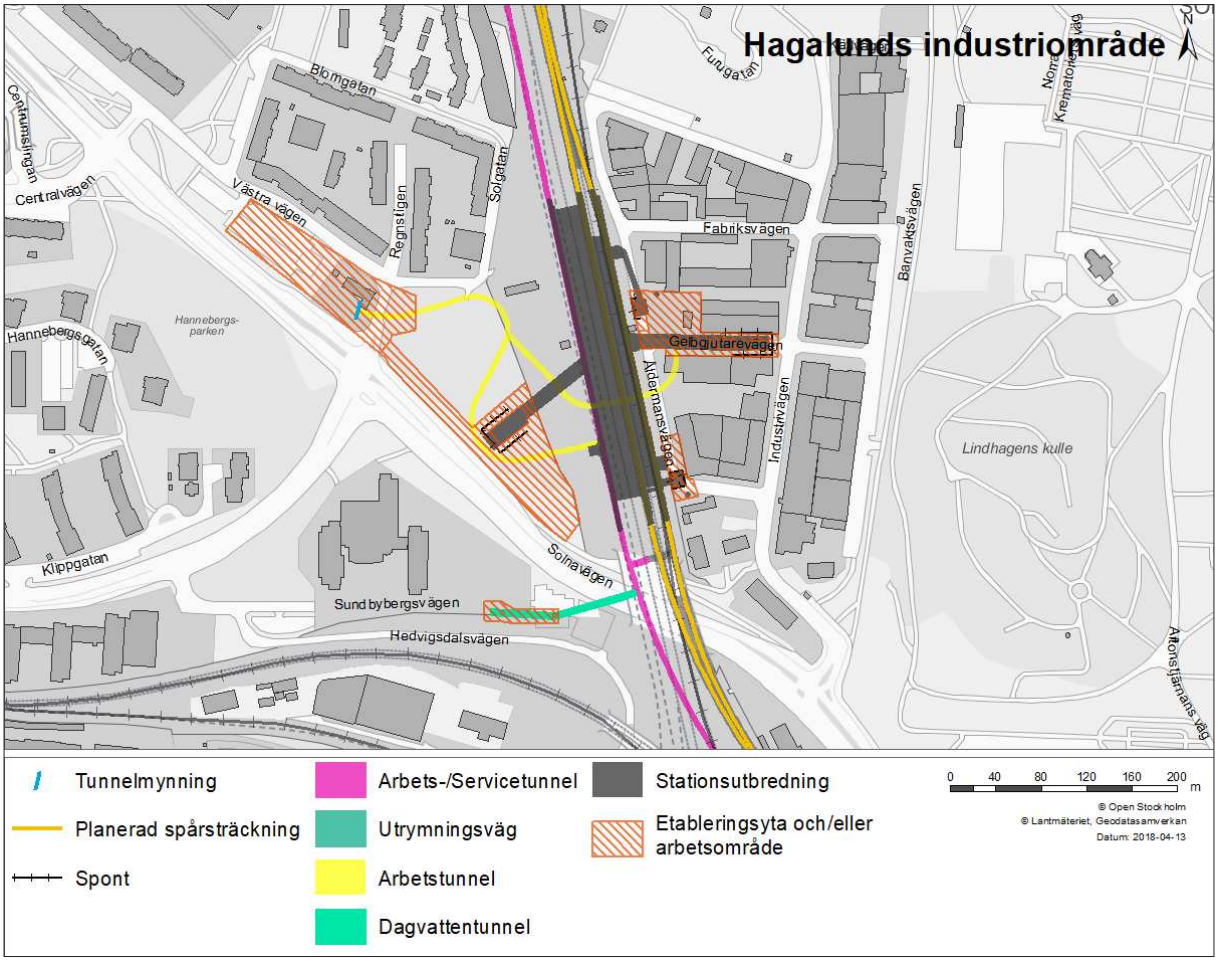
Förutom de ytor som den nya tunnelbaneanläggningen tar i anspråk under driftskedet behöver ytterligare mark tas i anspråk under byggskedet. De ytor som tas i anspråk under byggskedet *(tillfälligt nyttjande)* av Gul linje i form av arbetstunnlar, arbetsområden och etableringsytor finns redovisade i Figur 12, Figur 13 och Figur 14. Den påverkan som ianspråktagandet av arbetsområden och etableringsytor har under byggskedet kan ge kvarvarande konsekvenser under driftskedet.



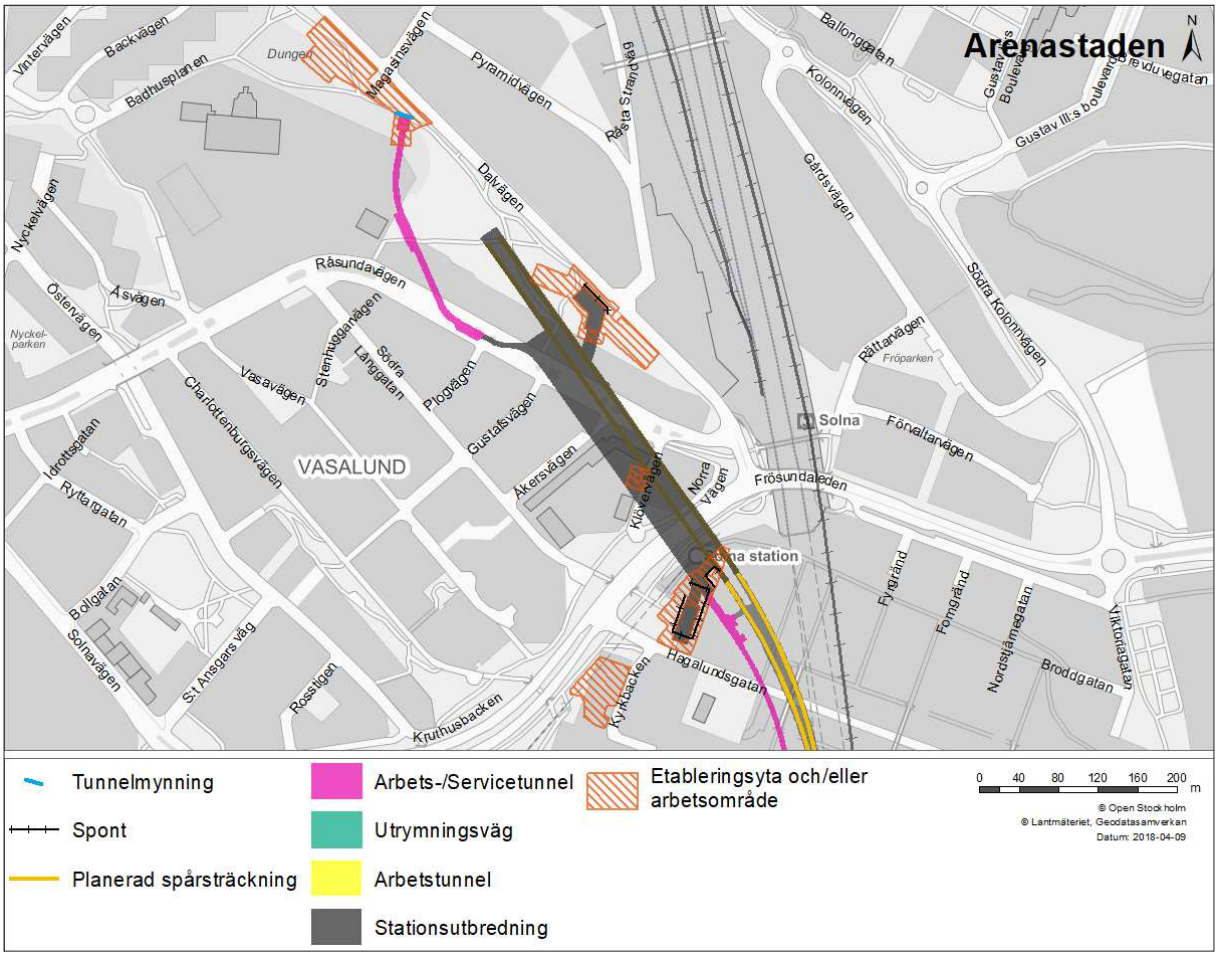
Figur 12. Mark i Vasastaden som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och etableringsytor. Tillträde till fastigheterna kommer att garanteras under hela byggtiden.



Figur 13. Mark kring Station Hagastaden som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och etableringsytor.



Figur 14. Mark kring Station Hagalunds industriområde som tas i anspråk under byggskedet som arbets- områden och etableringsytor.



Figur 15. Mark kring Station Arenastaden som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och etableringsytor.

3.2 Bortvalda lokaliseringsalternativ

I detta avsnitt beskrivs möjliga alternativa lokaliseringar av tunnelbanan som har övervägts och förkastats. Det följer av kraven på att undvika intrång och olägenhet som finns i lagen (1995:1649) om byggande av järnväg samt på grund av kravet om alternativa lokaliseringar i miljöbalken.

3.2.1 Bortvalda alternativ till spårsträckning

Under 2014 och 2015 utreddes alternativa spårsträckningar samt placeringar av stationer för Gul linje.

Spårsträckning via Solna centrum

Lokaliseringsutredningen redovisar två möjliga spårsträckningar, dels en sträckning förbi Hagalunds industriområde och dels en sträckning med en station i Solna centrum. Alternativet förbi Solna centrum fördelar nyttorna av tunnelbanan i ett större geografiskt område i och med att det skapar bytesmöjligheter mellan Blå och Gul linje. Det krävs dock en längre tunnel vilket fördyrar projektet och förlänger restiderna. Möjligheten till utveckling av ett nytt bostadsområde kring en framtida station i Hagalunds industriområde försvinner även det om spåret dras via Solna centrum. Spårsträckningen förbi Solna centrum valdes därför bort.

Spårsträckning under Citybanan

Ett alternativ med djupt läge av en ny plattform vid Odenplans station har utretts och valts bort, se *3.2.2 Bortvalda lokaliseringar av Station Odenplan*. Detta alternativ innebar att spårsträckningen passerade under Citybanan.

Med valt alternativ för anslutning till Grön linje styrs lokaliseringen av tunneln på sträckan Odenplan - Hagastaden av behovet av att först korsa tunnelbanans Gröna linje och sedan Citybanans spårtunnel. Om tunnelbanan passerar under Citybanan kommer Station Hagastaden att behöva placeras i ett djupare läge vilket försämrar för trafikanterna. Även spårgeometrin mellan Odenplan och Hagastaden blir sämre med branta lutningar, förutsatt att inte också Station Odenplan läggs i ett djupare läge. En spårsträckning som passerar under Citybanan valdes därför bort.

3.2.2 Bortvalda lokaliseringar av Station Odenplan

Djupt läge för Station Odenplan

En djupare station skulle behöva läggas under Citybanan vilket ger sämre bytesmöjligheter för resenärer som ska byta mellan Gul och Grön linje samt mellan Gul linje och bussar. Ett djupt läge skulle därför få ett lägre antal resenärer än ett grunt alternativ. En större mängd berg skulle behöva sprängas ut vilket i sin tur bedöms ge en högre kostnad. I ett djupt läge försvinner även möjligheten för resenärer att fortsätta direkt mot centrum på Grön linje, eftersom det skulle kräva ett byte där resenärer måste ta sig till plattformar på olika plan. För framtida tunnelbanekopplingar under Mälaren finns andra alternativ än en förlängning av Gul linje söderut. Mycket talade därför för ett grunt läge varför det djupa alternativet valdes bort.

Två plattformar på Station Odenplan

En lösning med en ny plattform parallellt med och norr om den nuvarande har studerats. Det skulle skapa en möjlighet att trafikera Gul linje med vändande trafik som inte skulle påverka trafikeringen på Grön linje. Detta alternativ skulle dock ge fler byten för resenärerna. Att bygga en ny plattform skulle medföra mycket störande schaktarbeten, ledningsomläggningar med mera i Odenplan samt innebära omfattande schaktarbeten nära Gustaf Vasa kyrka, vilket i sin tur skulle medföra stora risker för skador på kulturhistoriska värden i kyrkan. Fördjupade studier visar att påverkan på den Gröna linjens trafikering med genomgående trafik för Gul linje blir liten. Störningarna, riskerna och de höga kostnaderna för detta alternativ i relation till nyttan är motiv till bortval av denna lokalisering.

3.2.3 Bortvalda lokaliseringar av Station Hagastaden

Nordligt läge för Station Hagastaden

Ett nordligare läge skulle innebära att det inte blir en framtida stationsentré vid Torsplan. Denna lokalisering valdes bort av landstingsstyrelsen år 2009. Det nordliga stationsläget bedömdes minska busstrafiken i större utsträckning än det sydliga och det nådde inte heller det planerade nya stadsdelscentrumet vid Torsplan. En kompletterande utredning under järnvägsplanens framtagande studerade återigen ett nordligare alternativ. Detta valdes bort framför allt för att det inte når det stora upptagningsområde vid Torsplan.

Större entré vid Karolinska Institutet för Station Hagastaden

I Station Hagastaden har ett alternativ med en stationsbyggnad framför Nobel Forum väster om Solnavägen. Planförslagets förslag på entré ligger i ett något nordligare läge och får en enklare standard med enbart trappa och hiss (utan rulltrappa). Förändringen motiveras av kostnadsskäl.

3.2.4 Bortvalda lokaliseringar av Station Hagalunds industriområde

För samtliga studerade alternativ har det nya plattformsrummet för tunnelbanan placerats under Ostkustbanan, för att kunna nå målpunkter på både västra och östra sidan om Ostkustbanan. Det har studerats ett flertal alternativ av stationsentréernas lokalisering. Valt alternativ ger bästa kopplingen till identifierade målpunkter. Motivet till varför andra alternativ valts bort är främst att det totalt sett blir längre sträckor för resenärerna i gångtunnlar under mark samt långa rulltrapps- och hisspaket för att nå markytan. Dessa kan även komma att upplevas som en otrygg miljö.

3.2.5 Bortvalda lokaliseringar av Station Arenastaden

Nordligt läge och mittalternativ för Station Arenastaden

I lokaliseringsutredningen prövades tre alternativa stationslägen för Arenastaden. Det nordliga stationsläget kunde avfärdas då det kom för långt från upptagningsområdet. Vidare fanns önskemål om att inte ligga för nära Friends Arena för att polisen ska kunna styra och kontrollera besökandeströmmarna bättre. Mittalternativet valdes bort i det fortsatta arbetet eftersom det inte gav möjlighet till plats för entréer utan att allvarligt påverka pågående och planerad byggnation. Mittalternativet ger också längre gångavstånd för byte till spårvagn eller buss.

Sydligt läge vid Målbron och Frösundaleden för Station Arenastaden

Det i samrådshandlingen 2015 föreslagna läget för Station Arenastaden, längre norrut än planförslaget och närmare pendeltågsstationen valdes bort på grund av att lösningen krävde djupa jordschakter intill spårområdet och Frösundaleden samt påverkade den pågående planeringen av Arenastaden. Det var därför en betydligt dyrare och mer riskfylld lösning, såväl under byggtiden som med hänsyn till farligt godsolyckor på Ostkustbanan och Frösundaleden, än den nu valda som ligger drygt 100 meter längre bort från järnvägen och drygt 40 meter från Frösundaleden med bra bergtäckning. Med nuvarande placering bedöms också spridning av personer bli bättre i området då pendeltågsstationen och tunnelbanestationen hamnar längre från varandra.

3.3 Bortvalda utformningsalternativ

I detta avsnitt beskrivs möjliga alternativa utformningar som har övervägts och förkastats. Det följer av kraven på att undvika intrång och olägenhet som finns i lagen (1995:1649) om byggande av järnväg.

3.3.1 Bortvalda utformningar av spårtunnlar

Borrad tunnel

En tunnel kan byggas på olika sätt, genom borrning med så kallad TBM-teknik eller konventionell borrning och sprängning. TBM ger en helt cirkulär sektion. Denna metod och utformning har valts bort eftersom sektionen varierar på sträckan. Det blir därför inga besparingar eller tidsvinster att borra tunnlarna istället för att spränga ut dem enligt konventionella metoder. En cirkulär sektion ger också ett större berguttag än den valda sektionen som anpassats efter tunnelbanevagnars utrymmeskrav.

3.3.2 Bortvalda stationsutformningar

Station utan mellanplan

Att inte ha ett mellanplan innebär en sämre trygghet för resenären och sämre möjligheter att vrida rulltrapporna för att nå markytan. Därför har denna utformning valts bort för samtliga stationer förutom för station Hagastaden där det inte finns plats för ett mellanplan.

Plattformsavskiljande väggar

Inför Stockholmöverenskommelsen utreddes möjligheterna att införa plattformsavskiljande väggar (PFA) på den nya tunnelbanan. PFA är en åtgärd med helhöga och täta väggar som sätts upp i plattformskant. Åtgärden bidrar till suicidprevention och förbättrad luftkvalitet. I de tidiga utredningarna konstaterades tekniska svårigheter med ett införande då de skulle kräva att samtliga tåg har dörrarna placerade på samma avstånd. Befintlig fordonsflotta består av olika tåg och vagnar som inte har dörrarna placerade på samma ställe. Åtgärden kan därför inte med enkelhet införas i den befintliga tunnelbanan. I de tidiga studierna inför Stockholmsöverenskommelsen framkom att kostnaderna för att införa PFA är mycket höga. Parterna valde således att inte inkludera dessa kostnader i Stockholmsöverenskommelsen. Inga specifika åtgärder utöver att inte omöjliggöra ett införande av PFA i ett kommande skede görs.

Landstinget genom Trafikförvaltningen har studerat möjliga lösningar för suicidprevention där PFA har varit en. Andra möjliga åtgärder som studerats är barriärer, det vill säga halvhöga väggar, eller olika system för larm om att personer befinner sig på spår. I den nya tunnelbanan säkerställs att det inte är omöjligt i ett kommande skede införa barriärer på plattformen. Möjliga åtgärder för att förhindra självmord och personpåkörning kommer att utredas vidare inom projektet.

3.3.3 Bortvalda alternativ kring underhåll, räddning och utrymning

Upphöjd gångbana

Upphöjda gångbanor i spårtunnlar som medför enklare urstigning ur tåg har studerats men valts bort. Genomförda utrymningsberäkningar visar att utrymning på en upphöjd gångbana skapar sämre förhållanden för utrymmande personer eftersom de varma brandgaserna är tätare närmare taket, upphöjda gångbanor medför även fallrisker för personer som utnyttjar dessa då de inte kan utföras med skyddsräcken. Gångbanan behöver även anpassas i nivå till alla tvärtunnlar och växlar vilket i dessa lägen innebär urstigning till ett sluttande plan. Det skulle även innebära ett ökat berguttag i tunnlarna och försvåra framtida drift- och underhållsarbete.

Utformning utan servicetunnel Hagastaden-Arenastaden
Utrymning till annan spårtunnel på sträckan Hagastaden – Arenastaden har valts bort eftersom det finns en växel på sträckan som inte gör en sådan lösning möjlig. Utrymning via schakt till ytan har valts bort på grund av tunnlarnas djupa läge.

Servicetunnel söder om Hagastaden
Parallell servicetunnel, som även har en funktion som utrymningsväg, för delen Odenplan till Hagastaden valdes bort på grund utav att de två enkelspårstunnlarna på sträckan, inte är placerade parallellt utmed varandra, och inte heller har samma höjdläge på sträckan. Detta innebär att de mellanliggande bergrum/tvärtunnlar som föreslås ändå hade behövts i stor omfattning för att skapa förbindelse dem emellan och vidare till en servicetunnel placerad söder/väster om de två enkelspårstunnlarna. Sammantaget skulle detta medföra ett större berguttag jämfört med den valda lösningen med utrymningsvägar direkt till markytan, vilket också leder till mer miljöpåverkan och mer störningar för omgivningen under byggtiden.

Placering av utrymningsvägar
Tidigare lägen för placering av schakt och byggnader för utrymning har valts bort med hänsyn till intrång och påverkan på stadsbild. Lägena på skoltomten Vasa Real, på Gustaf Vasa kyrkotomt samt vid Torsplan har ersatts med de nu föreslagna lägena på Karlbergsvägen. Exakt placering på Karlbergsvägen har förskjutits något jämfört med de placeringar som visades under föregående granskning våren 2017. Genom att förlänga servicetunneln söderut från Station Hagastaden har det också blivit möjligt att reducera antalet utrymningsschakt till de två föreslagna.

3.3.4 Bortvalda alternativ för ventilation

Brandgasventilation i spårtunnlarna
Vid utrymning i tunnlar finns ingen brandgasventilation, istället finns utrymningsvägar i tillräcklig omfattning så att säker utrymning kan ske. Skälen till att brandgasventilation inte används är att systemet blir robustare eftersom styrning av brandgaser är svårt i tunnlar och kan i värsta fall förvärra situationen för de utrymmande.

Plattformsavskiljande väggar
Med heltäckande plattformsavskiljare (PFA) kan tunnelluft effektivt hållas borta från stationsutrymmen. Det innebär att ventilationssystemet kan göras enklare i stationerna. Eftersom Gul linje inte kommer ha plattformsavskiljare är ventilationslösningen dimensionerad så att den ska klara att vädra ut tunnelluft utan plattformsavskiljare.

Helt vinterstängda eller helt vinteröppna tryckutjämningsschakt
I befintlig tunnelbana stängs tryckutjämningsschakten vintertid. Detta har studerats även för nya tunnelbanan men har visat sig medföra höga partikelhalter på stationerna. Även alternativet att hålla tryckutjämningsschakten öppna hela vintern har studerats men valts bort för att säkerställa komfortkravet gällande temperatur på plattformarna. Beräkningar visade att det skulle bli mycket kallt med öppna schakt vissa dagar vintertid. Istället kommer tryckutjämningsschakten bli reglerbara.

Ventilationssystem med frånluftstorn vid Fogdevreten, Hälsinghöjden och Stadsbibiliotheket
I samrådet och vid granskningen av järnvägsplanen våren 2017 redovisades ett ventilationssystem som innehöll frånluft vid Fogdevreten, och eventuellt mindre justeringar och ombyggnationer av två av Gröna linjens befintliga tryckutjämningsschakt, vid Hälsingehöjden och vid Stadsbiblioteket.

För Hälsingehöjden och Stadsbiblioteket studerades både passiv och aktiv ventilation. Efter granskningen har arbetet med att optimera den planerade anläggningens ventilationskoncept fortsatt. Fördjupade studier av ventilationskonceptet möjliggör att ventilera tunnelbaneanläggningen utan aktiv ventilation via frånluftstorn vid Fogdevreten och utan att göra några förändringar av befintliga schakt vid Hälsingehöjden och Stadsbiblioteket.

3.3.5 Bortvalda alternativ för vatten- och avlopp

Med ballastfritt spår kan systemet för vatten och avlopp läggas upp på ett annat sätt med separata system för avloppsvatten och dränvatten. Avloppsvatten från till exempel tvättning samlas upp i rännor medan dränvatten leds till ett dränerande lager under betongplattan. Projekteringsinriktningen är att ha ballast och VA-systemet är utformat efter de förutsättningarna.

4. Områdesbeskrivning och framtida stadsutveckling

4.1 Områdesbeskrivning

4.1.1 Bebyggelse

Vasastaden ligger i stadsdelen Norrmalm i Stockholms stad. På Norrmalm finns främst flerbostadshus. Området är även präglat av äldre bebyggelse med höga kulturvärden av såväl nationellt som regionalt och lokalt värde.

Hagastaden är en stadsdel under omvandling. Området ligger delvis i Stockholms stad och delvis i Solna stad. Området sträcker sig från Vasastaden och Norra Stationsgatan in över Karolinska Universitetssjukhuset och Karolinska Institutet. En omfattande del av Hagastaden är överdäckningen av Norra Länken/E4/E20 samt Värtabanan samt byggnation av nya bostadskvarter på överdäckningen för att knyta ihop berörda stadsdelar.

Hagalunds industriområde präglas idag främst av småskalig bebyggelse från 1940- och 1950-talet. Området består i huvudsak av kontors- och industribyggnader.

Bostadsområdet i norra Hagalund består av åtta stora lamellhus, i dagligt tal kallat Blåkulla. Vid Hagalunds kyrka finns även lägre flerbostadshus, området kallas för Kyrkbacken.

Vad som idag kallas för Arenastaden har sedan slutet av 1800-talet dominerats av järnvägen och olika verksamheter kopplade till den. Idag är Arenastaden ett stadsutvecklingsområde i direkt anslutning till Solna station. I Arenastaden finns bland annat det nybyggda Mall of Scandinavia som är Skandinaviens största köpcentrum samt nationalarenan för fotboll Friends Arena.

4.1.2 Kollektivtrafik

I aktuellt område finns Grön tunnelbanelinje, ett flertal busslinjer, en pendeltågslinje och tvärbana. Inom upptagningsområdet för den Gula linjen finns det flera målpunkter som är av regional betydelse. Odenplan är en viktig knutpunkt som kommer få ökad betydelse när Citybanans pendeltågstunnel öppnas för trafik. Till Karolinska sjukhuset går idag stomlinje 3 och buss 77 från Sankt Eriksplan samt buss 73 och 67 från Odenplan. I Hagastaden trafikerar stombuss 6. Sträckan mellan Odenplan och Sankt Eriksplan trafikeras av Gröna linjen. Till Arenastaden går det pendeltåg från Stockholms Centralstation mot Märsta och Uppsala, med stopp vid Solna station varifrån det går att ta sig till Arenastaden via den nordliga stationsentrén. Vid Solna station ligger den slutstationen för tvärbanan från Alvik, och Solna station har även en stor mängd anslutande busslinjer som trafikerar Frösundaleden öster- och västerut.

För mer information hänvisas till *Planbeskrivning - Tunnelbana till Arenastaden*.

4.2 Framtida stadsutveckling

Enligt den regionala utvecklingsplanen för Stockholmsregionen, RUFS 2010, är såväl Odenplan, Hagastaden samt Arenastaden en del av den så kallade centrala regionkärnan. Den centrala regionkärnan bedöms vara av stor betydelse för regionens samlade konkurrensförmåga. En ny plan är under framtagande, RUFS 2050.

Översiktsplan Stockholm - Promenadstaden - Stockholm stads senaste översiktsplan antogs den 15 mars 2010. I översiktsplanen framhålls behovet av att förstärka infrastrukturen för att säkerställa en fortsatt integration i Stockholm-Mälarregionen. I planen tydliggörs det att en ny gren på den

Gröna linjen behövs för att försörja stadsutvecklingsområdet Karolinska - Norra Station med tunnelbanetrafik. Behovet av busstrafik till området skulle då minska kraftigt, vilket ger bättre utrymme i gaturummet. Det finns även en fördjupad översiktsplan (FÖP) för Karolinska-Norra Station antagen av Stockholms kommunfullmäktige 29 september 2008.

Solna stad antog en ny översiktsplan den 21 mars 2016 - *Översiktsplan 2030*. Utöver denna finns även fördjupade översiktsplaner (FÖP) för både Karolinska-Norra Station samt för Solna stationsområde.

De fördjupade översiktsplanerna för Karolinska-Norra station beskriver utvecklingen av Hagastaden med överdäckningen av Norra Länken/E4/E20 samt Värtabanan. Byggandet av Hagastaden planeras pågå till år 2025 och området ska utvecklas till en helt ny stadsdel med boende, parkområden och ett kunskapsintensivt näringsliv. Området planeras att bli ett världsledande centrum för livsvetenskap.

Enligt Solnas översiktsplan 2030 ingår grönområdet mellan Västra vägen/Solnavägen och Ostkustbanan i Hagalund i ett större område som är markerat för framtida blandad stadsbebyggelse. Solna har påbörjat detaljplaneprocessen för utbyggnad av kontor och bostäder i grönområdet mellan Solnavägen och Ostkustbanan. Även Hagalunds industriområde, som idag är markerat som ett område med huvudsakligen arbetsplatser ingår i detta större område för framtida blandad stadsbebyggelse.

Den fördjupade översiktsplanen för Solna stationsområde avser förändring av ett före detta industriområde med stora trafikbarriärer till en tät stad med en blandning av bostäder, arbetsplatser och service. I anslutning till Solna station har Arenastaden börjat växa fram. Inriktningen är att skapa en attraktiv och levande stadsdel med en blandning av bostäder och verksamheter som tillsammans kan utgöra ett centrum för idrott och kultur i regionen. Med Friends Arena och Mall of Scandinavia ska området utvecklas till ett besöksmål som även lockar besökare utanför Stockholmsregionen. Detta ställer krav på trafik- och kollektivtrafiklösningar.

En ny sträckning av tunnelbanan ger en möjlighet att i framtiden utveckla ett bostads- och verksamhetsområde kring den nya stationen som planeras i Hagalunds industriområde. I Hagalunds industriområde är inriktningen att skapa en stadsstruktur med en varierad bebyggelse, som består av en blandning av bostäder, arbetsplatser och servicefunktioner.

5. Miljöförutsättningar, påverkan och konsekvenser av planförslaget

5.1 Mark och vatten

Byggande av den Gula linjen kräver tillstånd för vattenverksamhet enligt miljöbalken. Tillståndsansökan kommer att prövas av mark- och miljödomstolen (miljöprövning). I MKB:n till tillståndsansökan för vattenverksamhet finns mer detaljerad information om förutsättningar och påverkan på vatten.

5.1.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Nuvarande förhållanden har undersökts inom hela influensområdet, se Figur 16.

Ytvatten

En ytvattendelare går igenom influensområdet (Figur 18) och delar in området i olika avrinningsområden. Den västra delen avvattnas mot Bällstaviken och Ulvsundasjön (Mälaren), den östra mot Brunnsviken och den södra mot Karlbergssjön (Mälaren). Inom influensområdet finns även Råstasjön, belägen väster om Hagalund. Råstasjön avrinner mot Brunnsviken. Mälaren och Saltsjön är indelade i flera olika ytvattenförekomster, varav en berörs av projektet: Mälaren-Ulvsundasjön.

Mälaren-Ulvsundasjöns ekologiska status klassas som måttlig på grund av påverkan av näringsämnen (övergödning), se Tabell 1. Den kemiska statusen uppnår ej god status på grund av höga halter av bland annat kvicksilver, bly och tributyltenn. För Mälaren-Ulvsundasjön finns fastställda miljökvalitetsnormer (MKN) beslutade och kungjorda 2016-12-21. Enligt dessa ska vattenförekomsten ha god ekologisk status år 2021 och god kemisk ytvattenstatus. För övergödning kan vattenförekomsten dock ej uppnå god ekologisk status till år 2021 utan har fått en tidsfrist till år 2027. För kvalitetskravet god kemisk ytvattenstatus ges undantag i form av mindre stränga krav för kvicksilver och bromerad difenyleter (PBDE), samt tidsfrist till år 2027 för tributyltenn, bly och antracen.

Inga åtgärder får genomföras inom vattenförekomsten som riskerar att försämra kemisk eller ekologisk status, se avsnitt *5.1.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter*.

Tabell 1. Status för ytvattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön.

Vattenförekomst	Ekologisk status/potential	Kemisk status
Mälaren-Ulvsundasjön	Måttlig	Ej god

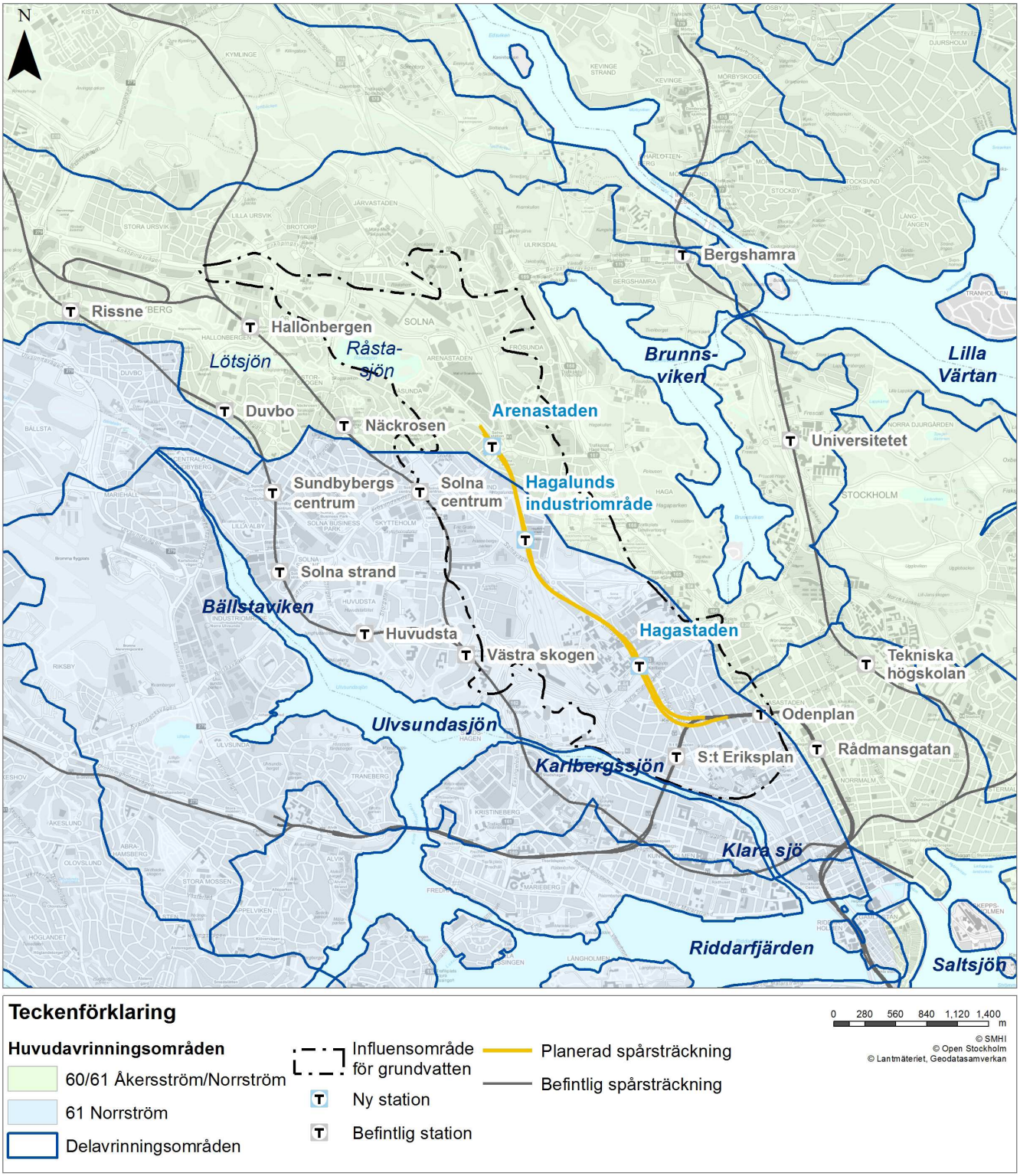
Berggrund

Berggrunden inom influensområdet utgörs i huvudsak av gnejs och granit. Större stråk med svaghetszoner[5] förekommer längs med hela sträckningen.

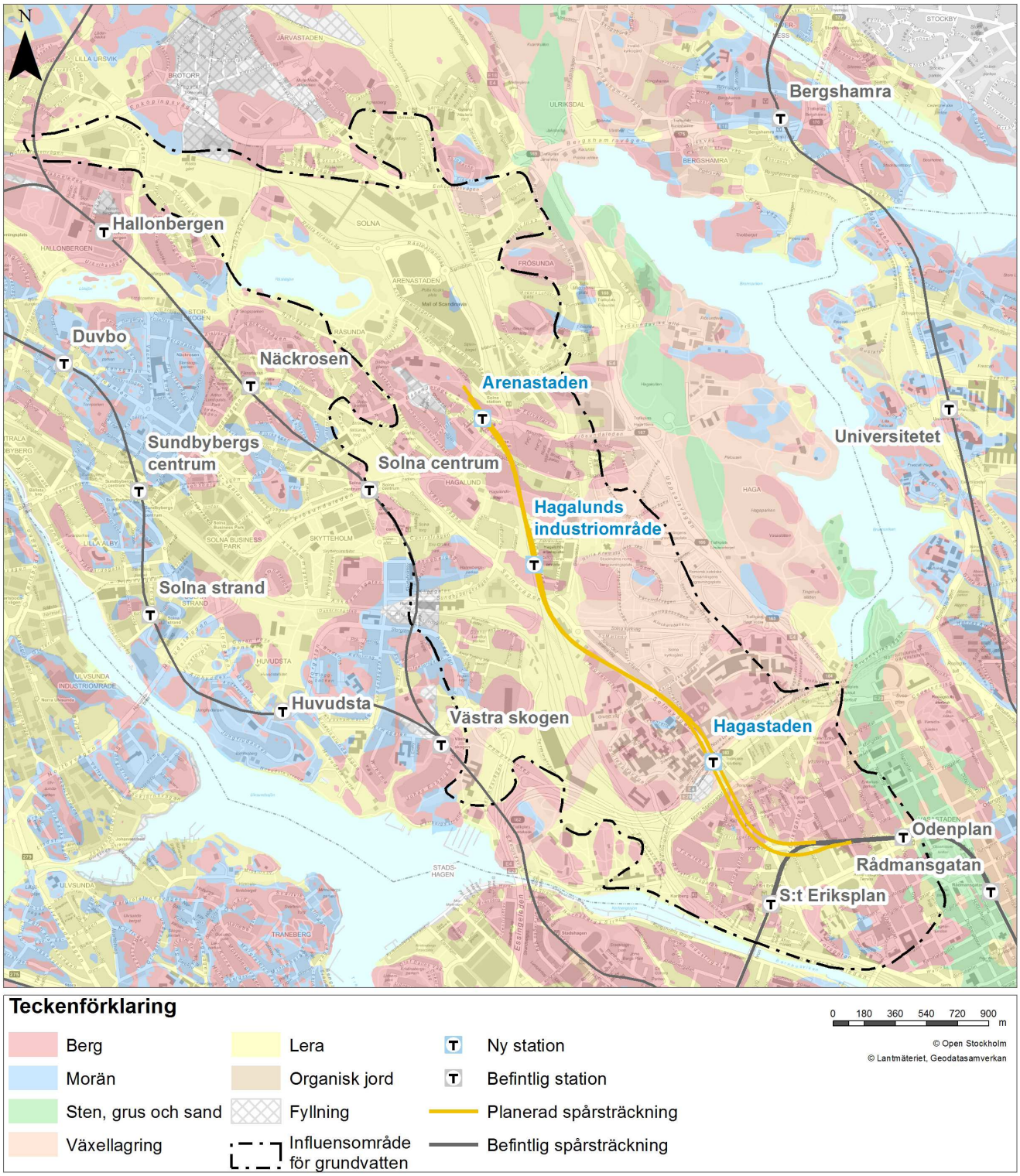
Jordarter

Jordarter inom influensområdet framgår av Figur 17. Området domineras av berg i dagen och lerfyllda sänkor med underlagrande moränlager. I den östra delen av influensområdet förekommer sandiga jordar.

5 De områden i berggrunden där berget är av dålig kvalitet.



Figur 16. Avrinningsområden för ytvatten samt influensområdet för grundvatten, det vill säga det område inom vilket det kan uppkomma grundvattenpåverkan till följd av vattenverksamheten (se mer information i avsnitt 5.1.2 Metodik samt faktaruta i avsnitt 5.1.2).



Figur 17. Jordarter.

Grundvatten

Det grundvatten som finns inom influensområdet används inte som dricksvattenresurs utan utgör i första hand en teknisk resurs som bland annat vissa byggnaders och anläggningars grundläggning är beroende av. Grundvattnet är även en resurs för bergvärmeuttag och energilagring. Grundvattnet kan också utgöra tillrinning till ytvattenförekomster.

Inom influensområdet förkommer grundvatten i huvudsak i öppna sprickor i berg, i naturliga friktionsjordlager samt i mer eller mindre omfattning i fyllnadsmaterial. I Figur 18 visas huvudsakliga undre grundvattenmagasin i jord (i friktionsjord under lera).

Grundvattennivåkänsliga objekt

Objekt som kan vara beroende av grundvattennivån i omgivande jordlager utgörs av byggnader som inte är grundlagda på fast mark, träpålade hus, markförlagda ledningar och andra anläggningar i leromräden. Till sättningskänsliga byggnader räknas de som är grundlagda på träpålar eller lera. Av de markförlagda ledningarna är skaderisken störst för styva ledningar som vatten- och avloppsledningar samt fjärrkyla-, fjärrvärme- och gasledningar. Elledningar, teleledningar eller bredband bedöms inte vara sättningskänsliga.

Dricksvatten- och energibrunnar är beroende av grundvattennivån i berg. Inom influensområdet har cirka 400 brunnar identifierats. Dessa är framförallt energibrunnar, men privata brunnar och brunnar med okänd användning finns också.

Grundvattenkänsliga objekt kan slutligen även utgöras av naturmiljöer och arkeologiska lämningar. Detta beskrivs i avsnitt *5.2 Kulturmiljö och stadsbild*.

I tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB redovisas grundvattennivåkänsliga objekt.

Mark- och grundvattenföroreningar

I länsstyrelsens databas över misstänkta och kända förorenade områden finns flera objekt inom influensområdet. Provtagning av jord och grundvatten visar att det ställvis förekommer föroreningar inom influensområdet, dock oftast i låga koncentrationer.

I området för Station Hagastaden, vid Karolinska Institutet, visar jordprover på halter lägre än Naturvårdsverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM). MKM innebär bland annat att marken kan användas för kontor, industrier eller vägar.

Vid Hagalunds industriområde har provtagning utförts väster om järnvägsspåren och i planerad stationsentré mot Solnavägen. Utförda analyser uppvisar låga halter, samtliga under riktvärdet för känslig markanvändning (KM). Den bensinstation som finns utmed Solnavägen är ett riskobjekt sett till markföroreningar och markprovtagning har således genomförts. I markproverna från bensinstationen påträffades inga föroreningar.

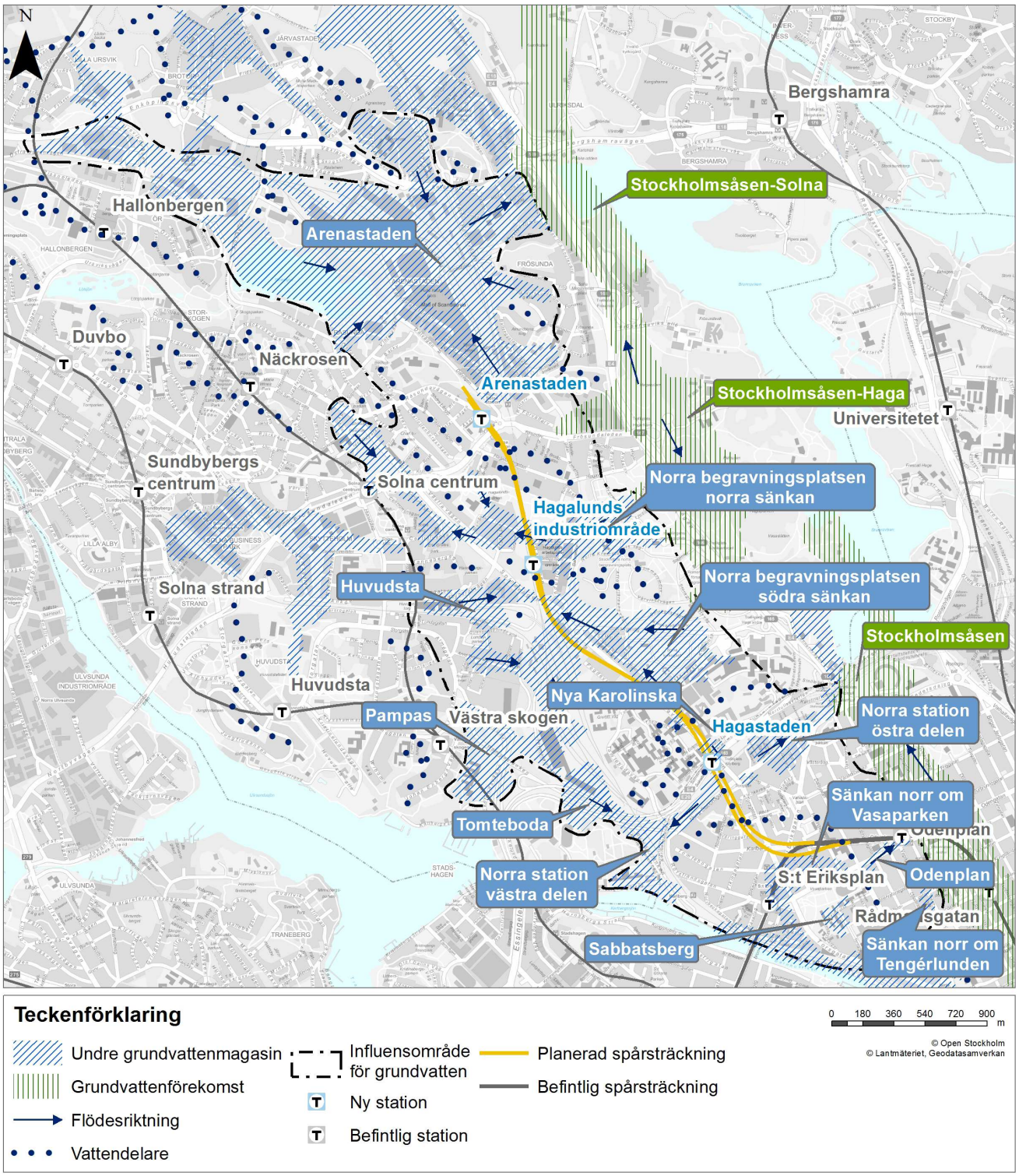
I ett område i höjd med Arenastaden har kraftigt förhöjda koncentrationer av klorerade lösningsmedel i grundvattnet konstaterats. Vidare provtagningar kommer att utföras för att säkerställa hanteringen under byggskedet. Vad gäller jordprover har generellt halter under MKM påträffats. I enstaka punkter har höga PAH-halter över MKM påvisats.

5.1.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

Miljökvalitetsnormer

År 2000 trädde det så kallade Vattendirektivet[6] - EU:s gemensamma regelverk - i kraft. Syftet med direktivet är att säkra en god vattenkvalitet i Europas yt- och grundvatten. Sjöar, vattendrag, kust- och grundvatten som är tillräckligt stora omfattas av vattendirektivet och kallas då formellt för vattenförekomster.

6 Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.



Figur 18. Utbredningen av de stora grundvattenmagasinen inom influensområdet. I textrutorna syns namnet på respektive grundvattenmagasin.

Sveriges vattenmyndigheter har i uppgift att fastställa miljökvalitetsnormer (MKN) för landets samtliga vattenförekomster. Dessa miljökvalitetsnormer är juridiskt bindande. Bestämmelser gällande MKN går att finna i 5 kapitlet miljöbalken med tillhörande förordningar. Målet är att alla Sveriges vattenförekomster ska ha uppnått minst god vattenstatus år 2021 och att det inte ska ske en försämring av statusen. I de fall detta inte är möjligt kan undantag medges och tiden för när MKN följs kan förskjutas, dock som längst till år 2027. Miljökvalitetsnormerna omfattar *ekologisk* och *kemisk* ytvattenstatus samt *kemisk* och *kvantitativ* grundvattenstatus. Den ekologiska statusen bedöms i en femgradig skala: *hög, god, måttlig, otillfredsställande* och *dålig* medan den kemiska ytvattenstatusen har två klasser: god eller uppnår ej god.

Icke-försämringskravet gäller för alla vattenförekomster och innebär att alla förekomster ska bibehålla god status och att mänskliga verksamheter inte får försämra statusen i någon förekomst.

Enligt förordningen om förvaltningen av kvaliteten på vattenmiljön skulle nya MKN, förvaltningsplaner och åtgärdsprogram ha tagits fram av Vattenmyndigheterna och fastställts för perioden 2016-2021 senast 22 december 2015. I vissa fall ska regeringen ges möjlighet att pröva ett förslag till åtgärdsprogram, vilket aktualiserades denna gång. Prövningen slutfördes först i december 2016. Det är de fastställda normerna från 2016 som tillämpas i de bedömningar som görs i denna MKB.

Följande kommunala program beskriver Stockholms och Solna stads arbete med att implementera vattendirektivet:

- Stockholms stads handlingsplan för god vattenstatus
- Solna stads dagvattenstrategi

Utsläpp till recipient

Villkor för utsläpp till recipient (Ulvsundasjön) via dagvattenledningar och reningskrav ställs av Solna stad beroende på recipientens miljöstatus. Avledning av förorenat vatten till recipient är en anmälningspliktig verksamhet.

Markföroreningar

För bedömning av förorenad mark används Naturvårdsverkets ”Generella riktvärden för förorenad mark” (rapport 4638). I ett senare skede, när eventuella markföroreningar ska tas om hand, kan platsspecifika värden komma att tas fram om det bedöms relevant.

Metodik och osäkerheter

I ett inledande skede har ett utredningsområde för grundvatten definierats. Utredningsområdet utgörs av ett större geografiskt område inom vilket utredningar av bland annat yt- och grundvatten utförts för att bedöma ett influensområde. Utifrån utförda markundersökningar, bedömningar och beräkningar har ett så kallat influensområde för grundvatten tagits fram. Influensområdet är avgränsat med god säkerhetsmarginal och utifrån att tätning utförs i hela tunnelanläggningen. Däremot har skyddsinfiltration inte beaktats vid framtagande av influensområdet.

Nedan listas den övergripande metodiken för identifiering av yt- och grundvattenpåverkan:

- Avgränsning av ytvattendelare och grundvattendelare har gjorts utifrån höjddata, indelning och beskrivning av olika grundvattenmagasin, avrinningsvägar etc.
- Genomgång av befintlig geologisk och hydrologisk information och identifierade potentiella skadeobjekt.
- Sammanställning och redovisning av hydrogeologisk konceptuell modell för ovan identifierade delområden.
- Genomförande av kompletterande fältundersökningar gällande främst grundvatten.
- Beräkningar av grundvattenbalansberäkningar.

- Slutlig påverkan på grundvatten och ytvatten bedöms och åtgärder för att hindra oacceptabla konsekvenser föreslås. Det område som kan påverkas vid en grundvattennivåsänkning, förutsatt att det inte genomförs några åtgärder, benämns *influensområdet*.

Information om byggnaders grundläggning inom influensområdet har hämtats från Stockholms, Solna och Sundbybergs kommuner. Särskild fokus har lagts på träpålade hus och byggnader inom lerområden på grund av risken för sättningar vid en grundvattennivåsänkning.

Uppgifter om brunnar inom influensområdet har insamlats från Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) brunnsarkiv samt berörda kommuner.

En viss osäkerhet finns i inventeringen av byggnader då många fastigheter saknar grundläggningsinformation. Dessa byggnader är därför klassade som okänd grundläggning och tas med i listan över skadeobjekt. Även inventering av brunnar innebär en viss osäkerhet då det kan finnas okända brunnar som inte finns registrerade.

Alla underlag som används för att bedöma påverkan är inte exakta sanningar. Bedömningarna ligger i sin tur till grund för de skyddsåtgärder och kontrollmätningar som föreslås.



Skillnaden mellan utredningsområde, influensområde och avrinningsområde vad gäller vatten

Utredningsområde är det område inom vilket utredningar görs för att klarlägga hydrogeologiska, geologiska och geotekniska förhållanden för att kunna bedöma ett influensområde. Inom utredningsområdet utförs det även inventeringar av naturvärden, kulturvärden, byggnader och anläggningar som kan skadas till följd av vattenverksamheten.

Influensområde är det område inom vilket det kan uppkomma grundvattenpåverkan till följd av vattenverksamheten.

Avrinningsområde är det landområde som avvattnas via samma ytvattenrecipient (sjö, havsvik, vattendrag). Området avgränsas av topografin som skapar vattendelare gentemot andra avrinningsområden.

5.1.3 Planförslagets miljöpåverkan

Ytvatten

Efter erforderlig behandling och rening kommer allt inläckande grundvatten (dränvatten) från tunnlarna att avbördas via en utloppsledning till en befintlig dagvattenledning och vidare till recipient. Recipient för dränvattnet från Gul linje är Ulvsundasjön.

Dränvattnet förväntas vara relativt rent vilket erfarenheter från andra tunnlar i Stockholm visar. Spolning av tunnlarna planeras ske under drifttiden. Erfarenheter från spolning av tunnlar i befintligt tunnelbanesystem visar att inte heller spolvattnet innehåller förhöjda halter föroreningar.

Provtagningar på grundvatten kring Arenastaden har utförts och halten av klorerade lösningsmedel är hög i berget och i friktionsjorden under leran. Föroreningen kan mobiliseras med grundvattenströmningen och nå tunneln via det inläckande grundvattnet. Hur stora mängder som kan läcka in i tunneln beror på utspädningseffekter och tätning i tunneln.

Grundvatten

Planförslagets huvudsakliga påverkan på vatten bedöms uppstå till följd av byggandet av tunnlarna vilket kan påverka grundvattennivån. Majoriteten av de effekter och konsekvenser som är kopplade till mark- och vattenfrågor är därmed begränsade till byggskedet (se kapitel 6 *Byggmetoder,*

genomförande och övergående störningar). En del av de effekter och konsekvenser som uppstår i samband med byggskedet kan dock kvarstå även under driftskedet.

Trots att tunnlarna tätas kommer ett visst inläckage att kvarstå under driftskedet. Detta inläckage kan variera längs med tunneln beroende på hur tätt berget är och om sprick- eller krosszoner passeras. Inläckande vatten, så kallat dränvatten, kan resultera i en permanent grundvattennivåsänkning. Vanligtvis är det bara närområdet längs med tunnlarna som påverkas under driftskedet, men detta kan variera beroende på bergets vattenförande egenskaper. Det område där det kan uppkomma grundvattennivåpåverkan till följd av vattenverksamheten benämns influensområdet.

Inom influensområdet finns totalt cirka 400 brunnar, varav majoriteten är energibrunnar. Om det sker en avsänkning av grundvattennivån i berg kan enskilda sprickor i berget dräneras vilket kan få effekter på områdets energibrunnar. Står sprickor i tunneln i kontakt med sprickor i en energibrunn kan vattennivån i brunnen sänkas. Det är inte möjligt att i förhand förutse vilka energibrunnar som eventuellt påverkas. I de fall grundvattenbortledningen skulle få effekter på en brunn kan åtgärder vidtas.

Risker för effekter på kultur- och naturmiljöer till följd av grundvattennivåsänkningar beskrivs i avsnitt 5.2 *Kulturmiljö och stadsbild* samt 5.3 *Naturmiljö och rekreation*. Projektets påverkan på grundvatten och ytvatten och eventuella effekter och konsekvenser på specifika objekt redovisas mer i detalj i MKB för tillståndsansökan.

5.1.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Åtgärder och anpassningar som arbetats in vid utformningen av anläggningen redovisas i avsnitt 3.1 *Planförslaget* samt 3.1.4 *Vatten- och avlopp*.

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen

- VA-systemet ska förses med en reningsanläggning i lågpunkten av tunneln. Denna kommer att utrustas med sedimentering/slamavskiljning i kombination med oljeavskiljare och eventuellt filter eller annan typ av rening som säkerställer vattenkvalitén för möjliggörande av vidare transport till recipient.
- Inläckande vatten runt området kring Arenastaden kan vara förorenat och kommer därför att hanteras samt renas i en separat anläggning innan det pumpas ut till recipient via VA-systemet.

Förslag till övriga åtgärder

- Vid händelse av brand och vid andra utsläpp i tunneln bör det vara möjligt att hantera detta vatten separat i enlighet med dess föroreningshalt. En tänkbar åtgärd är att pumparna i anläggningen ska kunna stängas av och att det sedan ska vara möjligt att samla upp och köra bort vattnet för rening.
- För att motverka risk för grundvattennivåsänkning kommer tätning att utföras. Vid risk för en permanent skadlig grundvattennivåsänkning längs tunnelbanesträckningen bör skyddsinfiltration av vatten tillämpas för att upprätthålla grundvattennivåerna. Tätning och behov av infiltration som skyddsåtgärder beskrivs i tillståndsansökan.

Förslag till övriga försiktighetsmått

- Om grundvattennivån sjunker i någon av energibrunnarna föreslås åtgärder i form av utfyllnad av brunnen med sand för att få ett effektivare transportmedel av värme, fördjupning av brunnen eller borrning av ny brunn. Detta kommer att hanteras inom ramen för tillståndsansökan för vattenverksamhet.

5.1.5 Konsekvensbedömning

Ytvatten

Flödet av utpumpat dränvatten, det vill säga det kontinuerliga basflödet från tunneln, kommer med största sannolikhet att vara förhållandevis litet. Dränvattnet kommer troligtvis även vara relativt rent, vilket erfarenheter från andra tunnlar visar. Det finns dock en osäkerhet gällande vilka ämnen som kommer att finnas i dränvattnet från Gul linje och i vilka mängder. Det finns dessutom en risk för att dränvattnet innehåller klorerade lösningsmedel från området kring Arenastaden. Utan skyddsåtgärder, det vill säga utan ett VA-system med reningsanläggning samt separat anläggning för rening av dränvatten från Arenastaden, bedöms det samlade utsläppet av förorenat dränvatten från spårtunnlarna medföra måttliga negativa konsekvenser för recipienten Ulvsundasjön.

I det fall VA-systemet kompletteras med en reningsanläggning bedöms dränvattnet från spårtunnlarna, inklusive dränvattnet från Arenastaden, renas i tillräckligt hög grad för att uppfylla Solna stads riktlinjer för utsläpp till Ulvsundasjön. Förutsatt att även dränvatten från området kring Arenastaden hanteras och renas separat bedöms även det vattnet klara riktlinjerna. Med vidtagna skyddsåtgärder för dränvatten bedöms de samlade negativa konsekvenserna vara små för recipient Ulvsundasjön.

Ulvsundasjön har idag måttlig ekologisk status och ej god kemisk status. En ytvattenförekomsts ekologiska status berörs till stor del av direkta ingrepp i vattenmiljön såsom muddring, sprängning i vatten eller anläggning av dammar. Utbyggnaden av Gul linje medför ingen påverkan av den karaktären. Dränvattnet bedöms inte heller innehålla några förhöjda halter av näringsämnen varför varken den ekologiska statusen eller statusen på dess underliggande kvalitetsfaktorer bedöms påverkas av tunnelbaneutbyggnaden.

Eftersom det huvudsakligen är grundvatten som kommer att bortledas från tunnelbanan kommer mängderna av de prioriterade ämnena i dränvattnet, som ligger till grund för den kemiska statusen, att vara små. Dessutom kommer flödet (dränvattnet) vara litet i förhållande till Ulvsundasjöns omsättningstid och vattenvolym. Det bedöms därför inte vara troligt att Gul linje medför en sådan påverkan att statusen för något av de prioriterade ämnen som ligger till grund för den kemiska statusen försämras över en klassgräns. Sammantaget bedöms således planförslaget inte påverka möjligheten att följa MKN för recipienten Ulvsundasjön. Mer information finns i bilaga 3 till tillståndsprövningn för vattenverksamhet, PM Miljökvalitesnormer för ytvatten.

Utöver dränvattnets påverkan på Ulvundasjön finns det, vid händelse av brand, även en risk för negativ påverkan till följd av utsläpp av släckvatten. Risken för brand i Gula linjen är liten men om det inträffar och släckvatten släpps ut direkt till recipient bedöms detta få omfattande negativa konsekvenser för recipienten. Släckvattnets kemiska innehåll och dess volym är svår att förutse då det beror på omfattning av brand och vilka kemiska ämnen som löses i släckvattnet och följer med ut till recipient. I de fall släckvattnet samlas upp och hanteras separat blir det inga negativa konsekvenser för Ulvsundasjön.

Grundvatten

Utan skyddsåtgärder för grundvatten bedöms det finnas en risk för sänkning av grundvattennivån i berg och jord. Om det sker en stor sänkning av grundvattennivån inom ett eller flera grundvattenmagasin bedöms det kunna leda till stora skador på ledningar och byggnader inom sättningskänsliga leromården samt på hus grundlagda på träpålar. Byggnader med grundläggning av trä kan skadas vid en grundvattennivåsänkning i övre magasin. Grundvattennivåsänkningar kan även få negativa konsekvenser för energibrunnar. En permanent grundvattensänkning skulle således ge måttliga negativa konsekvenser.

Det är i dagsläget osäkert om och i vilken omfattning som det kommer att behövas skyddsinfiltration. I det fall skyddsinfiltration behövs och tillämpas kommer konsekvenserna av en grundvatten-

nivåsänkning i jord att mildras. . Trots infiltration finns det en risk att avsänkta vattennivåer i bergborrade brunnar kvarstår. Med vidtagna skyddsåtgärder bedöms planförslaget därför likväl medföra små negativa konsekvenser för grundvatten.

En mer ingående beskrivning av projektets påverkan på grund- och ytvatten samt skyddsåtgärder för att undvika negativa konsekvenser kommer att finnas i tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB. Villkor för att undvika negativ påverkan kommer att läggas fast i miljödomen för vattenverksamheten och förutsätts vara tillräckliga för att undvika permanenta skador till följd av påverkan på yt- och grundvatten.

5.2 Kulturmiljö och stadsbild

5.2.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Inom utredningsområdet för kulturmiljö[7] finns miljöer med stora kulturhistoriska värden i form av kyrkobyggnader, riksintressen för kulturmiljövård, fornlämningar, byggnadsminnen och annan värdefull bebyggelse. Nedan görs en beskrivning av dessa kulturhistoriskt värdefulla helhetsmiljöer och byggnader. En mer detaljerad beskrivning finns i underlagsrapporten *Kulturmiljö och stadsbild Odenplan till Arenastaden*.

Vad är kulturmiljö?

Med kulturmiljö menas miljöer som människan påverkat genom tiderna och som därför vittnar om historiska och geografiska sammanhang. Det kan gälla enskilda objekt såväl som stora landskapsavsnitt och kan utgöras av allt från förhistoriska lämningar till dagens bebyggelsemiljöer. Kulturmiljön är en viktig del av vårt kulturarv och bidrar till en meningsfull och stimulerande livsmiljö, men den är också en viktig resurs för rekreation, friluftsliv, turism- och besöksnäring.

För att kulturmiljövärden ska bevaras till kommande generationer och att kontinuiteten i miljön upprätthålls är det viktigt att hänsyn tas vid planering av infrastruktur. För detta krävs bland annat att värdefulla områden respekteras och att fragmentering av miljöerna undviks.

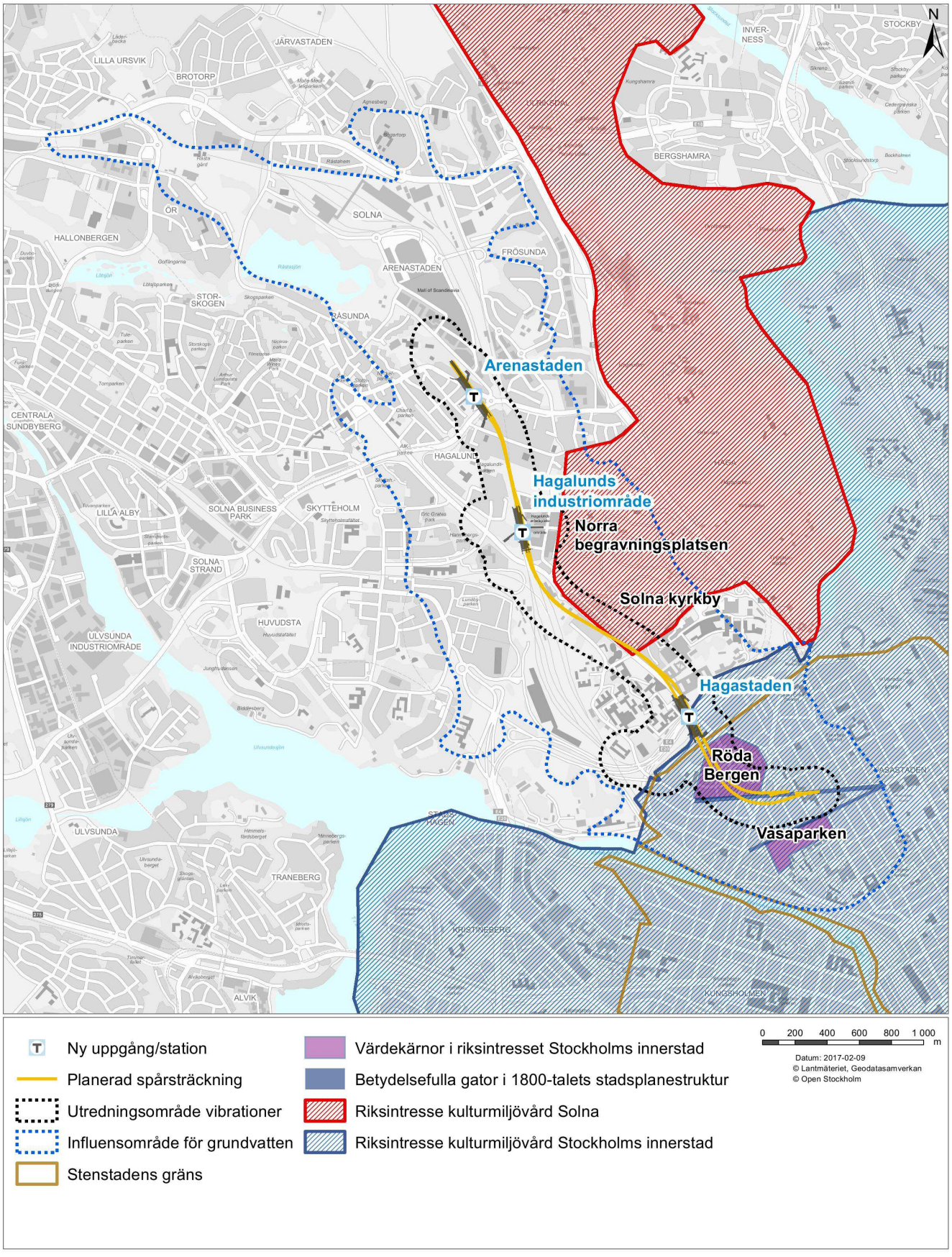
Stockholms stad - värdefulla helhetsmiljö

Riksintresset för kulturmiljövård Stockholms innerstad med Djurgården [AB 115]
Stora delar av utredningsområdet ingår i riksintresseområdet för kulturmiljövården Stockholms innerstad med Djurgården, se Figur 19. Riksintresset speglar betydelsefulla historiska strukturer och samband såsom Stockholms funktion som huvudstad, bildningsstad och förvaltningsstad alltsedan medeltiden och framåt. Riksintresset innefattar bland annat Vasastan, Vasaparken, Röda bergen och Birkastan med tydliga uttryck för stadsplaneringskonst under 1870-talet - 1920-talet.

Tre så kallade värdekärnor i riksintresset Stockholms innerstad ligger inom utredningsområdet; Karlbergsvägen och 1800-talets stadsplanestruktur, Vasaparken samt Röda bergen. Av dessa bedöms Karlbergsvägen och 1800-talets stadsplanestruktur samt Röda bergen vara mest relevanta för utbyggnaden av Gul linje.

Karlbergsvägen och 1800-talets stadsplanestruktur - De breda gatorna norr och söder om Gustaf Vasa kyrka, Karlbergsvägen och Odengatan, möts i Odenplans östra ände och ger platsen en triangulär form, se Figur 20. Dessa gator, med förebild från kontinentens storstäder, var en del i den stadsplan som fastställdes år 1879. Stora bostadskvarter uppfördes i ett rutnät i området.

7 Utredningsområdet för kulturmiljö utgörs av utredningsområdet för vibrationer och influensområdet för grundvatten.



Figur 19. Områden med kulturmiljövärden av nationellt intresse inom utredningsområdet för kulturmiljö (motsvarar utredningsområdet för vibrationer samt influensområdet för grundvatten).

Karlbergsvägen är en cirka 30 meter bred gata, ursprungligen med planteringar på ömse sidor. Siktlinjerna längs Karlbergsvägen innehåller en rad stadsbyggnadsmotiv av betydelse, bland annat 1800-talets och den tidiga 1900-talsbebyggelsens homogena skala och höjd (fem våningar) samt ett variationsrikt taklandskap såsom det i kvarteret Snöklockan (se Figur 21).



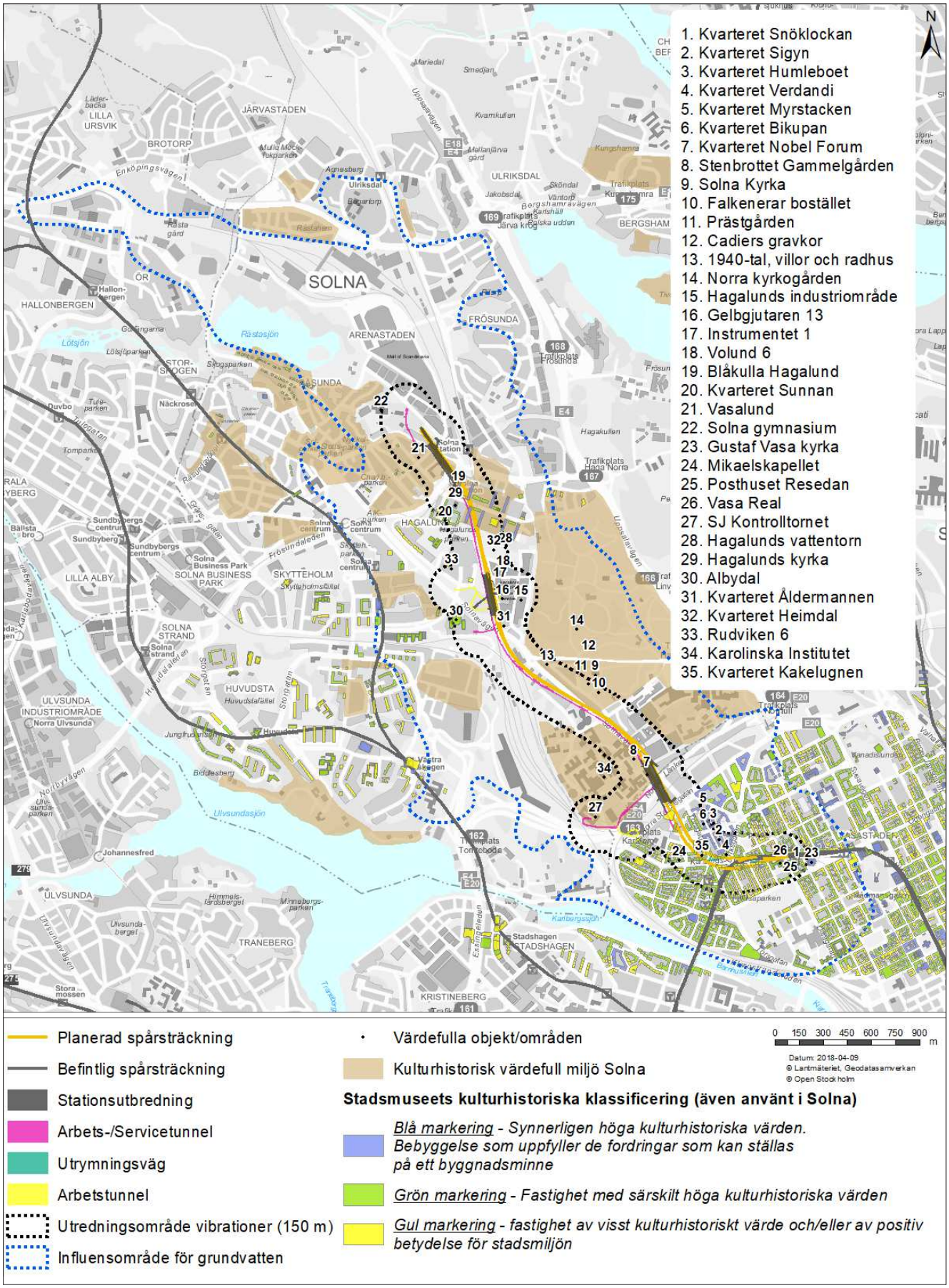
Figur 20. Odenplan år 1930. Notera den täta grönskan kring kyrkan och längs med Karlbergsvägen som sedermera gallrades eller togs bort helt. Källa: Stockholmskällan, Fotonummer E 32605, Stockholms stadsmuseum.



Figur 21. Till vänster: Kvarteret Snöklockan 4. Burspråk och rundade smidesbalkonger. Till höger: Karlbergsvägen från öster.

Förutom värdekärnorna är de tydligt avläsbara ”årsringarna” i stadsväxten samt stenstadens tydliga yttre gräns relevanta att beakta.

Röda bergen - Röda Bergen har en ovanligt välbevarad bebyggelse som ger uttryck för 1910- och 1920-talets arkitektoniska ideal. Områdets genomgående höga kvalitet gör Röda Bergen till en av de främsta bostadsmiljöer som skapats i Stockholm och i Sverige. Flertalet byggnader har av Stadsmuseet bedömts vara av så högt kulturhistoriskt värde att de motsvarar fordringarna på byggnadsminne enligt kulturmiljölagen (blå klass enligt klassificering beskriven under rubrik *Stockholm - värdefulla byggnader).*



Figur 22. Stockholms stadsmuseums klassificering av bebyggelsens kulturhistoriska värden i Stockholm samt kulturhistoriskt värdefulla miljöer och bebyggelse i Solna. Observera att samtliga av de kulturhistoriskt värdefulla byggnader som finns inom influensområdet för grundvatten inte är redovisade i figuren, se mer information i avsnitt 5.2.2. De byggnader som är lilamarkerade är fortfarande under utredning. Dessa byggnader kan således ha ett kulturhistorisk värde bara att de inte är klassade ännu. Källa: kartor.stockholm.se och Solna stads översiktsplan 2016 (Solna översiktsplan 2030).

Stockholm - värdefulla byggnader

Stockholms stadsmuseum har tagit fram ett planeringsunderlag som redovisar bebyggelsens kulturhistoriska värden i Stockholms stad, se Figur 22.

I Stockholms stadsmuseums planeringsunderlag kategoriseras kulturhistoriskt värdefulla byggnader, huvudsakligen i en tregradig skala:

- *Blå markering*: Synnerligen höga kulturhistoriska värden. Bebyggelse som uppfyller de fordringar som kan ställs på ett byggnadsminne.
- *Grön markering:* Fastighet med särskilt höga kulturhistoriska värden.
- *Gul markering*: Fastighet av visst kulturhistoriskt värde och/eller av positiv betydelse för stadsmiljön.

Utöver de byggnader som redan beskrivits bedöms följande byggnader vara av betydelse:

Gustaf Vasa kyrka

Gustaf Vasa kyrka är Stockholms största församlingskyrka och bedöms ha synnerligen höga kulturhistoriska värden (blåmarkering). Kyrkan skyddas som kyrkligt kulturminne enligt 4 kapitlet kulturmiljölagen. Hela kyrkotomten ingår i det kyrkliga byggnadsminnet.

Solna - värdefulla helhetsmiljöer och byggnader

Riksintresse för kulturmiljövård Solna [AB 37]

Riksintresseområdet Solna har totalt tre värdekärnor. Två av dessa ligger inom utredningsområdet: Norra begravningsplatsen och Sockencentrum för den stora Solna socken präglat av Solna kyrka, se Figur 23.



Figur 23. Solna kyrka. Källa: Foto: Calldik Lundblad, Solna bildarkiv.

Norra begravningsplatsen var Stockholmsförsamlingarnas första gemensamma begravningsplats. Anläggningen pryds av minnesmonument, skulpturer, reliefer och andra konstnärliga utsmyckningar.

Solna kyrka är grundlagd under senare delen av 1100-talet som en romansk rundkyrka, se Figur 23. Kyrkan är tillbyggd i etapper under medeltiden. Under 1400-talets andra hälft målades väggar och valv, varav rester finns kvar idag. Altaruppsatsen är från 1600-talet. Solna kyrka är ett kyrkligt kulturminne enligt 4 kapitlet kulturmiljölagen.

SJ, Kontrollkontoret

Denna stora byggnad byggd år 1912 i typisk nationalromantisk stil med borgliknande, tjocka tegelväggar, granitsocklar, ekportar och utskjutande gavlar är ett enskilt byggnadsminne, se Figur 24 . Byggnaden är skyddad enligt 3 kapitlet kulturmiljölagen.



Figur 24. Byggnadsminnet SJ, Kontrollkontoret. Källa: RAÄ:s bebyggelseregister, 2013.



Figur 25. Nobel Forum. Källa: http://www.biosci.ki.se/groups/tbu/hedgehog/travelinfo.html



Figur 26. Byggnadsminnet Gammelgården. Aula Medica i bakgrunden.

Karolinska Institutet och Nobel Forum

Karolinska Institutet har av Solna stad utpekats som ett särskilt kulturhistoriskt värdefullt område i sin helhet. Nobelstiftelsens hus, *Nobel Forum*, är uppförd år 1993 efter ritningar av Johan Celsing, en av Sveriges mest uppskattade samtida arkitekter. Byggnaden har stora arkitektoniska värden vilka skapar en länk till den tidigare bebyggelsen inom Karolinska Institutet. Byggnaden med sin omgivning har ett högt kulturhistoriskt värde.

Gammelgården, Stenbrottet

Inom Karolinska Institutet i Solna stad finns ett byggnadsminne, Gamla Stenbrottet, som är skyddat enligt 3 kapitlet kulturmiljölagen. Byggnadsminnet, även kallat ”Gammelgården”, är ursprungligen från 1770-talet och utgörs av två byggnader med omgivande trädgård, , se vidare under rubrik *Fornlämningar och andra kulturhistoriska lämningar*. Gammelgården är även registrerad som en kulturhistorisk lämning enligt 2 kapitlet kulturmiljölagen (Solna 33:1).

Hagalunds arbetsplatsområde

Vid entrén till Hagalunds industriområde ligger Solnas äldsta skola (1872) samt den så kallade nya Centralskolan (1902). Hagalunds arbetsplatsområde etablerades som ett industriområde under 1930-talet och innehåller särskilda kulturhistoriska värden. Kv Voland 6 är från detta första decennium. Kv Instrumentet 1 ritades av Ture Wennerholm, även arkitekt till LM Ericssons telefonfabrik i Midsommarkransen. Kvarteret Gelbgjutaren 13 är ritat av arkitekt Dag Ribbing som också ritade radhusen längs med Solnavägen. Gebgjutaren 13 (”Europabagaren”) är uppfört 1947 i tegel, ett typiskt material för bebyggelsen i Hagalunds arbetsplatsområde.

Blåkulla, kvarteret Sunnan och Vasalund

Bostadsområdet Blåkulla består av åtta 100 meter långa och 14 våningar höga flerfamiljshus, se Figur 27. Blåkulla är idag ett av 1970-talets och Solnas mer signifikanta landmärken. Större delen av Blåkulla har högsta kulturhistoriska värde (blå klass). Bottenvåningarna är utsmyckade med italienskt kakelkonst signerade Bo Ahlsén.

Kvarteret Sunnan i Hagalund är ett representativt exempel på det sena 1960- och det tidiga 1970-talets bostadsbyggande. Bebyggelsen har en grön klassificering i bebyggelseregistret.



Figur 27. Hagalund ”Blåkulla” med kvarteret Sunnan i förgrunden. Källa: Foto Cassok.

Vasalund består av bebyggelse som till stora delar är uppförd under 1920-1950-talen i en brytningstid mellan olika stadsbyggnadsideal. Området är utpekat som särskilt kulturhistoriskt värdefullt i Solnas översiktsplan som antogs år 2016.

Fornlämningar och andra kulturhistoriska lämningar

I FMIS, Riksantikvarieämbetets nationella fornminnesinformationssystem, finns information om samtliga kända fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar i Sverige, se Figur 30.

En fornlämning är enligt kulturmiljölagen en lämning efter människors verksamhet under forna tider, som har tillkommit genom äldre tiders bruk och som är varaktigt övergiven. En fornlämning ska också ha tillkommit före år 1850. En fornlämning skyddas enligt 2 kapitlet i kulturmiljölagen (SFS 1988:950). Alla åtgärder som innebär övertäckande, grävning, flytt eller annan ändring av fornlämningen kräver tillståndsprövning. Prövningen görs av länsstyrelsen.

En övrig kulturhistorisk lämning är en lämning som inte har ett automatiskt skydd i enlighet med kulturmiljölagen. Här krävs ett samråd med Länsstyrelsen för en bedömning av just denna lämning, om den av särskilda skäl bör fastställas som fast fornlämning eller om bedömningen övrig kulturhistorisk lämning kan kvarstå.

Antal registrerade kulturhistoriska lämningar som ligger inom influensområdet för grundvatten i Stockholms stad uppgår till sex objekt. Av dem är endast en, Stockholm 194:1, fornlämning. Denna fornlämning är klassificerad som *Industri övrig*. Söder om Karlbergsvägen låg den ursprungliga Bergianska trädgården från mitten av 1700-talet till slutet av 1800-talet. Kulturlager som tillhör Bergianska trädgården kan eventuellt finnas kvar i Vasaparkens västra del, men även inom de två mindre planteringsytor som finns kvar i sydöstra hörnet av Karlbergsvägen och Sankt Eriksgatan.

Inom den del av influensområdet för grundvatten som berör Solna stad finns totalt 32 registrerade kulturhistoriska lämningar. Endast tre av de dessa utgör fornlämningar: Solna 4:1 (runsten), Solna 94:1 (bytomt/gårdstomt) och Solna 3:1 (gravfält).

Bland de övriga kulturhistoriska lämningarna kan nämnas en lämningar från en befästningsanläggning från tidigt 1700-tal känd som Ryssmuren (Solna 57:1) och Solna 106 som är en bytomt/gårdstomt. Byggnadsminnet Gammelgården Stenbrottet (Solna 33:1) är registrerat som en kulturhistorisk lämning. I området strax öster om gården finns uppgifter om ett gravröse (Solna 78:1). Solna 53:1 är en ristning på berg från år 1901.

Inom influensområde finns många dokumenterade och borttagna fornlämningar.

5.2.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

Riksintresse för kulturmiljövården

Stockholms innerstad med Djurgården [AB115] samt Solna [AB 37] är av riksintresse för kulturmiljövården och omfattas av 3 kapitlet miljöbalken. Att ett område är av riksintresse innebär att det bedöms ha så höga värden att det är av vikt för hela landet. I planeringen ska därför dessa värden ges företräde framför motstående intressen, förutsatt att inte även dessa är av riksintresse. Exploateringsföretag och andra ingrepp i miljön får komma till stånd bara om det kan ske på ett sätt som inte påtagligt skadar kulturvärdena. Länsstyrelsen har tillsynen över riksintressena.

Vid förändrad markanvändning som inte medför påtaglig skada på riksintresset gäller att hänsyn ska visas så långt möjligt enligt 3 kapitlet 1 § och 6 § första stycket miljöbalken. För verksamheter som prövas enligt miljöbalken måste verksamhetsutövaren visa hänsyn till riksintresset till dess det är orimligt att göra mer. Den som bedriver verksamhet eller som planerar att vidta en åtgärd som riskerar att skada kulturmiljön i ett riksintresseområde är skyldig att visa hänsyn - undvika, förebygga eller lindra sådana skador så långt rimligt. I dessa fall gäller det att analysera hur kulturmiljöintresset så långt möjligt kan skyddas samt att tillämpa hänsynsregeln om ”lämpligaste plats” såväl som övrig anpassning enligt de allmänna hänsynsreglerna i 2 kapitlet miljöbalken.

Kulturmiljölagen

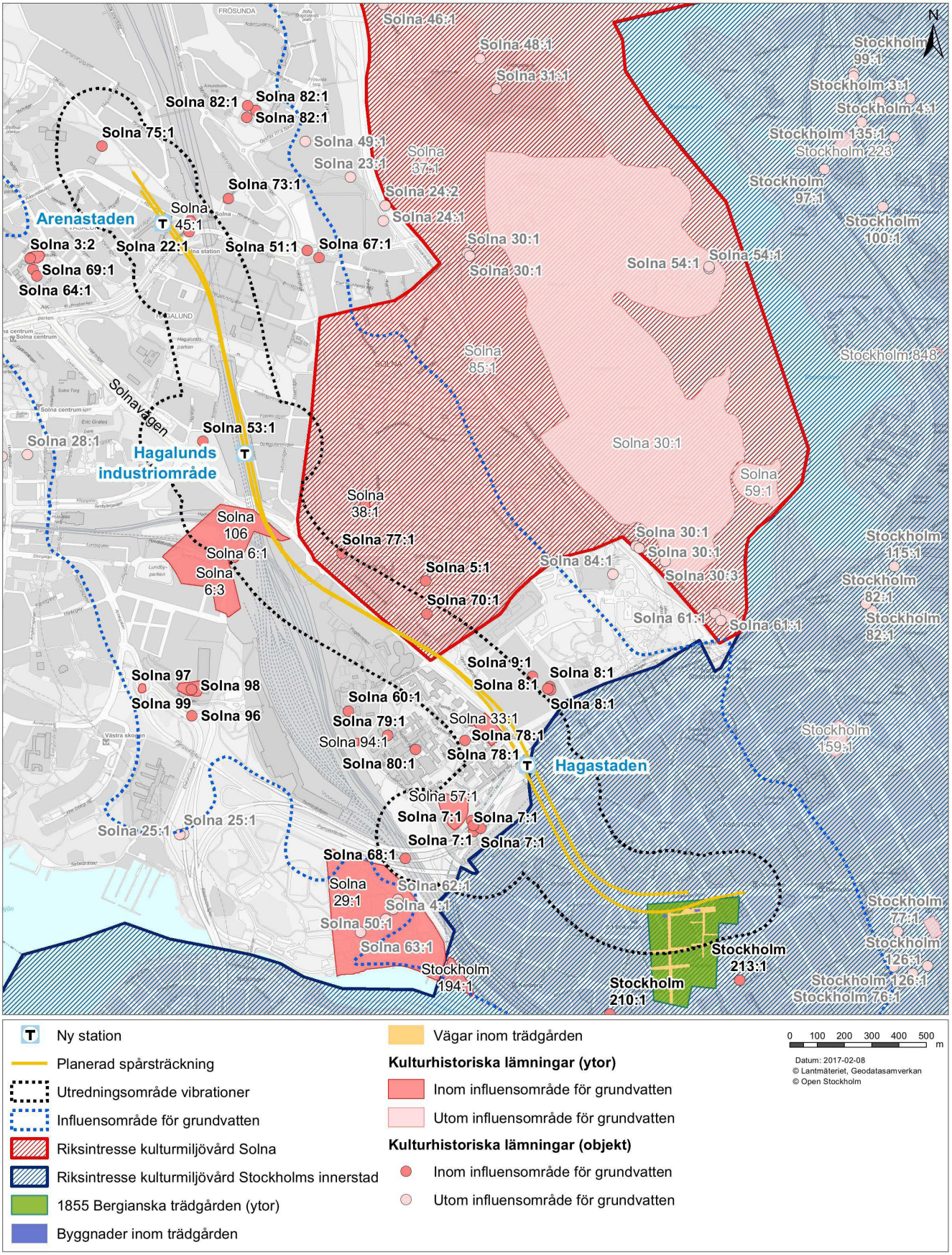
Genom kulturmiljölagen (1988:950) anger samhället grundläggande bestämmelser till skydd för viktiga delar av kulturarvet. Lagen innehåller bland annat bestämmelser för skydd av värdefulla byggnader liksom fornlämningar, fornfynd, kyrkliga kulturminnen och vissa kulturföremål.

Kyrkobyggnader tillkomna före år 2000 skyddas som kyrkliga kulturminnen enligt 4 kapitlet kulturmiljölagen. Kyrkliga kulturminnen tillkomna före år 1940 får inte på något väsentligt sätt ändras utan tillstånd från länsstyrelsen.

Fornlämningar är skyddade enligt kulturmiljölagen och det krävs tillstånd för att ta bort eller på något annat sätt ändra fornlämningar.

Stockholms stadsmuseums kulturhistoriska klassificering

Stockholms stadsmuseum har tagit fram ett planeringsunderlag som redovisar bebyggelsens kulturhistoriska värden i Stockholms stad. Kulturhistoriskt värdefulla byggnader delas huvudsakligen in i en tregradig skala (se Figur 22 med tillhörande text).



Figur 28. Områden med kulturhistoriska lämningar enligt Riksantikvarieämbetets fornminnesregister (FMIS).

Kulturmiljövård i Solna stad

Solna stads kulturminnesvårdprogram är från år 1988, men finns delvis med i kommunens översiktsplan som antogs år 2016. I programmet delas bebyggelse in i olika värdeklasser. Programmet kategoriserar även hela områden som särskilt kulturhistoriskt värdefulla. På senare år har Solna stad även genomfört kulturhistoriska värderingar av utvald bebyggelse som följer Stockholms stads tregradiga skala, bland annat inom Karolinska institutets och Karolinska sjukhusområdet, i Hagalund, Råsunda och i Skytteholm. Resultatet av dessa kulturhistoriska värderingar finns redovisade i Figur 22. Dessa byggnader kan således ha ett kulturhistorisk värde bara att de inte är klassade ännu.

Plan- och bygglagen

Lagen reglerar skydd för särskilt kulturhistorisk värdefull bebyggelse, bland annat att en byggnad som är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt inte får förvanskas (8 kapitlet 13 §).

Förordningen om statliga byggnadsminnen (1988:1229)

Avsikten med en byggnadsminnesförklaring är att garantera ett långsiktigt bevarande och underhåll av hög kvalitet, men även att tillgängliggöra byggnader och miljöer så att människor nu och i framtiden ska kunna ta del av historiska kunskaper och upplevelser.

Metodik och osäkerheter

I denna MKB beskrivs i avsnitt 5.2.3 de kulturmiljöer som finns inom 150 meter från spårtunnlar, det vill säga de kulturmiljöer som riskerar att påverkas av antingen nya fysiska strukturer och/eller av vibrationer från byggarbeten. Utöver vibrationer är även grundvattennivåsänkning relevant ur ett kulturmiljöperspektiv, varför även influensområdet för grundvatten finns redovisat i samtliga kartor.

Byggnader som riskerar att påverkas negativt av en grundvattennivåsänkning har identifierats och redovisas i MKB för tillståndsansökan. Samtliga byggnader, oavsett kulturklassning eller inte, som riskerar att påverkas negativt till följd av vibrationer och grundvattenbortledning kommer att hanteras inom ramen för kontrollprogram. Särskild fokus läggs på kulturhistoriskt värdefulla byggnader eftersom de kan vara extra känsliga.

En studie av hur de fornlämningar som finns inom influensområdet för grundvatten förhåller sig till lägsta uppmätta grundvattennivå har gjorts. I det fortsatta arbetet kommer byggnader som riskerar att påverkas av en grundvattennivåsänkning att identifieras. Den bebyggelse och de fornlämningar som kan komma att påverkas av en grundvattennivåsänkning kommer att hanteras i ett kontrollprogram.

Redovisningen av stadslandskapets nuvarande kulturhistoriska värden baseras huvudsakligen på befintliga sammanställningar och bedömningar av Länsstyrelsen i Stockholms län, Riksantikvarieämbetet, Stadsmuseet i Stockholm och Solna stad. Platsbesök och andra historiska källor och bearbetningar har använts för att beskriva fornlämningar, stadsbyggnadshistoria, stadsbild och enskilda byggnaders särdrag och karaktärer.

Stadsmuseets kulturhistoriska klassificeringar i Stockholm stad (se Figur 22) är främst gjorda under 1980-talet, vilket innebär att de flesta bedömningar är mer än trettio år gamla. Detta utgör en osäkerhet.

Den detaljerade gestaltningen av ovanjordsanläggningarna regleras inte i järnvägsplanen. Bedömningarna av ovanjordsanläggningarna i denna MKB görs utifrån deras placering och volym, inte deras gestaltning, vilket utgör en osäkerhet vid bedömning av påverkan på kulturmiljö och stadsbild.

5.2.3 Planförslagets miljöpåverkan

Påverkan på kulturmiljön kan vara av två slag. Dels kan fysiska förändringar ovan jord, framförallt tillkomsten av nya byggnader och anläggningar, påverka befintliga kulturmiljövärden. Dels kan den påverkan som skett under byggskedet i form av vibrationer från byggarbetena, förändring av grundvattennivåer och markanspråk, resultera i exempelvis sättningar som kan ge kvarvarande skador på befintliga kulturmiljövärden.

Fysiska förändringar ovan mark

Planförslaget innebär att två byggnader för utrymning byggs inom riksintresset för Stockholms innerstad (se Figur 12). Utrymningsbyggnaderna ligger på Karlbergsvägen (se Figur 29 och Figur 30) vilket innebär att båda är placerade i en gatumiljö som utgör en av riksintressets värdekärnor (1800-talets stadsplanestruktur). Utrymningsbyggnaden på norra sida av Karlbergsvägen är dessutom placerad inom värdekärnan Röda Bergen. Utrymningsbyggnaden på södra sidan av Karlbergsvägen innebär att ett träd i allén måste tas bort och utrymningsbyggnaden på norra sidan att ytterligare ett träd i allén måste tas bort.



Figur 29. Fotomontage som visar placering av byggnad för utrymning Karlbergsvägen- Hälsingegatan.



Figur 30. Fotomontage som visar placering av byggnad för utrymning Karlbergsvägen-Torsgatan.

Intill E4, cirka 50 meter sydväst om Karolinska Institutet, kommer ett 14 meter högt ventilationstorn att anläggas (10 meter över E4), se förslag på utformning i Figur 32. Tornet ligger intill E4:n som är en stor anläggning. Tornet kommer ligga cirka 25 meter från fornlämningen Ryssmuren (Solna 57:1). Lämningen utgörs av en befästningsanläggning från tidigt 1700-tal. Inom ett område på cirka 130x90 meter finns befästningsanläggningar och terrasseringar. Samråd om nytt läge för torn och ventilationskanal har skett med länsstyrelsen i januari 2018. Länsstyrelsen bedömer att det planerade ventilationstornet inte påverkar fornlämningen, så det behövs inget tillstånd enligt 2 kap kulturmiljölagen.



Figur 31. Fotomontage över fyrkantigt ventilationstorn sett från Tomtebodavägen.

I Hagastaden är det endast den nya entrén vid Karolinska Institutet som bedöms påverka kulturmiljövärden. Tunnelbaneentrén påverkar befintlig entré till Karolinska Institutet, som är ett särskilt kulturhistoriskt värdefullt område, genom att en mindre del av muren på norra sidan av infarten försvinner för att lämna plats åt entrén, se Figur 32 och Figur 33. Tunnelbaneentrén vid Karolinska Institutet innebär även att den skulptur av Eric Grate från år 1938, kallad ”Det entomologiska kvinnorovet”, som står vid entré till Karolinska Institutet måste flyttas från sin nuvarande plats.



Figur 32. Dagens entré till Karolinska Institutet. Delar av muren på norra sidan av infartsvägen, Nobels väg, kommer att försvinna, se även Figur 33. I mitten av bilden syns skulpturen ”Det entomologiska kvinnorovet”.



Figur 33. Fotomontage över stationsentrén vid Karolinska Institutet (KI).

För att bygga stationsentrén vid Karolinska Institutet behöver ett cirka 30 meter långt och 7-8 meter brett område tas i anspråk i trädgården tillhörande byggnadsminnet Gammelgården under byggskedet. Sju träd inom detta område behöver då tas ned. Entrén kommer inte att göra ett fysiskt imtrång i driftskedet, se Figur 34. Det krävs tillstånd av länsstyrelsen för att få bygga inom byggnadsminnet. Delar av muren som behöver tas bort utgör i dagsläget även en visuell avgränsning av byggnadsminnet.



Figur 34. Figur som visar de fysiska intrång som görs i byggnadsminnet Gammelgården.

Framför Nobel Forum kommer ett tryckutjämningsschakt att placeras. Detta schakt kommer, tillsammans med den nya stationsentrén, att medföra en mindre visuell förändring av Nobel Forums omgivning.

Varken de nya entréerna till Station Hagalunds industriområde, den norra stationsentrén i Arenastaden eller tunnelmynningen vid Dalvägen bedöms påverka kulturhistoriska värden i någon högre utsträckning.

Den södra stationsentrén till Arenastaden kommer att placeras endast tio meter från ett av de kulturhistoriskt värdefulla blå skivhusen i Blåkulla, se Figur 27. De blå skivhusen, tillsammans med de gula kvarteren Sunnan, ger en storslagen effekt i stadslandskapet och är tänkta att upplevas på håll, från bland annat Frösundaleden. Den nya stationsbyggnaden riskerar att förminska upplevelsen av 1970-talets tydliga och strama volym som idag är synlig i sin helhet.

Inga av de ovanmarksanläggningar som tillkommer bedöms ha någon påverkan på riksintresset Solna [AB 37].

Risk för kvarvarande skador på kulturhistoriska värden till följd av byggskedet

Ytor som tas i anspråk under byggskedet (tillfälligt nyttjande) i form av arbetsområden och etableringsytor kan få kvarvarande skador på kulturmiljövärden.

Själva byggandet av tunnelbanan kan medföra påverkan på mark och grundvatten som indirekt kan påverka kulturhistoriskt värdefull bebyggelse, (se kapitel 6 *Byggmetoder, genomförande och övergående störningar* samt *bilaga 3*). Exempelvis kan grundvattennivåsänkningar leda till sättningar och vibrationer leda till skador på byggnader. En del av dessa effekter riskerar att ge konsekvenser i form av minskat kulturhistoriskt värde som kvarstår även under driftskedet.

Inom influensområdet för grundvatten kan ett antal byggnadsminnen beröras som skyddas inom ramen för kulturmiljölagen. Influensområdet berör även fyra kyrkobyggnader, Gustaf Vasa Kyrka vid Odenplan, Mikaelskapellet i Röda Bergen, Solna kyrka samt Hagalunds kyrka, vilka skyddas som kyrkliga kulturminnen.

Totalt ligger uppskattningsvis 40-50 byggnader med synnerligen höga kulturvärden inom områden där det finns risk för skador under byggskedet. Vidare kan cirka 370 byggnader som har ett värde som kan sägas motsvara plan- och bygglagens bestämmelser om särskilt värdefull bebyggelse beröras under byggskedet. Det kan exempelvis vara vibrationsskador till följd av sprängning eller sättning till följd av grundvattennivåsänkning. Exempelvis finns vissa känsliga byggnader inom området för Arenastaden och Norra begravningsplatsen vilka står på lösare leror som är mer sättningsbenägna. Inom de södra grundvattenmagasinen finns många träpålade hus, och många kulturhistoriskt värdefulla fastigheter. Det kan inte uteslutas att vissa av dessa byggnader kan få skador som kan medföra permanenta konsekvenser.

Fornlämningar och fornlämningsområden innehåller kulturlager som består av både organiskt och icke organiskt material. Organiskt material och vissa icke organiska material som metaller kan påverkas av ändringar av fuktförhållanden i marken. Det organiska materialet och även metaller i fornlämningarnas kulturlager bryts ner vid kontakt med syre. En grundvattennivåsänkning kan därför öka kulturlagrens naturliga nedbrytningstakt.

De lämningar som har kulturlager som nu ligger ovanför den lägsta uppmätta grundvattennivån bedöms inte påverkas av en sänkning. Dessa kulturlager har redan utsatts för uttorkning. Av de kända lämningarna inom influensområdet finns det en, Solna 106, som är belägen på en sådan nivå att den skulle kunna påverkas av en grundvattennivåsänkning. Solna 106 är en bytomt/gårdstomt och uppgift saknas om huruvida det är en fornlämning eller övrig kulturhistorisk lämning. Då ytan på Solna 106 sträcker sig över ett stort område som är exploaterat finns det troligtvis redan en stor risk att den delvis redan har torkat ut av tidigare grundvattenavsänkningar eller skadats av tidigare mark- och anläggningsarbeten i området. Risken för att kulturlager i denna fornlämning förstörs bedöms därmed som liten. Ingen annan känd fornlämning eller kulturlämning bedöms påverkas.

Vid borrning av ventilationsschakt 25 meter från fornlämningen Ryssmuren finns en viss risk för negativ påverkan på fornlämningen till följd av vibrationer. Schaktet kommer att byggas med raiseborrning och därmed bedöms risken för negativ påverkan av vibrationer som liten.

5.2.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen

Det finns inga förslag på skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen.

Förslag till övriga åtgärder

- Vid risk för en permanent skadlig grundvattennivåsänkning längs ett eller flera grundvattenmagasin längs tunnelsträckningen bör skyddsinfiltration av vatten tillämpas för att upprätthålla grundvattennivåerna. Behovet av skyddsinfiltration för att undvika negativa konsekvenser kopplade till grundvatten kommer att beskrivas i tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB.

Förslag till övriga försiktighetsmått

- De byggnader för utrymning som enligt planförslaget ska placeras på Karlbergsvägen bör hållas tillbaka i form, färg och ljus för att inte konkurrera med de större stadsbyggnadsmotiven. Arkitektoniskt uttrycksfulla kurer och installationer som speglar omgivningen eller lyser på natten bör av den anledningen undvikas.
- Medveten landskapsarkitektur baserad på kunskap om historiska förhållanden kan användas för att integrera de nya fysiska strukturerna i stadsmiljön. Detta gäller framför allt byggnaderna för utrymning på Karlbergsvägen och ventilationstornet vid E4. Vid Karlbergsvägen bör träd som tas bort ersättas med nya träd. För ventilationstornet är det viktigt att det utformas och konstrueras i material som är anpassade till trafikapparaten runtomkring. Syftet är att få tornet att smälta in i, och ses som en del av, trafikapparaten så att tornet på så vis blir mindre synligt och inte uppfattas som en del av kulturmiljön och Karolinska Institutet.
- Den del av muren vid Karolinska institutet som tas bort under byggskedet bör återställas så att dess material och färger stämmer med övriga delar av muren och bebyggelsen inom Karolinska Institutet.
- Anpassning av den nya stationsentrén vid Karolinska Institutet bör diskuteras fram i samband med konsekvensbedömning för byggnadsminnet Gammelgården.
- Statyn vid entrén till Karolinska Institutet bör om möjligt ställas tillbaka alternativt placeras på annan lämplig plats.
- Ventilationsschaktet vid Ryssmuren bör genomföras med raiseborrning för att minska risken för skadliga vibrationer.

5.2.5 Konsekvensbedömning

Planförslaget medför att det anläggs nya ovanjordsanläggningar, exempelvis utrymningsbyggnader och stationsentréer, inom eller i närheten av kulturhistoriskt värdefulla områden.

Karlbergsvägen har ett genomtänkt stadsbyggande som utgör en värdekärna inom riksintresset Stockholms innerstad med Djurgården. Synliga fasader och ”väggar” skapar idag rum på en mer övergripande stadsbyggnadsnivå. Karlbergsvägen har varit trädplanterad sedan 1700-talet och har idag kvar karaktären av grön stadsboulevard. Mindre byggnader framför husen och borttagande av två alléträd kommer att påverka helheten negativt.

De två byggnaderna för utrymning som enligt planförslaget ska tillkomma på Karlbergsvägen bedöms förändra stadsbilden och den kulturhistoriska karaktären på denna del av Karlbergsvägen, varför deras tillkomst bedöms få negativa konsekvenser för kulturmiljön.

Det höga ventilationstornet vid E:an kommer ligga cirka 50 meter sydväst om Karolinska Institutet. Närmast liggande byggnader inom Karolinska Institutet har klassats som fastigheter av visst kul-

turhistoriskt värde. Konsekvenserna för kulturmiljön är kopplade till hur tornet utformas och gestaltas. Om tornet byggs i rött tegel bedöms det medföra vissa negativa konsekvenser eftersom det visuellt kan komma att läsas ihop med Karolinska Institutet. Tornet riskerar då att felaktigt tolkas som en del av den kulturhistoriska miljön. Om tornet utformas och byggs i material som är anpassade till den kringliggande trafikapparaten, exempelvis som i illustrationen iFigur 31 kommer tornet istället att ses som en del av trafikapparaten. Trots dess storlek kommer tornet bli mindre synligt då det blir läsbart som en del av platsens karaktär av trafikanläggning, och inte som en del av kulturmiljön. Med en sådan utformning bedöms det inte bli några negativa konsekvenser för kulturmiljön.

I Hagastaden bedöms planförslaget medföra negativa konsekvenser för byggnadsminnet Gammelgården, framför allt på grund av att några träd försvinner samt att murens visuella avgränsning av byggnadsminnet delvis försvinner. Det kommer dessutom inte finnas någon avgränsning mellan stationsentrén och byggnadsminnet vilket innebär att det offentliga rummet blir direkt påtagligt inom byggnadsminnet.

Den nya entrén får även negativa konsekvenser för infarten till Karolinska Institutet och Nobel Forum eftersom infarten blir mer otydlig när en mindre del av muren försvinner. Tryckutjämningsschaktet framför Nobel Forum bedöms medföra en visuell påverkan inom ett avgränsat område, bakom muren.

De stora blå skivhusen i Blåkulla ger, tillsammans med de gula kvarteren Sunnan i Hagalund, en storslagen effekt i stadslandskapet. Den stationsentré som enligt planförslaget ska placeras framför ett av de blå skivhusen i Blåkulla blir sannolikt synligt från Frösundaleden och bedöms därför påverka utblicken av de stora byggnadsvolymerna. Området har ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde. I relation till den mycket stora skalan på befintliga byggnader uppfattas dock stationsentrén som liten, vilket begränsar de negativa konsekvenserna.

De negativa konsekvenserna för kulturmiljön av de nya strukturerna ovan mark bedöms sammantaget som små till måttliga negativa jämfört med nuläget. Denna bedömning beror i första hand på att det tillkommer två nya fysiska strukturer i värdekärnan 1800-talets stadsplanestruktur inom riksintresset, varav en av dem även inom värdekärnan Röda Bergen, men även på stationsentréns påverkan på byggnadsminnet Gammelgården samt placeringen av en stationsentré alldeles intill de blå skivhusen i norra Hagalund.

Själva byggandet av tunnelbanan kan medföra påverkan på grundvatten som indirekt kan påverka kulturhistoriskt värdefull bebyggelse. Med åtgärder, exempelvis skyddsinfiltration kan negativa konsekvenser undvikas. Risken för negativa konsekvenser till följd av att fornlämningar eller andra lämningar påverkas negativt bedöms som liten. Det kommer att upprättas åtgärdsprogram för vibrationer och kontrollprogram för grundvatten för att minimera risken för skador på byggnader. Risken för att det uppstår skador bedöms som liten men om de likväl uppstår kommer de så långt som möjligt begränsas och åtgärdas. Vissa kulturhistoriska värden går dock inte att återskapa varför bestående skador efter byggskedet inte helt kan uteslutas.

5.3 Naturmiljö och rekreation

5.3.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Naturmiljö

Inom utredningsområdet för naturmiljö[8] finns inte några naturområden som är skyddade enligt miljöbalken såsom områden av riksintresse för naturvården, nationalstadsparker eller naturreservat, se Figur 35.

På kyrkotomten tillhörande Gustaf Vasa kyrka vid Odenplan finns ett antal stora träd, bland annat en pelarek, flera äldre hagtornsträd och två 100 år gamla skogsalmar. De två almarna är klassade som *särskilt skyddsvärda träd*[9] och bedöms vara viktiga komponenter för Stockholms stads framtida biologiska mångfald. Utmed Karlbergsvägen finns alléer vilka omfattas av det generella biotopskyddet i 7 kapitlet miljöbalken. Alléerna utgör ett grönt inslag i stadsbilden och fungerar som en spridningskorridor för insekter och fåglar.

Vid Karolinska Institutets entré och längs muren mot Nobel Forum i Hagastaden finns bland annat tre stora lindar och en stor lönn. I Hagalund finns ett antal trädmiljöer med lövträd som pekats ut som skyddsvärda av länsstyrelsen[10]. Bland dessa utgörs det största området av Norra begravningsplatsen, se Figur 37. I anslutning till den kommande tunnelbanestationen vid Hagalunds industriområde väster om Ostkustbanan finns ytterligare ett naturområde med blandskog som domineras av tall och ek (K i Figur 40). Huvuddelen av området har i genomförd naturvärdesinventering tilldelats naturvärdesklass 2 *Högt naturvärde*. I området finns totalt två rödlistade arter: reliktbock (spår av) och tallticka vilka båda är klassade som *nära hotade* (NT). Grönområdet i Hagalund ingår i en viktig spridningsväg för fåglar och insekter som sträcker sig från Hagaparken i Kungliga nationalstadsparken till västra delarna av Solna.

Rödlistade arter

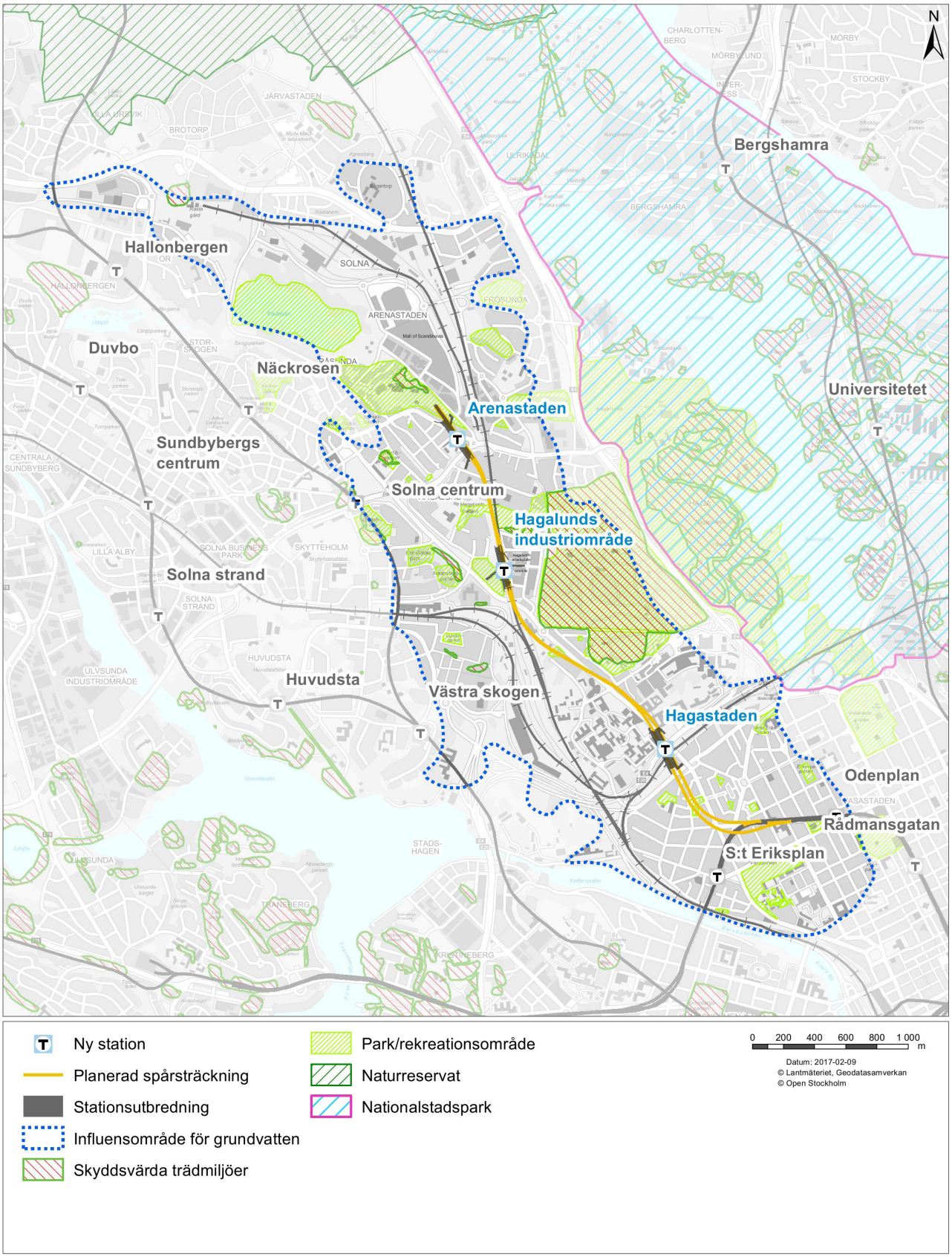
Rödlistan är en förteckning över de arter vars framtida överlevnad i Sverige bedömts vara osäker. De arter som är rödlistade är indelade i följande kategorier:

- Nära hotad (NT)
- Kunskapsbrist (DD)
- Nationellt utdöd (RE)
- Akut hotad (CR)
- Starkt hotad (EN)
- Sårbar (VU)

Det är ArtDatabanken vid Sveriges lantbruksuniversitet som bedömer vilka arter som ska förtecknas på rödlistan.

Vid Dalvägen finns ett naturområde med barr-, löv- och ädellövskog där det bland annat finns ett stort antal grova ekar, se Figur 36 och Figur 37. Ekarna utgör en del av Solnas eklandskap. De naturvärden som finns i området har i en naturvärdesinventering genomförd under 2006 bedömts tillhöra klass 3, det vill säga *naturvärden av kommunal betydelse*[11] Ekar är mycket viktiga för den biologiska mångfalden och eken är det trädslag som har flest djur och växter knutna till sig. Över 1 000 arter av bland annat lavar, svampar och insekter kan leva på eken. Miljöövervakningsenheten i Solna stad har under 2016 inventerat insekter på ek och lind i kommunen. Inom ramen för denna inventering sattes insektsfällor upp på ett par av ekarna vid Dalvägen. Inga av de arter som påträffades i insektsfällorna är rödlistade eller omfattas av artskyddsförordningen. I fällorna påträffades dock ögonbaggen (Euglenes pygmaeus) som tyder på högt naturvärde hos ekarna.

8 Motsvarar influensområdet för grundvatten.
9 Enligt Naturvårdsverkets definition.
10 Planeringsunderlag, Länskartan Stockholms län 2015
11 Råstasjön och Solna stationsområdet, Naturvärden för biologisk mångfald och geologi



Figur 35. Områden av värde för naturmiljö i förhållande till utredningsområdet för naturmiljö (samma som influensområdet för grundvatten).

Nordväst om Arenastaden ligger Råstasjön med omgivande grönområde. Råstasjöns fågelliv är av regionalt intresse. Flera rödlistade fågelarter häckar vid Råstasjön, bland annat mindre hackspett. Sju arter av fladdermus finns i området vilket gör det till ett område av nationellt intresse för fladdermöss.

Rekreation

Rekreation är ett brett begrepp och omfattar allt från evenemang och konserter, fysiskt ansträngande aktiviteter till ro och tystnad. Ett objekt kan och har ofta en variation av rekreativa kvaliteter, både vad gäller den rumsliga indelningen av exempelvis parken men också över tid, både över dygnet och över året.

I närheten av befintlig Station Odenplan och kommande stationer Hagastaden, Hagalunds industriområde och Arenastaden finns det platser och miljöer som har rekreativa värden. I huvudsak rör det sig om mindre parkmiljöer och platser, exempelvis Hälsingehöjden, se Figur 40. Men det finns även större parker och områden inom utredningsområdet, bland annat Vasaparken och Norra Begravningsplatsen. I en stadsmiljö där tillgången till allmänna platser är begränsad kan mindre ytor ha stora värden för rekreation.

Norr om Hagastaden och sydost om Hagalund ligger Norra begravningsplatsen, en av Sveriges största begravningsplatser. Den innehåller flera rekreativa värden och tack vare det stadsnära läget bedöms platsen inneha måttliga till höga rekreativa värden.

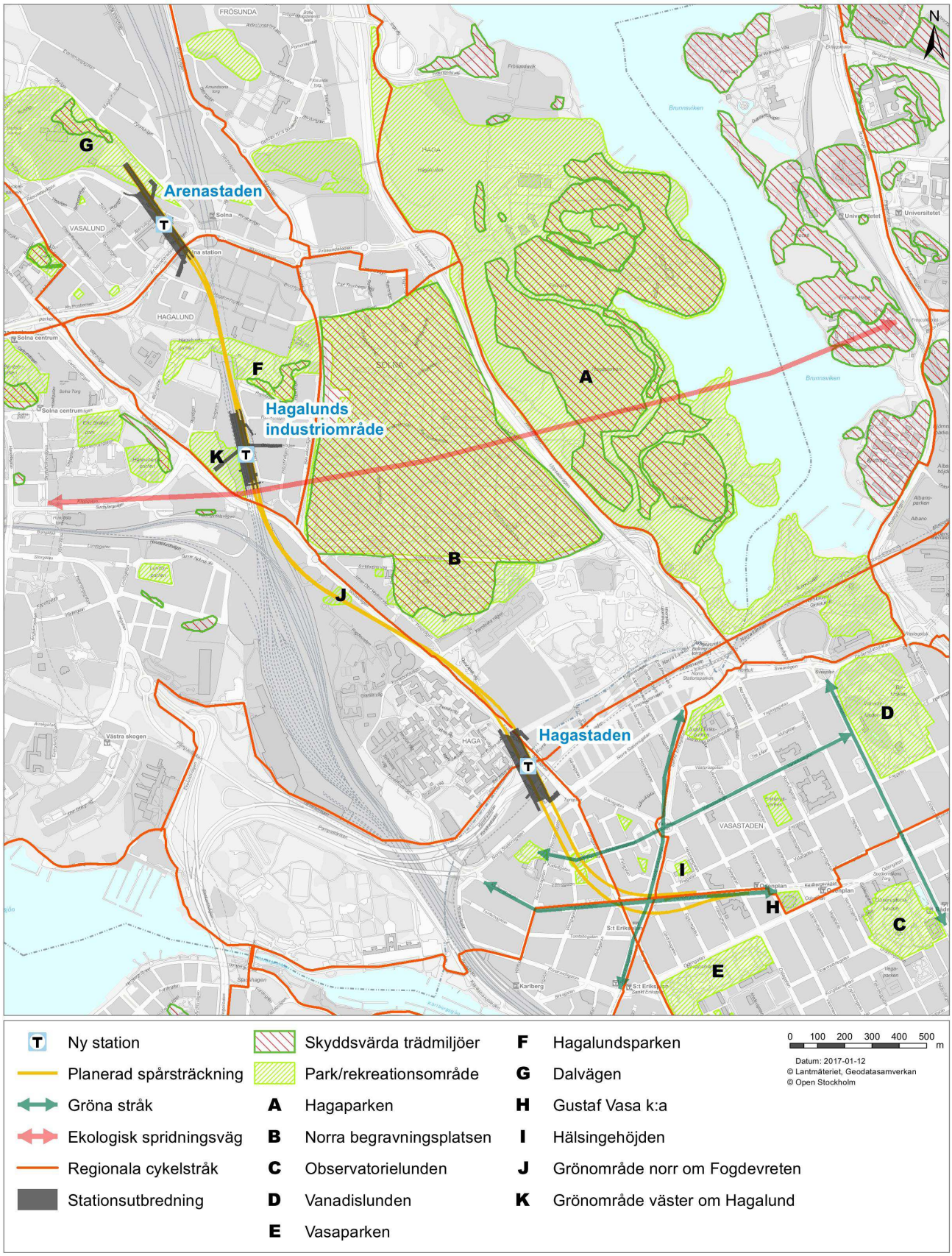
Ett regionalt cykelstråk går från Valhallavägen i öster via Odengatan och Karlbergsvägen vidare västerut eller norrut via Torsgatan och Solnavägen. Regionala cykelstråk bedöms inneha måttliga till höga rekreativa värden (se Figur 40).

I Arenastaden finns ett fåtal områden och stråk med rekreativa kvaliteter. Längs med Dalvägen finns en cykelväg och en närpark. Parken har mestadels tät vegetation men det finns ett antal gräsytor i varierande storlek. I parken finns såväl promenadvägar som bänkar och lekplatser och i parkens mellersta del finns även en inhägnad grusplan avsedd för bollsporter. Parken bedöms i sig inneha rekreativa värden. Tillsammans med cykelvägen fungerar parken även som ett stråk mellan Solna station och Råstasjön som är ett välbesökt rekreationsområde. I och med att området kring Råstasjön ligger centralt i Solna är det tillgängligt för många. Området erbjuder höga upplevelsevärden i och med närhet till vatten, varierande natur och rikt fågelliv. Runt Råstasjön går även Hälsans Stig. Råstasjön bedöms inneha höga rekreativa värden.

Nordöst om den norra stationsentrén ligger även Friends Arena på vilken det arrangeras internationella fotbollsmatcher och andra typer av evenemang. Arenan bedöms därför inneha höga rekreativa värden.



Figur 36. Träd och gångväg i närpark invid Dalvägen i Arenastaden.



Figur 37. De naturvärden och rekreativa värden i form av exempelvis regionala cykelstråk som finns inom och i närheten av utredningsområdet. De rekreativa värdena har digitaliserats efter Guide till 36 Platser & parker i Solna samt Parkplan Norrmalm 2007.

5.3.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

Rödlistade arter

Rödlistan är en förteckning över de arter vars framtida överlevnad i Sverige bedömts vara osäker, se mer information i faktaruta i avsnitt 5.3.1.

Biotopskydd

Biotopskyddsområde är en form av områdesskydd som används för att skydda små mark- och vattenområden som är värdefulla för den biologiska mångfalden. En del biotoper skyddas genom särskilda beslut medan andra, såsom alléer, omfattas av ett generellt biotopskydd. Bestämmelser kring biotopskydd går att finna i 7 kapitlet miljöbalken.

Naturvärdesbedömning

I den naturvärdesinventering som genomfördes vid Hagalund under år 2016[12] har en fyrgradig skala enligt Naturvårdsverkets rekommendationer använts:

- Klass 1: Högsta naturvärde
- Klass 2: Högt naturvärde
- Klass 3: Påtagligt naturvärde
- Klass 4: Visst naturvärde

I den naturvärdesinventering som genomfördes vid Dalvägen år 2006 har istället den tregradiga skala, som fanns i Naturvårdsverkets dåvarande rekommendationer, använts:

- Klass 1: naturvärden av nationell betydelse
- Klass 2: naturvärden av regional betydelse
- Klass 3: naturvärden av kommunal betydelse

Metodik och osäkerheter

Naturmiljön kan dels påverkas av de ovanjordsanläggningar som utgör en del av den färdiga tunnelbaneanläggningen och dels av de grundvattennivåsänkningar som kan komma att uppstå i samband med byggskedet. Detta eftersom en del växter är beroende av en tillgång till grundvatten för att överleva. Utredningsområdet för naturmiljö motsvarar därför influensområdet för grundvatten, se avsnitt 5.1.3. Fokus för bedömningarna ligger dock på naturområden i närheten av stationer och andra ovanjordsanläggningar.

Bedömningen av konsekvenser för rekreation omfattar både påverkan på ett objekts funktion och påverkan på tillgången till ett specifikt objekt, det vill säga hur möjligheten att nyttja det rekreativa värdet påverkas. Eftersom konsekvenserna på rekreativa värden även avser tillgången till ett objekt har rekreation en mer odefinierad avgränsning som baseras på vem som antas använda objektet. Det innebär att mindre kvartersparker antas ha ett mer lokalt upptagningsområde medan större parker och regionala cykelstråk antas ha ett större och mer svårdefinierat upptagningsområde.

Under 2015 genomfördes en inventering av de träd som finns på Gustaf Vasa kyrkotomt[13]. De träd som finns i parken längs med Dalvägen har inventerats under år 2016[14]. Naturområdena vid Hagalund respektive Fogdevreten har naturvärdesinventerats under 2016 enligt SIS-standard (SS 199000:2014)[15]. Övrig information kring de parker med mera som finns inom utredningsområdet har inhämtats från befintligt material som är tillgängligt på nätet såsom Parkplan Norrmalm. Då en del av det befintliga material som finns att tillgå är äldre, exempelvis är Parkplan Norrmalm från år 2007 och naturvärdesinventering av Dalvägen från år 2006, kan de beskrivna värdena ha förändrats. Det underlagsmaterial som funnits att tillgå utgör därför i sig en möjlig felkälla.

12 Råstasjön och Solna stationsområdet, Naturvärden för biologisk mångfald och geologi, Ekologigruppen, 2006-09-07.
13 Trädvärdering vid Gustav Vasa Kyrka, Odenplan, Svartsjö trädkonsult, 2015-04-13.
14 Trädinventering, Dalvägen, Solna - Biologiska värden.
15 NVI -Gula Linjen, Solna.

5.3.3 Planförslagets miljöpåverkan

Naturmiljö

Inga av de naturvärden som finns vid Odenplan kommer att påverkas av projektet, varken under driftskedet eller som en konsekvens av byggskedet. Schakt och etableringsytor för de två utrymningsvägar som kommer att byggas på Karlbergsvägen innebär att två träd i de biotopskyddade alléer som finns utmed vägen kommer att behöva avverkas. I enlighet med 7 kapitlet. 11 a§ miljöbalken behövs ingen separat dispens från biotopskyddet vid byggande av järnväg enligt en fastställd järnvägsplan.

Fyra träd, bland annat en stor lind, som finns söder om Karolinska Institutets entré framför Nobel Forum, kommer att behöva avverkas. Norr om entrén kommer ytterligare sju träd behöva avverkas. Dessa träd, kastanjer och avenbok, är relativt små (10-30 centimeter i diameter) och är, till följd av att de växt tätt, inte i god kondition.

Vid Hagalund kommer etableringsytor och stationsentréerna att orsaka intrång i grönområden. Det permanenta intrånget för att bygga en stationsentré och de tillfälliga intrången av etableringsytor/arbetsområden som görs i grönområdet vid Hagalunds industriområde, väster om Ostkustbanan, sker i de delar av grönområdet som har klass 2 *Högt naturvärde*, se Figur 38. Bland de träd som kommer att behöva avverkas till följd av de permanenta och tillfälliga intrången finns två ekar (klass 3), tre björkar (klass 2, 3) samt sex tallar varav fyra har klass 2 och resterande två klass 1. Samtliga av de sex tallarna har antingen tallticka eller spår av reliktbock. Båda dessa arter är rödlistade och har dessutom signalvärde, det vill säga de indikerar höga naturvärden. Inom det område som tas i anspråk finns även getrams, en art som även den har ett signalvärde. Tallticka och reliktbock har *mycket högt signalvärde* medan getrams har ett *visst signalvärde*.

Vid Haglaund kommer som mest tre skogslönnar i en biotopskyddad allé längs Solnavägen samt ett antal popplar behöva tas ned. I det fortsatta projeteringsarbetet kommer möjligheten att spara så många som möjligt av träden att utredas vidare. En inventering av träden har gjorts och den visar att träden inte har några höga naturvärden. Efter byggskedet kommer lönnarna i allén ersättas. Etableringsområdet på den östra sidan av Ostkustbanan, vid Åldermansvägen, kan komma att medföra att 10-15 mindre träd, mest björkar, behöver avverkas. Inga höga naturvärden bedöms påverkas.

Enligt Solnas översiktsplan 2030 ingår grönområdet vid Hagalunds industriområde i *framtida blandad stadsbebyggelse*, vilket innebär att området antingen förblir grönområde eller att det bebyggs i framtiden. Inga konkreta planer för området finns dock i dagsläget. Förutsatt att det efter avslutat byggskede fortfarande inte finns några konkreta planer på att bebygga aktuellt grönområde, kommer de ytor som tagits i anspråk tillfälligt att återställas så långt som möjligt. En del av de värden som går förlorade, såsom de äldre träden, går dock inte att återställa varför en del skador blir permanenta.

För att bygga en arbets-/servicetunnel, och för att ge plats åt en etableringsyta, sker även permanenta och tillfälliga intrång i grönområdet vid Dalvägen (G i Figur 37). Intrången innebär bland annat att tre ekar behöver tas ned. Två av ekarna har en stamdiameter på omkring 60 centimeter (nr 1 och 2 i Figur 39). Båda är klassade som särskilt skyddsvärda eftersom de har håligheter med mycket mulm. Den ena eken (nr 2 i Figur 39) är av god vitalitet medan den andra är död (nr 1). Den döda eken är toppavverkad och delar av stammen ligger invid den stående stammen som död ved. Den tredje och sista eken (nr 3 i Figur 39) är mindre än de övriga två. Trädet är inte värdeklassat men utgör en möjlig efterträdare till platsens äldre träd. Efter byggskedet kommer de ytor som tagits i anspråk tillfälligt att så långt som möjligt återställas. En del av de värden som går förlorade, såsom de tre ekarna, går dock inte att återställa.

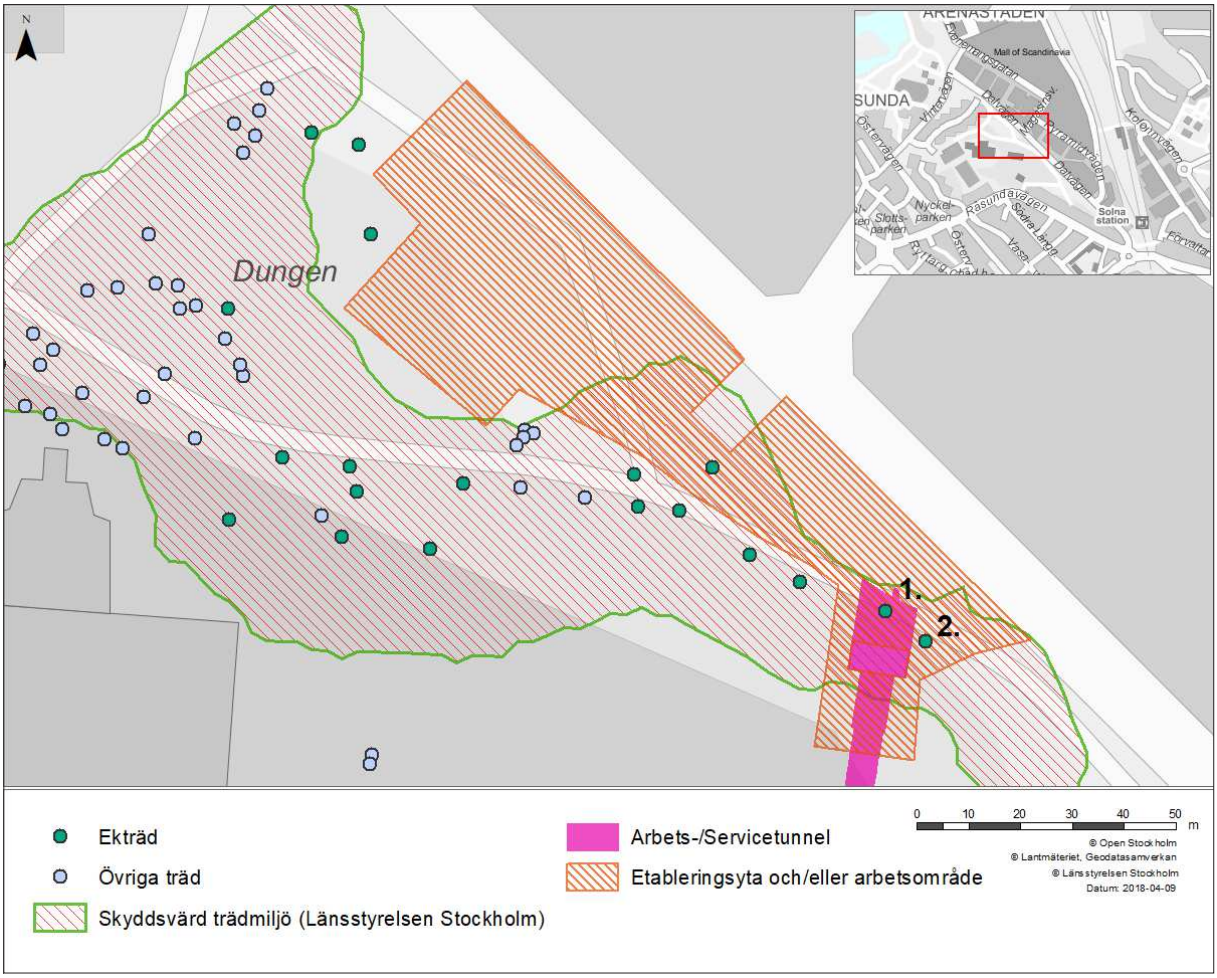


Figur 38. Inventerade naturvärden vid Hagalunds industriområde samt de permanenta och tillfälliga ytor som behövs för Gul linje.

I dagsläget har inte något grundvattenberoende naturområde identifierats inom utredningsområdet. Träd och markvegetation utnyttjar främst markvatten, och det bedöms som osannolikt att förändringar av grundvattennivån utmed Gul linje skulle få några effekter på naturvärden.

Rekreation

Grönområdet vid Hagalunds industriområde respektive Dalvägen nyttjas idag för närrekreation. Exempelvis används grönområdet vid Hagalunds industriområde i rekreativt/pedagogiskt syfte av en näraliggande förskola. Den påverkan som Gul linje har på dessa områden, och som beskrivs under rubriken för *Naturmiljö* ovan, är därför även av relevans för rekreation.



Figur 39. De träd som finns inom och omkring etableringsytan/arbetsområdet vid Dalvägen.

5.3.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen

Det finns inga förslag på skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen.

Förslag till övriga åtgärder

Det finns inga förslag till övriga åtgärder.

Förslag till övriga försiktighetsmått

- Träd som tas bort vid Karolinska Institutet bör ersättas. Kvarvarande närliggande träd bör skyddas under byggskedet genom inhängning
- De träd som avverkas i alléerna på Karlbergsvägen bör om möjligt ersättas.
- De ytor som tas i anspråk tillfälligt vid Hagalund bör under fortsatt projektering justeras så att intrång i naturvärden begränsas så lång som möjligt. Detta gäller både i grönområdet och gällande träd i allén längs Solnavägen. Träd i allén som behöver tas ned ska ersättas.
- De värdefulla (klassade) träd som avverkas i grönområdet vid Hagalund bör läggas kvar i kvarvarande delar av området eftersom gammal död ved är gynnsamt för den biologiska mångfalden. Om det efter tunnelbanans byggskede finns konkreta planer på att bebygga grönområdet bör de avverkade träden istället flyttas till ett annat grönområde inom samma spridningsstråk.

- De mindre ekar som behöver tas bort i grönområdet vid Dalvägen bör flyttas eftersom ekar har höga biologiska värden. Träden bör planteras inom samma grönområde för att öka chansen att de värden som är knutna till träden fortsätter utvecklas. De ekar som måste tas ned bör läggas i grönområdet eftersom gammal död ved är gynnsamt för den biologiska mångfalden. Borttagna ekar bör ersättas efter byggskedets slut.
- Kvarvarande närliggande ekar i grönområdet vid Dalvägen och värdefulla (klassade) träd i grönområdet vid Hagalund bör skyddas under byggskedet genom inhängning.

5.3.5 Konsekvensbedömning

Naturmiljö
En översiktlig bedömning visar att det sannolikt inte finns något grundvattenberoende naturområde inom utredningsområdet. Inga negativa konsekvenser på natur- och rekreationsområden bedöms därför ske till följd av eventuell påverkan på grundvattnet.

Avverkandet av ett par träd i de alléer som finns utmed Karlbergsvägen bedöms inte få några betydande konsekvenser för alléernas funktion som spridningskorridor. De skador som eventuellt uppstår på trädbeståndet vid Karolinska Institutets entré bedöms inte medföra några betydande konsekvenser för områdets biologiska värden. Om stora träd tas ner bör de ersättas.

Förlusten av värdefulla träd i grönområdet vid Hagalunds industriområde (K i Figur 37) bedöms få negativa konsekvenser för den biologiska mångfalden i området. Då grönområdet utgör en spridningsväg för framförallt skogsfåglar, kan de skador som uppstår på grönytan även få konsekvenser på en större skala.

Gamla, grova ekar utgör livsmiljö för många andra arter, framförallt insekter. Två av de ekar som tas bort i grönområdet vid Dalvägen har håligheter med mulmbildning, vilket är värdefullt för bland annat hållevande skalbaggsarter. Många av de känsliga och hotade arter som är knutna till ekar i allmänhet behöver en struktur där många ekar av olika ålder står nära varandra. Den förlust av två ekar som sker bedöms därför även det få negativa konsekvenser för den biologiska mångfalden.

Utan åtgärder och försiktighetsmått bedöms de negativa konsekvenserna för naturmiljön sammantaget vara måttliga-stora negativa jämfört med nuläget. Med åtgärder såsom återplantering och kvarlämnande av död ved vid Dalvägen respektive Hagalund kan dessa konsekvenser mildras.

Rekreation
En ny station i Hagastaden och i Hagalunds industriområde innebär att tillgängligheten till Norra begravningsplatsen ökar jämfört med idag vilket bedöms förbättra möjligheten att använda området.

Då inte alla de naturvärden som går förlorade i grönområdet vid Hagalunds industriområde respektive Dalvägen går att återställa efter avslutat byggskede bedöms Gul linje få negativa konsekvenser för dessa områdens rekreativa värden, om än relativt begränsade. I bergssluttningen vid parken längs Dalvägen kommer det även att permanent finnas en infart till en servicetunnel, se Figur 40. Tunnelns mynning bedöms medföra att parkens rekreativa kvaliteter försämras något.

En ny station i Arenastaden innebär att tillgängligheten till Friends Arena förbättras. Området har redan god tillgänglighet i och med närheten till Solna station, men Gul linje medför en ökad kapacitet i kollektivtrafiksystemet vilket bedöms behövas vid stora evenemang.

Planförslaget bedöms sammantaget medföra såväl små negativa (intrång i grönområden för närrekration) som små positiva (ökad tillgänglighet) konsekvenser för rekreation jämfört med nuläget.



Figur 40. Bildmontage som visar infarten till arbets/servicetunneln vid Dalvägen.

5.4 Luftkvalitet

5.4.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Luftkvalitet utomhus

Luftkvaliteten inom utredningsområdet påverkas framför allt av fordonstrafik. På högtrafikerade alternativt smala gator kan luftföroreningshalterna vara höga. Inom utredningsområdet går flera busslinjer, bland annat på Odengatan, Karlbergsvägen, Torsgatan, Solnavägen och Frösundaleden.

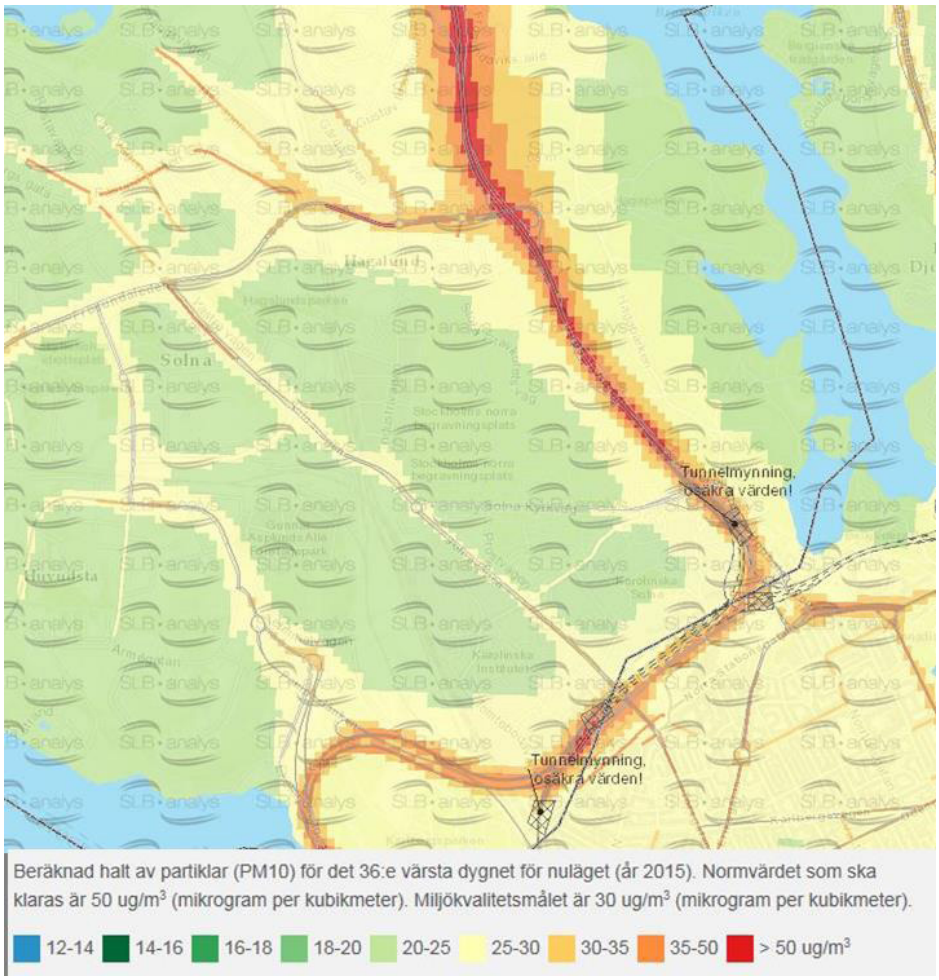
Befintlig tunnelbanan tillför partiklar till utomhusluften genom utvädring via tryckavlastningsschakt och schakt för ventilation. Befintliga tryckavlastningsschakt finns bland annat på Odenplan och vid Stadsbiblioteket. Befintligt schakt som medför en viss utvädring av tunnelluft finns vid Hälsingehöjden.

I berörda delar av Vasastaden, Hagastaden, Hagalund och Arenastaden ligger partikelhalterna i utomhusluften till största delen i intervallet 25-35 µg/m³, vilket innebär att miljökvalitetsnormen, MKN för PM10, inte överskrids[16], se Figur 41. Undantag utgörs av följande vägar där halterna ligger över 50 µg/m³, vilket innebär att miljökvalitetsnormen för PM10 överskrids:

- En kort sträcka av E4:an väster om överdäckningen för Hagastaden.
- Frösundaleden på sträckan mellan Dalvägen och Kolonnvägen.

Längs Torsgatan, S:t Eriksgatan, Norra Stationsgatan väster om korsningen med Torsgatan ligger halterna i intervallet 35-50 µg/m³. Lite längre från vägarna är partikelhalterna lägre, oftast i intervallet 25-30 µg/m³.

16 Östra Sveriges Luftvårdförbund.



Figur 41. Översiktlig beräkning av partikelhalter, PM10, år 2015. Källa: SLB-analys.

Kvävedioxidhalterna ligger mellan 30-48 µg/m³ i större delen av utredningsområdet, vilket innebär att miljökvalitetsnormen kvävedioxid, inte överskrids[17] se Figur 41. Undantag utgörs av följande vägar där halterna ligger över 60 µg/m³, vilket innebär att miljökvalitetsnormen överskrids:

- En kort sträcka av E4:an väster om överdäckningen för Hagastaden
- Torsgatan, en kort sträcka norr om korsningen med S:t Eriksgatan
- S:t Eriksgatan
- Norra Stationsgatan, korta sträckor på båda sidor om korsningen med Torsgatan
- Råsundavägen
- Frösundaleden öster om korsningen med Kolonnvägen.

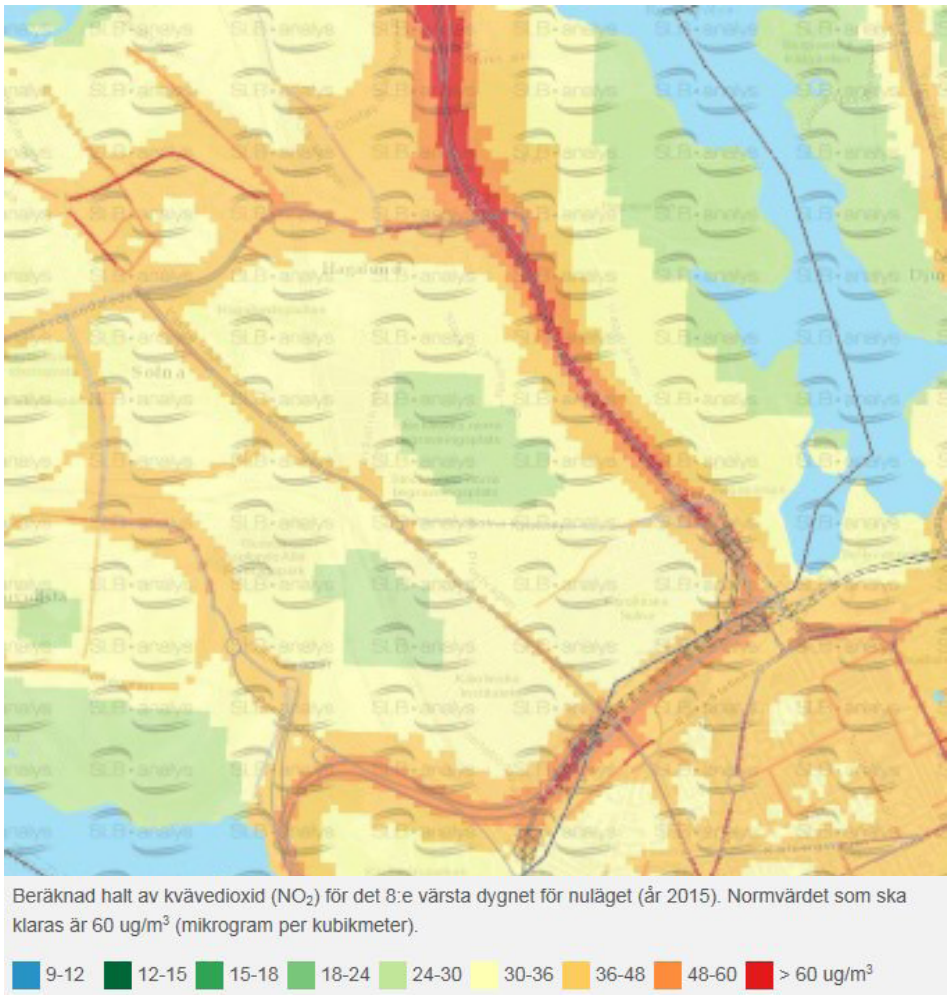
Längs E4:an, Torsgatan, Odengatan, Karlbergsvägen på sträckan norr om Odenplan, Norra Stationsgatan väster om Torsgatan, Solnavägen på sträckan genom Hagastaden samt en sträcka söder om korsningen med Frösundaleden, Frösundaleden på sträckan mellan Dalvägen och Kolonnvägen samt Dalvägen ligger halterna i intervallet 48-60 µg/m³.

Förhöjda kvävedioxidhalter bedöms utgöra ett större problem i området än förhöjda partikelhalter.

Luftkvalitet i tunnelbanestationer

Luft i tunnelbanetunnlar och på underjordiska tunnelbanestationer påverkas av tågdriften. Slitage av hjul, strömskena och bromsar får till följd att partiklar sprids till tunnelluften. I och med det

17 Östra Sveriges Luftvårdförbund.



Figur 42. Kvävedioxidhalter, NO2, år 2015. Källa: SLB-analys.

exponeras resenärer för förhöjda halter av inandningsbara partiklar, PM_{10} och $PM_{2},5$, se faktaruta *Luftburna partiklar och dess hälsopåverkan*.

Nattetid används dieseldrivna tåg för servicearbeten. Det medför utsläpp av bland annat avgaspartiklar och kväveoxider. Dessa föroreningar ventileras snabbt ut ur tunneln och påverkar därmed inte luften dagtid då tunnelbanan är öppen. I MKB:n fokuseras beskrivningen därför på slitagepartiklar, PM10, se även avsnitt 5.4.2 *Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter.*

Partiklarna i tunnelbanan skiljer sig från partiklar i gatumiljö, både vad gäller kemisk sammansättning och storlek. Partiklarna i tunnelbanan består till största delen av metaller och metalloxider, framförallt järn som utgör cirka 70 procent av partikelmassan. Partiklarna skiljer sig även åt vad gäller hälsopåverkan. Studier av hälsopåverkan på människor i tunnelbanemiljöer är få och det tillåter inga helt säkra slutsatser. En sammanfattande, men osäker, bedömning av de studier som finns indikerar att partiklar i järnvägs- och tunnelbanetunnlar innebär mindre hälsorisk än partiklar i den allmänna urbana miljön[18].

I tunnelbanestationer varierar de uppmätta halterna av PM10 vanligen mellan 100-400 µg/m³ [19]. De högsta halterna förekommer dagtid på vardagar. I plattformen för Station Odenplan ligger halterna dagtid på vardagar vanligtvis mellan 300-400 µg/m³ men mätningar visar att det ibland förekommer halter över 500 µg/m³.

18 Hälsoeffekter av luftföroreningar i stationsmiljöer till järnvägstunnlar, 2013.
19Hälsoeffekter av luftföroreningar i stationsmiljöer till järnvägstunnlar, 2013.

Luftburna partiklar och dess hälsopåverkan

Luftburna partiklar utgörs av små fragment av material i luften. Det vanligaste sättet att redovisa dessa partiklar utgår från deras storlek och för detta används beteckningen PM (Particulate Matter). Inandningsbara partiklar har i typiska fall en storlek på cirka 10 µm (0,01 millimeter) eller mindre och luftens innehåll av partiklar med sådana dimensioner betecknas som PM10. PM_{2},5 har en diameter på mindre än 2,5 mikrometer och är därmed ännu mindre partiklar. PM_{2},5 redovisas ofta separata men är även en delmängd av PM10. PM redovisas som partiklarnas totala massa per kubikmeter luft, µg/m³.

Det finns omfattande forskning kring hälsoeffekter av partiklar i urban miljö. Dessa är av olika ursprung och ser mycket olika ut. Exakt vilka typer av partiklar som orsakar hälsoeffekter är inte fullt klarlagt men partiklars kemiska sammansättning och storlek har betydelse för påverkan på hälsa. Partiklar kan ge både korttidseffekter och långtidseffekter. Korttidseffekter handlar om effekten av en kortvarig hög exponering vilket kan öka risken för hjärt-kärlsjukdomar samt astma och andra lungsjukdomar. Långtidseffekter handlar om effekten av att dagligen utsättas för partiklar vilket kan bidra till uppkomst av sjukdomar som exempelvis cancer.

Kunskapsläget om hälsoeffekter av exponering av partiklar i tunnelbanan är förhållandevis begränsat. Ett fåtal studier av exponering för tunnelbaneluft har gjorts. Dessa studier visar att tunnelbanepartiklar har lägre inflammatorisk effekt än partiklar från gatumiljö. Därmed medför de inte samma risk för hjärt-kärlsjukdomar samt astma och andra lungsjukdomar. Metallers hälsopåverkan beror på vilken kemisk form de har. I dagsläget är det inte känt vilken form metallerna i tunnelbanan har.

5.4.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål

Miljökvalitetsnormer, MKN, för luft är gränsvärden för föroreningsnivåer i utomhusluft som inte får överskridas. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för bland annat kvävedioxid, kväveoxid, partiklar (PM_{10} och PM_{2},5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, arsenik, bly, kadmium och nickel. I urban miljö är framförallt kvävedioxid och partiklar relevanta att undersöka. Dessa redovisas i Tabell 2 och i Tabell 3. Även bensen finns i trafikbelastade miljöer men beräkningar har visat att miljökvalitetsnormen för bensen klaras i hela Stockholmsregionen.

Det är framförallt dygnsmedelvärdena i miljökvalitetsnormerna som är svåra att klara i urban miljö och i MKB:n är det därför detta värde som beskrivs, om inte annat anges. MKN för PM10 får överskridas maximalt 35 dagar per år. De värden som beskrivs nedan är således halterna under det 36:e sämsta dygnet. Det innebär att i områden där MKN klaras så kan det finnas dagar då halterna ligger över MKN.

Miljökvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljökvalitetsmålen. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer, se och Tabell 3.

Tabell 2. Miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar, PM10.

Tid för medelvärde	MKN, µg/m³	Målvärde, µg/m³	Anmärkning
Kalenderår	40	15	Värdet får inte överskridas
1 dygn	50	30	Värdet får inte över-skridas mer än 35 dygn per kalenderår

Tabell 3. Miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO2.

Tid för medelvärde	MKN, µg/m³	Målvärde, µg/m³	Anmärkning
	40	20	Värdet får inte överskridas
1 dygn	60	-	Värdet får inte över-skridas mer än 7 dygn per kalenderår
1 timme	90	60	Värdet får inte över-skridas mer än 175 timmar per kalenderår

Acceptabel partikelhalt i tunnelluft

Det finns inga internationella, nationella eller regionala gräns- eller riktvärden för inomhusluft i järnvägs- och tunnelbanemiljöer.

Landstinget har tagit fram en rapport *PM Hälsopåverkan av tunnelluft* som beskriver luftkvalitet ur ett miljömedicinskt perspektiv. [20] Där redovisas en bedömning av en acceptabel partikelhalt för luften i de tre nya tunnelbanelinjerna. Utgångspunkten i metodiken för att ta fram en nivå på acceptabel luftkvalitet har varit att vistelsetiden i tunnelbanan inte ska medverka till att årsexponeringen enligt miljökvalitetsnormerna överskrids.

Totalt antas en typisk resenär vistas 325 timmar per år i tunnelbanemiljön, 1 timmes restid per dag under vardagar (arbetspendling) samt ytterligare 2 timmar per vecka för fritidsresor. Beräkningar visar att med antagen restid föreligger det inte någon risk för överskridande av årsexponeringen för PM_{2},5 och metaller. Däremot kan årsexponeringen för PM10 överskridas och därför föreslås ett timmedelvärde av PM10 om 240 µg/m3 vilket beräknas medföra att årsexponeringen för PM10 klaras. Ventilationssystemet projekteras för att klara detta inriktningsmål.

Sammantaget bedöms inriktningsmålet vara konservativt beräknat, se nedan under *Metodik och osäkerheter*. Därmed bedöms det finnas ett utrymme för att inriktningsmålet ska kunna överskridas under ett antal timmar per år. Halten 240 µg/m³ som timmedelvärde föreslås kunna överskridas 175 timmar per år.

Inriktningsmålet gäller endast för nya tunnelbanestationer. För befintliga anslutande stationer är inriktningen att luftkvaliteten inte ska försämras jämfört med idag.

Eftersom resenärer vistas kort tid i tunnelbanan är det relevant att redovisa luftkvaliteten med ett timmedelvärde. Ett dygnsmedelvärde säger inte något om den exponering som en resenär får och skulle kunna innebära mycket hög exponering vissa tider. Med ett timmedelvärde kontrolleras halten under högtrafik, då flest personer reser och då högst halter förekommer. Detta bedöms medföra mindre negativa hälsokonsekvenser än med en styrning för att klara ett dygnsmedelvärde.

Vecko - dygns- och timmedelvärde

Mätningar och beräkningar av partikelhalt kan göras för olika tidsperioder. Dygnsmedelvärde avser medelvärdet för halter under ett dygn, oftast angett som medelvärdet för alla årets dygn. Veckomedelvärde är medelvärdet av dygnsmedelvärdena under en vecka. Timmedelvärde avser medelhalten under en timme.

20 PM Hälsopåverkan av tunnelluft.

Metodik och osäkerheter

Utredningsområdet för luftkvalitet utgör en kombination av de områden som anläggningen tar i anspråk under mark, områdena i direkt anslutning till de ventilationsschakt- och torn som tillkommer ovan mark och närliggande vägar som kan komma att beröras av förändring av trafikflöden under drifttiden och som påverkas av byggtrafik under byggtiden.

Landstinget har tagit fram en PM som beskriver åtgärder för luftkvalitet i stationer[21]. I denna PM redovisas bland annat metodik för beräkningar, osäkerheter, jämförelser med liknande anläggningar och motiv till åtgärder. Den största osäkerheten för beräkningar av partikelhalt i stationerna är källdata om partikelemissionen.

Metodiken för att definiera en acceptabel nivå på partikelhalter bygger på en rad antaganden, bland annat om resenärers genomsnittliga vistelse tid i tunnelbanan, halten i tunnelbanevagnarna och att en del av resandet sker under perioder med lägre halter. Inriktningsmålet baseras på att halten är lika hög i tunnelbanevagnarna som på plattformarna. En studie som gjorts indikerar dock att halten inne i vagnarna är mycket lägre än på plattformarna. Det finns dock stationer i befintligt system med högre halter som inte omfattas av inriktningsmålet men som bidrar till den sammantagna exponeringen. Samtidigt sker många resor på fritiden då partikelhalterna är lägre. Det finns dessutom osäkerheter gällande tunnelbanepartiklars påverkan på hälsa. Detta beskrivs i PM hälsopåverkan av tunnelluft.

Beräkningar av partikelhalter i plattformsrummen med olika ventilationsscenarier har gjorts vilka har jämförts med föreslagen acceptabel haltnivå av PM10. Konsekvensbedömningen har gjorts genom en sammanvägning av beräknade halter och exponeringstid.

5.4.3 Planförslagets miljöpåverkan

Luftkvalitet utomhus

Med förstärkt kollektivtrafik i form av tunnelbana bedöms behovet av busstrafik bli mindre jämfört med en framtida situation utan tunnelbana. Färre bussar kan, beroende på utveckling av fordonsflottan, innebära lägre luftföroreningshalter på berörda gator, så vida detta utrymme inte fylls ut av övrig trafik. I och med att Stockholm växer är det dock svårt att bedöma om det blir färre bussar jämfört med nuläget.

Det ventilationssystem som tunnelbanan planeras utrustas med består bland annat av utvädring av luft från spårtunneln, se avsnitt 3.1.3. Den huvudsakliga utvädringen av tunnelluft att ske genom tryckutjämningsschakten. De är placerade invid Värtabanan, vid Nobel forum, inom industriområdet Hagalund och på baksidan av ett av bostadshusen i norra Hagalund. Tryckutjämningsschakten fungerar som passiv utvädring och partiklarna påverkar därmed främst närområdet. Utöver dessa kan utvädring även komma att ske via befintligt schakt vid Stadsbiblioteket. Tryckutjämningsschakten planeras att förses med reglerbar avstängning vilket innebär att de inte stängs helt under hela vintern utan att de kommer styras utifrån utomhustemperaturen.

Nya tryckutjämningsschakt

Tryckutjämningsschakt för Gula linjen kommer finnas i anslutning till stationerna, se Figur 12 . De är placerade invid Värtabanan, vid Nobel forum, inom industriområdet Hagalund (på Åldermansvägen) och på baksidan av ett av bostadshusen i norra Hagalund. Tryckutjämningsschakten kommer att medföra ett utflöde av tunnelluft. De fungerar som passiv utvädring och partiklarna påverkar därmed främst närområdet. Tryckutjämningsschakten planeras att förses med reglerbar avstängning vilket innebär att de inte stängs helt under hela vintern utan att de kommer styras utifrån utomhustemperaturen.

21 PM Åtgärder för luftkvalitet.

Beräkningar av utsläpp från tryckutjämningsschakt visar på en ökning av partikelhalter i närområdet med högst 5 µg/m³ [22].

Partikelhalterna avtar snabbt med avståndet till källan. De flesta tryckutjämningsschakten ligger i markplan och har en höjd på cirka en meter ovan mark. Undantag utgörs av södra schaktet för Haglunds station där förslaget på utformning är att schaktet integreras i en kommande byggnad intill Värtabanan/Norra länken. Emissionerna från detta schakt kommer att föras ut direkt mot Värtabanans spårområde.

Partikelhalterna inom de områden där tryckutjämningsschakten byggs är i nuläget 25-30 µg/m³ förutom invid Värtabanan där halterna är 30-35 µg/m³ [23]. Med ett tillskott på upp till 5 µg/m³ påverkas inte möjligheten att klara miljökvalitetsnormen för PM10.

De högsta partikelutsläppen från tryckutjämningsschakt sker via schaktet invid Värtabanan och det södra schaktet i Station Hagalunds industriområde. Invid dessa tryckutjämningsschakt kommer närområde få en ökning av partikelhalterna med som upp till 5 µg/m³. Därefter avklingar halterna och på 200-500 meters avstånd ligger halterna på cirka 1 µg/m³. Schakten i södra Hagalund ligger mellan Ostkustbanan och en verksamhetslokal och det södra schaktet för Hagastaden intill Värtabanan. Utsläpp från dessa schakt bedöms inte påverka områden där människor vistas. Kring de andra schakten är påverkan mindre.

Brandgasschakt och avgas från reservaggregat

Stationerna förses med ett system för brandventilation. Det kommer finnas fyra anläggningar för att föra ut brandgaser vid en eventuell brand, en invid Värtabanan tillhörande station Hagastaden, två inom verksamhetsområdet vid station Hagalund och en anläggning för station Arenastaden, se Figur 11.

Brandgasschaktet tillhörande station Arenastaden placeras på en del av skolgård tillhörande Hagalundsskolan, intill Klövervägen, (se Figur 43). Inom skolområdet ligger även två förskolor, Klöverns och Fyrklöverns förskolor. Höjden på detta torn kommer att vara 2-2,5 meter för att barn inte ska kunna klättra upp på anläggningen.

Brandgasschakten kommer även användas för avluft av avgaser från reservaggregat. Det är dieselaggregat som kommer provköras 1 gång/månad. Dieselavgaser innehåller bland annat partiklar som är hälsovådliga. Aggregaten kommer provköras nattetid för att inte störa driften av tunnelbanan och olägenheter till följd av detta bedöms som små. Utöver det kommer de användas vid elavbrott. Detta har uppskattats behöva ske ungefär en gång vart femte år. Risken för negativ hälsopåverkan till följd av brandgaser och dieselavgaser bedöms som mycket liten till följd av den låga risken för brand i tunnelbanan, att aggregaten provkörs nattetid då förskolan är stängd och eftersom elavbrott sällan uppkommer.

Luftkvalitet i tunnelbanestationerna

En tunnelbaneresenär exponeras för partiklar i de underjordiska stationerna under en kort tid, men halten av partiklar är högre och av annan sammansättning än vad som normalt gäller för urban utomhusluft.

Eftersom Gul linje kopplas på befintlig Grön linje kommer driften av ett mycket stort antal tunnelbanetåg, i både Gul och Grön linje, påverka luftkvaliteten längs den Gula linjen.

---

22 Beräkningar för för tidigare utformning av ventilationssystemet i tunnelbanan till Nacka visar på partikelutsläpp från tryckutjämningsschakt i intervallet 27 – 446 gram/dygn (årsmedel). När tunnelluften blandas med utomhusluften medför det en ökning av partikelhalterna med 0,5-5 µg/m³. Källa: Luftkvalitet. Tunnelbana till Nacka och söderort. Beräkningar för tryckutjämningsschakt i tunnelbanan till Arenastaden visar på partikelutsläpp i intervallet 67- 297 gram/dygn (årsmedel), vilket innebär att utsläppen ligger i samma storleksordning.

23. Östra Sveriges Luftvårdförbund.

Beräkningar visar att inriktningsmålet, 240 µg/m³ som timmedelvärde, kan klaras i de tre nya stationerna, se Tabell 4. De högsta halterna uppkommer under vintermånaderna då tryckutjämningsschakten är stängda. Schakten kommer vara reglerbara och styras utifrån utomhustemperaturen, så att det inte blir för kallt på plattformarna. Med helt stängda schakt under vinterhalvåret beräknas partikelhalten ligga upp mot 500 µg/m³ på plattformen i Hagastadens station. Riktvärdet beräknas komma överskridas cirka 150 timmar per år. Detta är inom ramen för tillåtna antal timmar med överskridande enligt inriktningsmålet. På plattformen i station Hagalunds industriområde beräknas partikelhalten vara som högst cirka 265 m³ och överskridande av riktvärdet beräknas ske cirka 10 timmar om året.

Tabell 4. Högsta partikelhalter i plattformsutrymmen.

Plattform	Högsta partikelhalter, PM10, µg/m³, timmedelvärden	
	Större delen av året	Vintermånader
Hagastaden	192	517 som högst. Över 240 under 152 h/år
Hagalunds industriområde	175	264 som högst. Över 240 under 11 h/år
Arenastaden	101	183

Redovisade halter är beräknade för högtrafik med ventilationen i drift. Vid lågtrafik genereras lägre partikelhalter och då kan ventilationen användas mindre. Det är därmed rimligt att anta att partikelhalterna över dygnet kommer att ligga runt 200 µg/m³ i station Hagalunds industriområde, något lägre i station Arenastaden och något högre i station Hagastaden.

Ventilationssystemet utformning innebär att uteluft till tunnlarna tas in via arbets-/servicetunnlarna till Hagastaden och till Arenastaden. Det innebär att friskluftsintagen är belägna vid Dalvägen och intill E4 sydväst om Karolinska Institutet.



Figur 43. Fotomontage som visar placering av ventilationsanläggning intill Klövervägen.

Friskluftsintaget sydväst om Karolinska Institutet ligger några meter från E4. För att inte ta in luft med oacceptabel luftkvalitet anläggs detta friskluftsintag som ett torn. Beräkningar av luftkvaliteten i området för år 2025 har gjorts som underlag för att definiera tornhöjd[24]. Eftersom luftföroreningshalterna avtar med höjden bör tornet vara så högt som möjligt. Miljökvalitetsnormerna klaras med ett torn som är två meter högt eller högre. Det behövs dock ett torn som är tio meter högre än E4:ans vägbana för att klara halterna i miljökvalitetsmålen. Tornet kommer därför att ha en höjd på 10 meter över E4, se Figur 31. På denna höjd beräknas partikelhalterna ligga på 30 µg/m^3. Även kvävedioxidhalterna klara miljökvalitetsmålet, både årsvärdet och timvärdet.

Friskluftsintaget vid Dalvägen ligger i grönområdet, cirka 20 meter från Dalvägen, se Figur 40. Luftkvaliteten i detta område bedöms som acceptabel för att ta in i tunnelbanans ventilationssystem[25]. Miljökvalitetsmålet för dygn för PM10, 30 µg/m^3 bedöms klaras vid intaget. För kvävedioxid finns inget miljömål fastställt för dygnsmedelvärdet.

Entréhallar, rulltrappor och mellanplan kommer att ha separat ventilation varför de beräknas få väsentligt lägre PM10-halter än plattformsrummen.

Vid Arenastaden finns klorerade lösningsmedel i grundvattnet. Lösningsmedlet kan avgå till luften och på så sätt förorena luften i tunneln. Övervakning av halterna i luften i tunnelbanan, framför allt i mindre teknikutrymmen och på närliggande plattform, behöver därför göras.

5.4.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Åtgärder och anpassningar som arbetats in vid utformning av anläggningen redovisas i avsnitt 3.1.3.

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen
Det finns inga förslag på skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen.

Förslag till övriga försiktighetsmått

- När reservaggregatet används till följd av elavbrott bör Hagalundsskolan och Klöverns och Fyrklöverns förskolor informeras om detta för att eventuellt hålla barnen inne.
- Halterna av partiklar i luften vid de utsläppspunkter som ligger nära bostäder bör kontrolleras efter att tunnelbanan tagits i drift, för att säkerställa att halterna inte är högre än beräknat nära bostäderna.
- Halterna av klorerade lösningsmedel i luften i tunnelbanan vid Arenastaden bör övervakas, framför allt i mindre teknikutrymmen och på närliggande plattform.

5.4.5 Konsekvensbedömning

Planförslaget bedöms medföra att människor som bor längs eller vistas i närheten av Odengatan, Karlbergsvägen, Torsgatan och Solnavägen får något lägre exponering för trafikrelaterade luftföroreningar jämfört med en framtida situation utan tunnelbana. Detta gäller under förutsättning att det utrymme som följer av minskad trafik inte fylls upp av annan trafik.

Samtidigt medför planförslaget en ökad utvädring av tunnelluft med partiklar vid de nya tryckutjämningsschakten. Människor som bor eller vistas i närheten av dessa platser får en ökad exponering för partiklar jämfört med en framtida situation utan tunnelbana. De partiklar som tunnelbanan genererar innebär sannolikt mindre hälsorisk än övriga urbana partiklar. Sammantaget

24 Friskluftsintag till Gula linjen i Hagastaden.

25 Friskluftsintaget ligger i ett område med partikelhalter på cirka 25-30 µg/m^3 och kvävedioxidhalterna på cirka 35 µg/m^{3}i markplan i nuläget.

bedöms de negativa konsekvenserna från partikelutsläpp via ventilations- och tryckutjämningsschakt vara små.

Med det ventilationssystem som planeras kommer de tre nya plattformarna att ha en luftkvalitet som bedöms ge en acceptabel hälsopåverkan.

Det är svårt att bedöma konsekvenserna av förändrad luftkvalitet eftersom det både sker lokala förbättringar och lokala försämringar jämfört med en situation utan utbyggd tunnelbana. Sammantaget bedöms omfattningen av luftföroreningarnas konsekvenser för befolkningens hälsa som likvärdig i planförslaget och i en situation utan utbyggd tunnelbana.

5.5 Olycksrisker

I detta avsnitt beskrivs övergripande de olycksrisker som är förknippade med tunnelbanans Gula linje. De risker som behandlas är plötsligt inträffade händelser (olyckor) som kan resultera i miljöeffekter och miljökonsekvenser med avseende på människors hälsa och miljön. Risk för översvämningar beskrivs i avsnitt *5.7 Klimatanpassning*.

I Underlagsrapport *Olycksrisker*, vilken ligger till grund för detta avsnitt, återfinns en mer utförlig beskrivning av riskbilden. Mer fördjupade riskutredningar kommer genomföras i fortsatt arbete.

5.5.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Skyddsvärda objekt

Människor vilka vistas i närheten av tunnelbanan behöver skyddas från risker förknippade med denna. Det kan exempelvis röra sig om resenärer i anläggningen eller i anslutning till denna eller omgivande trafiksystem, anläggningspersonal, boende i närområdet och personer som arbetar i anläggningens närområde.

En karta över identifierade skyddsvärda objekt i Gula linjens närområde ses i Figur 44. Värda att nämna särskilt är sjukhuset Nya Karolinska Solna, intill Station Hagastaden.

Befintlig infrastruktur utgör skyddsvärda objekt och exempel är befintlig Grön linje, Citybanan, vägnät kring stationerna, Tvärbanan, tunnlar under Hagastaden (E4 och Värtabanan) samt Ostkustbanan. Även Gul linje kommer att betraktas som ett skyddsvärt objekt och utgör samhällsviktig verksamhet.

Vid Arenastaden utgör Friends Arena och Mall of Scandinavia skyddsvärda objekt då de inhyser ett stort antal besökare.

I *Underlagsrapport Olycksrisker* finns en utförligare beskrivning av skyddsvärda objekt.

Riskkällor

I Gula linjens närområde har ett antal riskkällor identifierats, se Figur 45. Det är i första hand i närheten av stationslägena som tunnelbaneanläggningen bedöms kunna påverkas av omgivande riskkällor, eftersom en tunnel under mark bedöms vara skyddad från påverkan från riskkällor ovan jord.

Identifierade riskkällor i stationernas närhet utgörs av Solnavägen, Frösundaleden och Ostkustbanan samt Karolinska sjukhusets helikopterflygplats. Solnavägen är inte klassad som transportled för farligt gods, men farligt gods transporteras ändå här och vägen beaktas därför som en riskkälla.

Identifierade riskkällor under mark utgörs av Värtabanan och E4:an i tunnlar under Hagastaden, vilka är transportleder för farligt gods samt Citybanan.

I *Underlagsrapport Olycksrisker* finns en utförligare beskrivning av skyddsvärda objekt.

5.5.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

I nuläget saknas det nationella standarder kring vilka risknivåer som kan anses acceptabla för tunnelbana. Viss praxis finns vad gäller exempelvis riskhänsyn vid planläggning och projektering av järnvägstunnlar men även här saknas konkreta risknivåer som konsekvent bedöms som acceptabla.

Riskacceptansen och riskvärderingen i samhället vilar på ett antal principer som exempelvis beskrivs i *Transportstyrelsens rapport Säkerhetsmål för trafikanter i vägtunnlar, järnvägstunnlar och tunnelbana*. Dessa principer uttrycks som:

- Principen om berättigande av aktivitet.
- Principen om optimering av skydd.
- Fördelningsprincipen
- Undvikande av katastrofer.
- Proportionalitetsprincipen.
- Principen om ständiga förbättringar.

Dessa principer ligger till grund för tolkning av resultat och föreslagna åtgärder. Värdering av risk innebär alltid att en avvägning mellan dessa principer behöver göras.

Metodik och osäkerheter

Arbetsmetodiken för riskhanteringen har utgått från den så kallade riskhanteringsprocessen vilken är framtagen i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system[26], men har anpassats till en MKB-process. Med olycksrisker avses i detta sammanhang en sammanvägning av sannolikheten för att en plötslig händelse ska uppstå och de negativa konsekvenserna av händelsen.

För olycksrisker med påverkan mot omgivningen sträcker sig utredningsområdet några hundra meter från den färdiga tunnelbaneanläggningen. Utredningsområdet för riskpåverkan från omgivningen mot anläggningen är beroende på riskkällans möjliga konsekvensområde och uppgår för transportleder för farligt gods till 150 meter och för drivmedelsstationer till 100 meter.

För att säkerställa ett konsekvent arbetssätt med framtagandet och bedömningen av risker inom ramen för MKB måste tre olika perspektiv belysas:

- Risker från omgivningen som kan resultera i en negativ påverkan på anläggningen.
- Risker från anläggningen som kan resultera i en negativ påverkan på omgivningen.
- Risker från anläggningen som kan resultera i en negativ påverkan på andra delar inom projektet. Dessa risker beskrivs i avsnitt 3.1.2.

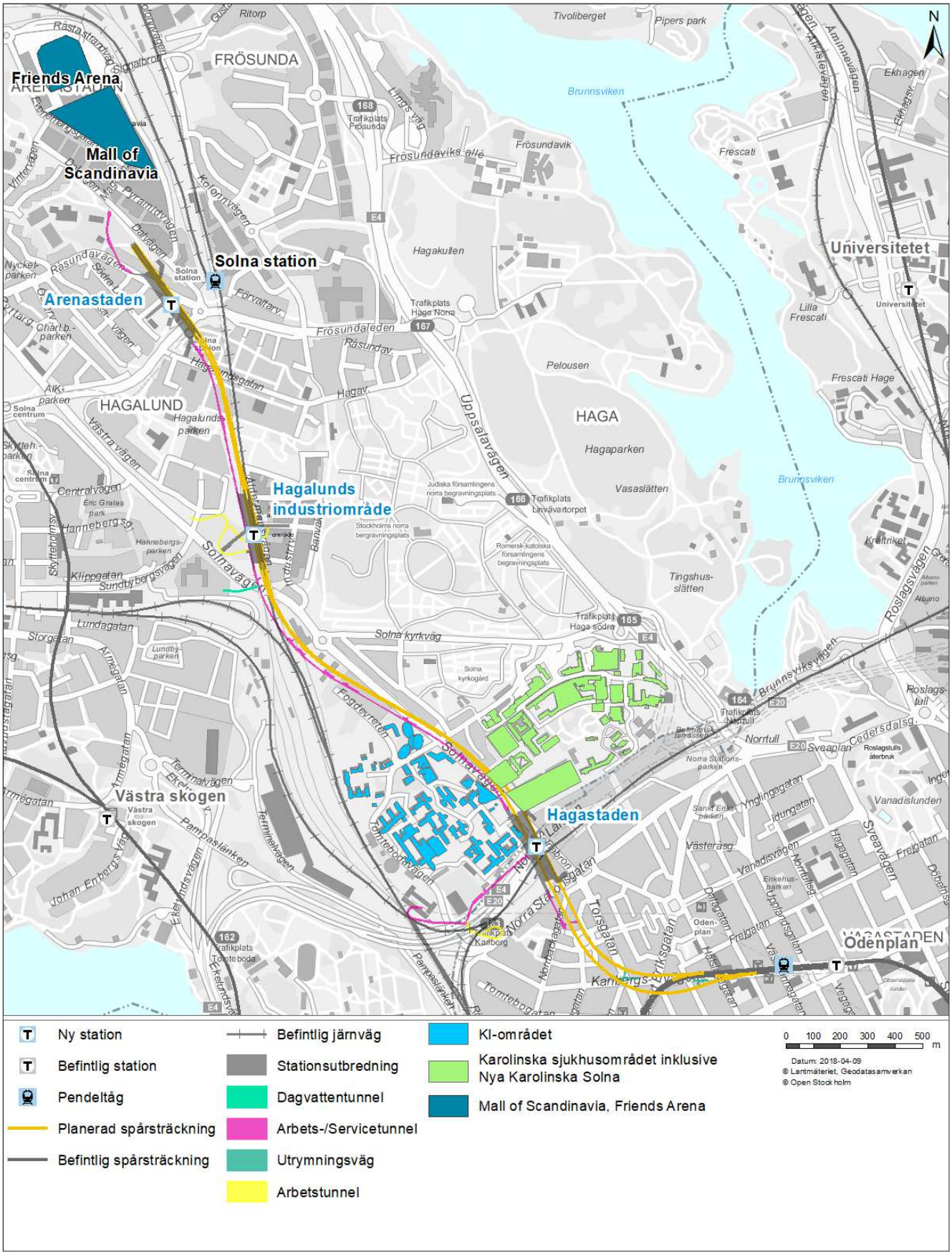
Av dessa tre perspektiv är det endast skyddsåtgärder mot påverkan på omgivningen som kan fastställas i järnvägsplanen.

Inventeringen av samhällsviktiga verksamheter är en väsentlig del av riskhanteringsprocessen. En beskrivning av hur denna identifiering har genomförts beskrivs i underlagsrapporten för olycksrisker.

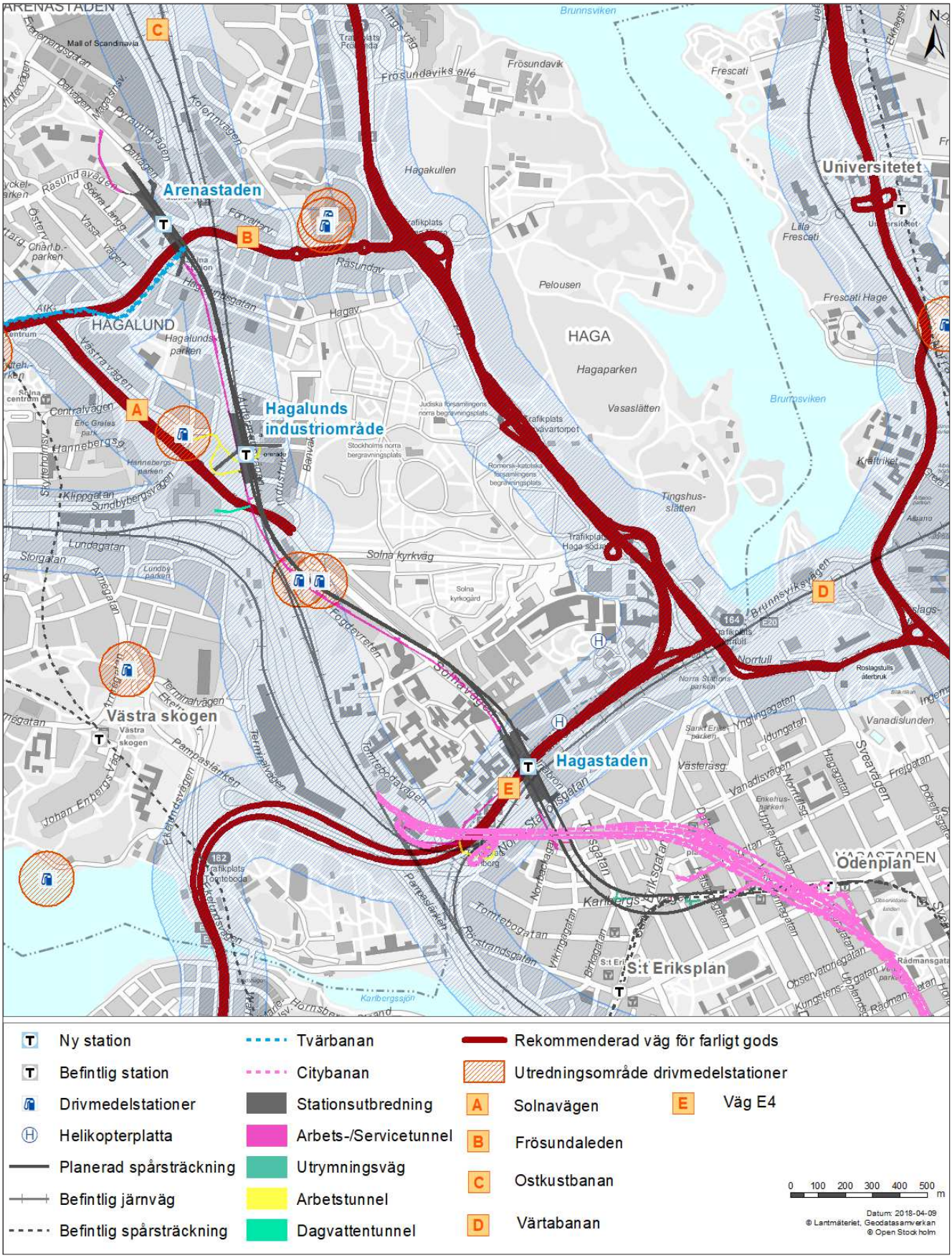
Riskbedömningar är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Exempel på osäkerheter kan vara brister i statistik, osäkerheter i trafikprognoser och hur områden kommer att utvecklas i samband med utbyggnaden av tunnelbanan.

---

26 ISO 2009.



Figur 44. Identifierade skyddsvärda objekt samt befintlig infrastruktur i Gul linjes närområde.



Figur 45. Identifierade riskkällor. Bensinstationen vid Hagalund planerar att rivas under år 2017.

5.5.3 Planförslagets olycksrisker

Olyckspåverkan från omgivningen

Riskpåverkan från omgivningen mot anläggningen utgörs till största del av transport av farligt gods på Solnavägen, E4, Värtabanan, Frösundaleden och Ostkustbanan. Hagastadens stationsentréer är placerade cirka tio meter från Solnavägens körfält, vilket medför potentiell riskpåverkan från olycka med efterföljande läckage av kemikalie/bränsle[27].

Stationsentréerna i Hagalunds industriområde ligger i närheten av Ostkustbanan och Solnavägen. Genomförda utredningar visar att riskpåverkan från farligt gods mot dessa entréer är acceptabel med föreslagen placering[28].

Arenastadens stationsentreér är som närmast placerad drygt 40 meter från Frösundaleden och drygt 100 meter från Ostkustbanan, vilket medför potentiell riskpåverkan från dessa vid en olycka med farligt gods. Arenastadens norra stationsentré försörjer området Arenastaden där bland annat Friends Arena och Mall of Scandinavia finns, vilket medför att personbelastningen kan bli hög i området vid evenemang. Befintlig kollektivtrafik i och till området utgörs av pendeltåg, tvärbanan, bussar samt blå linjes tunnelbana. Tillkomsten av Gul linje bedöms inte förändra resenärsmängderna i och till området utan tillför ytterligare ett resalternativ. Mängden personer styrs av målpunkterna och inte av möjliga resalternativ, därmed bedöms inte tillkomsten av Gul linje förändra samhällsrisken i området. Stationens avstånd till Ostkustbanan är sådan att olyckor med farligt gods som bedöms kunna påverka tunnelbanan är utsläpp av giftig gas och stora explosioner33. Arenastadens södra stationsentré ligger på samma avstånd från Ostkustbanan som den norra men närmare Frösundaleden som medför potentiell riskpåverkan från olycka med efterföljande läckage av kemikalie/bränsle. Den södra stationsentrén bedöms inte ha samma personbelastning vid evenemang då den inte är lika tillgänglig från Friends Arena. Åtgärder som bedöms rimliga och möjliga att genomföra med stöd av järnvägsplanen utgörs av åtgärder på stationens ventilation.

I och med att E4:an och Värtabanan förläggs i tunnlar under Hagastaden kommer spårtunnlarna för den nya tunnelbanan att gå under en väg- och järnvägstunnel i vilken farligt gods, inklusive gaser och explosiver, transporteras. En explosion på E4:an eller Värtabanan kan potentiellt påverka Station Hagastaden eller Gula linjens spårtunnlar så att dessa drabbas av stenutfall eller lokala ras.

Giftig gas eller brandgaser kan även nå anläggningen via friskluftsintag eller tryckutjämningsschakt som är placerade i närheten av transportleder för farligt gods. Detta är aktuell för tryckutjämningsschakten vid Frösundaleden och Solnavägen samt friskluftsintaget vid E4.

Gula linjen passerar över Citybanans tunnel med liten bergtäckning. En kraftig brand i Citybanan kan orsaka stora negativa konsekvenser för Gul linje och åtgärder behöver därför vidtas.

Olyckspåverkan mot omgivningen

Riskpåverkan från Gula linjen mot omgivningen bedöms under driftskedet vara mycket begränsad, eftersom anläggningen till största del ligger under mark. Inga av de identifierade skyddsvärda objekten ovan mark bedöms utsättas för riskpåverkan från Gul linje under driftskedet.

Vid brand i tunnelbanan kan spridning av brandgaser innebära risk för brandspridning till intilliggande byggnader. Detta har beaktats vid val av placering av utsläppspunkter, så att dessa inte placeras för nära till exempel bostadsfasader, och risken för brandspridning är därför mycket låg. Risken för spridning av brandgaser bedöms som liten men kan leda till olägenhet för omgivningen, främst vid Klövervägen där brandgasschaktet är placerat på en skolgård.

27PM Övergripande riskbedömning Hagastaden.
28 PM Riskbedömning Hagalunds industriområde.

Närheten till Citybanan och Norra Länken beaktas vid projekteringen av Gul linje så att dessa anläggningar inte ska skadas i händelse av en brand i den Gula linjens tunnel. Vid brand i Gul linje föreligger risk för spridning av brand och brandgaser till Grön linje. Säkerheten i befintliga tunnlar höjs genom att en utrymningsväg anordnas i befintliga delar.

5.5.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Åtgärder och anpassningar som arbetats in vid utformningen av anläggningen redovisas i avsnitt 3.1.2 *Säkerhetskonceptet*.

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen
Det finns inga förslag på skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen.

Förslag till övriga åtgärder
- Brandskyddsåtgärder bör genomföras i Citybanans tunnel där Gula linjen passerar nära.

Förslag till övriga försiktighetsmått
- Friskluftsintag och tryckutjämningsschakt bör utföras med möjligheter till central avstängning för att förhindra spridning av gas till tunnelbanans publika delar. Hur en sådan lösning kan utformas tekniskt behöver utredas vidare.
- Fasader och glaspartier på Hagastadens stationsentré vid Hagaplan bör utföras i brandteknisk klass, liksom hissen vid KI.
- Samtliga plattformar bör förses med barriärer mot spåren vilka effektivt hindrar resenärer från att ramla ned eller vistas på spåren.

5.5.5 Bedömning

Med anläggningens utformning uppnås en acceptabel risknivå för omgivningen. Riskpåverkan från anläggningen mot omgivningen bedöms under driftskedet vara mycket begränsad eftersom anläggningen till stor del ligger under mark.

Utan åtgärder kan en kraftig brand i Citybanan orsaka stora negativa konsekvenser för Gul linje. Konsekvenserna för Gul linje vid brand i Citybanan kan reduceras till små vid genomförande av erforderliga skyddsåtgärder i Citybanan.

Det finns en risk för påverkan från transporter av farligt gods. Exempelvis kan en brand på Solnavägen leda till skador på resenärer och anläggning och ett utsläpp av giftig gas på E4 kan nå anläggningen via friskluftsintag vid E4. Sannolikheten för en olycka med farligt gods är liten men om en olycka inträffar kan den medföra stora negativa konsekvenser, beroende på olyckans omfattning.

Hantering av risker inom anläggningen redovisas i säkerhetskonceptet, se avsnitt 3.1.2.

5.6 Buller, stomljud och vibrationer

5.6.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Inom utredningsområdet finns ett mycket stort antal bostäder som i nuläget berörs, mer eller mindre, av trafikbuller. Befintlig tunnelbana, Grön linje, går i spårtunnlar inom utredningsområdet och påverkar därmed inte trafikbullret ovan mark. Tunnelbanan kan dock ge upphov till stomljud och vibrationer som medför störningar i ovanliggande bostäder.

Odengatan, Karlbergsvägen och övriga större gator inom utredningsområdet har relativt mycket trafik och belastas därför av trafikbuller. På Odenplan är ekvivalenta trafikbullernivåer 60-70 dB(A). Bebyggelse vid Odenplan och längs Karlbergsvägen har i dagsläget ekvivalenta bullernivåer runt 65 dB(A) vid fasad.[29]

E4 korsar utredningsområdet och genererar mycket höga trafikbullernivåer. För tillfället pågår en överdäckning av E4 inom utredningsområdet vilket kommer minska ledens bullerpåverkan i närområdet.

Längs Solnavägen har närliggande byggnader till övervägande del över 60 dB(A) ekvivalent ljudnivå vid fasad, se Figur 46. Nya Karolinska Solna, NKS har ekvivalenta trafikbullernivåer på 65 dB(A) närmast Solnavägen.

Bostäderna vid Fogdevreten påverkas både av trafikbuller från Solnavägen och av järnvägsbuller från Ostkustbanan. Vid hela den norra fasaden ligger bullernivåerna över 60 dB(A). Vid Frösundaleden har bostäder över 55-65 dB(A) vid fasad[30]. Det närmast liggande skivhuset i norra Hagalund har bullernivåer på 55 dB(A) och över.

Tunga fordon såsom lastbilar och bussar som kör över ojämnheter i vägbanan kan orsaka vibrationer och stomljud i närliggande byggnader.

5.6.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

Trafikförvaltningen är den organisation inom landstinget som kommer ansvara för driften av tunnelbanan när den är färdigbyggd. Därför tillämpas deras riktlinjer för stomljud och komfortvibrationer.

Trafikförvaltningens riktlinjer för stomljud från tunnelbana i drift

Vid nybyggnation av spårinfrastruktur tillämpar Trafikförvaltningen inom Stockholms läns landsting de riktvärden som redovisas i Tabell 5. Enligt Trafikförvaltningens riktlinjer ska en marginal med 3-5 dB(A) till riktvärdena i tabellen eftersträvas.

Tabell 5. Riktvärden för stomljud från spåranläggningar.

	Maximal ljudnivå dB(A) SLOW	Maximal ljudnivå dB(A) FAST
Bostadsrum	30	-
Lokaler med utrymme för sömn och vila	30	-
Undervisningslokaler	-	45
Vårdlokaler	-	45

29 Stockholms stads bullerkartläggning.
30 Solna stads bullerkartläggning.

Trafikförvaltningens riktlinjer för komfortvibrationer från tunnelbana i drift

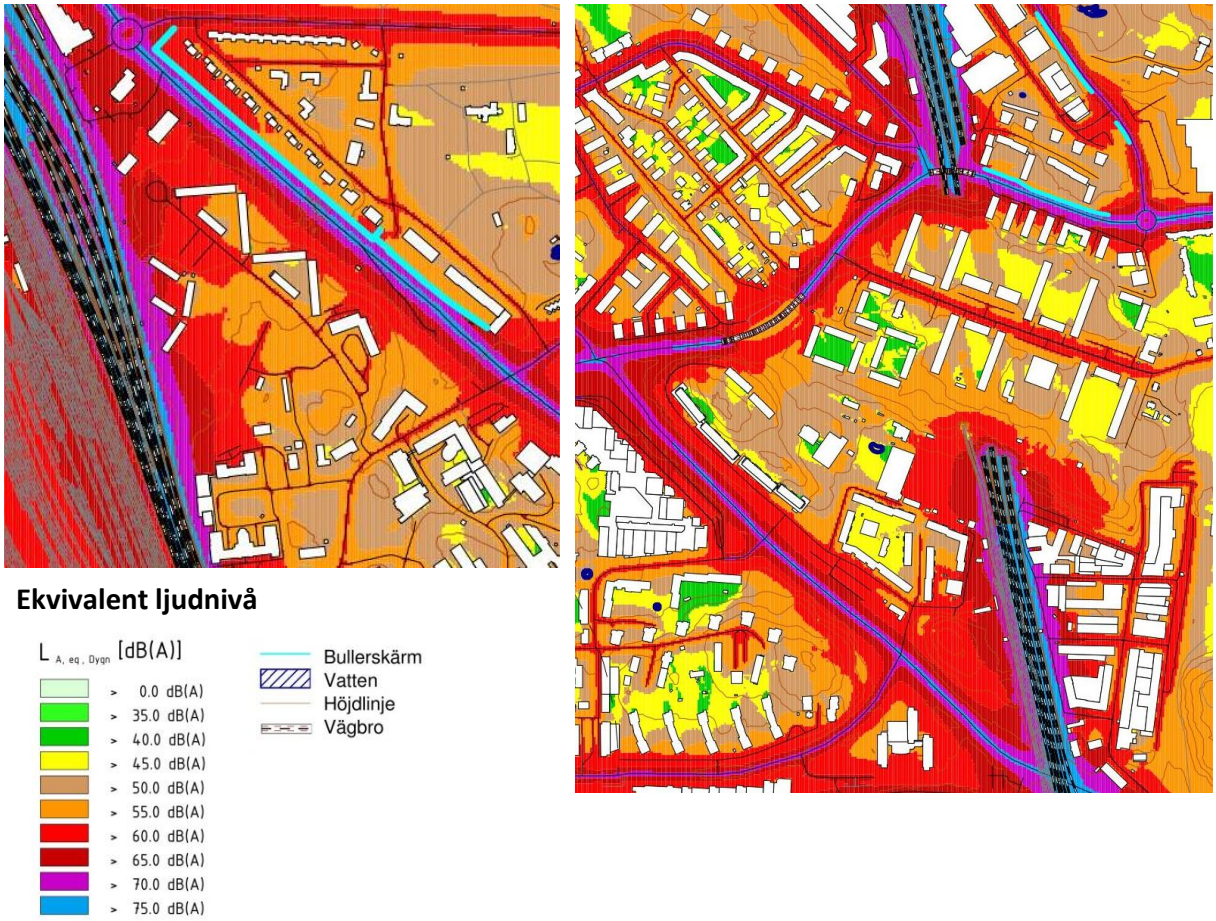
- Komfortvägd vibrationsnivå, det vill säga vibrationer som kan ge komfortstörningar, i bostadsrum i permanentbostäder och undervisningslokaler får inte överskrida 0,4 mm/s.
- Komfortvägd vibrationsnivå i kontor eller affärslokal bör inte överskrida 0,4 mm/s.
- En anläggning ska utformas så att vibrationer som påverkar omgivningen och eller anläggningen minimeras.

Riktvärden för stomljud och vibrationer i Nya Karolinska Solna, NKS

Inför byggandet av NKS fastställde Stockholms läns Landsting riktvärden för vibrationer och stomljud för de nya byggnaderna i NKS, bland annat för forskningsbyggnaden U2 som ligger strax norr om NKS[31]. Riktvärdena anger en högsta stomljudsnivå om 30 dB(A) slow. Vibrationskraven för känslig utrustning är indelade i fyra kravnivåer, där hus U2:s krav motsvarar den strängaste nivån[32] till följd av att byggnaden ska hysa känslig utrustning.

Naturvårdsverkets vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller

För buller från fläktar och andra permanenta anläggningar ska riktlinjer enligt Naturvårdsverkets vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller (Naturvårdsverket Rapport 6538), användas för bedömning av om störning till närboende föreligger se Tabell 6.



Figur 46. Utdrag ur Solnas bullerkartläggning. Bilden till vänster visar Fogdevreten och del av Solnavägen, bilden till högre visar Solnavägen, Frösundaleden och Hagalund.

31 Projektavtal för Nya Karolinska Solna, Bilaga 2, avsnitt c, kapitel 6.

32 0,00625 mm/s för frekvenser mellan 8-80 Hz. Mellan 1 - 8 Hz varierar kravet linjärt från 0,03125 mm/s vid 1 Hz till 0,00625 mm/s vid 8 Hz.

Tabell 6. Riktlinjer för ljudnivå från verksamheter.

	Ekvivalent ljudnivå dag (06-18)	Ekvivalent ljudnivå kväll (18-22) samt lör-, sön- och helg-dag (06-18)	Ekvivalent ljudnivå natt (22-06)
Utgångspunkt för olägenhetsbedömning vid bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus

För buller inomhus finns rekommendationer från Folkhälsomyndighetens (FoHMFS 2014:13) som bör användas för bedömning av om störning till närboende föreligger, se Tabell 7. Dessa allmänna råd gäller för bostadsrum i permanentbostäder och fritidshus. Som bostadsrum räknas rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum. De allmänna råden gäller även för lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande och sovrum i tillfälligt boende.

Tabell 7. Folkhälsomyndighetens riktvärde för buller inomhus.

	dB
Maximal ljudnivå	45
Ekvivalent ljudnivå	30
Ljudnivå med hörbara tonkomponenter	25

Vibrationer och stomljud

Vibrationer som stör boendemiljön kan orsakas av byggverksamhet, maskiner och under vissa omständigheter av trafik, till exempel tåg. Storleken på vibrationerna är framförallt beroende av markförhållandena i området samt avståndet till den vibrationsalstrande verksamheten. Vibrationer kan orsaka störningseffekter (komfortstörningar) för de som bor eller vistas i byggnaderna. Vibrationer kan kännas men inte höras. Vibrationer kan även ge upphov till synliga rörelser såsom klirrande glas och skakande bildskärmar. Snabba vibrationsförlopp såsom sprängning och spontning kan även orsaka skador på byggnader (skadedrivande vibrationer). Enheten för vibrationer är i dagligt tal millimeter per sekund (mm/s).

Känseltröskeln, det vill säga den nivå där man kan känna en vibration, är cirka 0,1-0,3 mm/s (RMS) i frekvensområdet 10-100 Hz (avser komfortvägd vibrationsnivå). Känseltröskeln är den enda säkra undre gränsen om man vill undvika störande vibrationer. Störningar till följd av vibrationer kan yttra sig som sömnsvårigheter, insomningsproblem, koncentrationsproblem eller allmän trötthet.

Stomljud är ett lågfrekvent mullrande ljud som skapas när vibrationer, alstrade av exempelvis tågtrafik, sprids in i byggnader via dess husgrunder. Även dunkande ljud kan uppkomma vid exempelvis växlar. Tåg och byggverksamhet med mera kan även alstra luftburet ljud. Oönskat ljud kallas för buller. Upplevelsen av buller är subjektiv och människor upplever buller på olika sätt. Buller kan orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation, blodtrycksförändringar samt sömnstörningar. Såväl stomljud som luftburet buller har enheten decibel (dB).

Metodik och osäkerheter

För buller och vibrationer definieras utredningsområdet utifrån de områden som påverkas av buller och vibrationer över gällande riktvärden.

Ett flertal beräkningar av stomljud och vibrationer har genomförts för byggnader längs spårsträckningen. Metoden för att beräkna vibrations- och stomljudsnivåer beskrivs i underlagsrapporten *PM Stomljud och vibrationer från spår i driftskedet*. Metoden utgår bland annat från en källstyrka i form av vibrationshastighet i tunneln nära spåret, en teoretisk dämpning på grund av avstånd, jordart och byggnaders grundläggning. Beräkningarna baseras på ett antal antaganden vilka därmed utgör osäkerheter, bland annat indata om källstyrka. Som källstyrka har vibrationsmätdata från tunnelbanan i Stockholm använts. Beräkningarna baseras på att tunnelbanan utformas med ballastspår.

Beräkningarna är gjorda med antagandet om att byggnaderna är fast grundlagda på berg och anger nivåer i källarplan. Detta kan betraktas som ett värsta fall.

5.6.3 Planförslagets miljöpåverkan

Trafikbuller

Med utbyggd kollektivtrafik i form av tunnelbana bedöms behovet av busstrafik på Odengatan, Karlbergsvägen och Torsgatan bli mindre jämfört med en framtida situation utan tunnelbana. Färre bussar innebär lägre trafikbuller, såvida inte detta utrymme fylls ut av annan trafik. Det är framförallt antalet tillfällen med höga maximala ljudnivåer som blir färre. I och med att Stockholm växer är det dock svårt att bedöma om det blir färre bussar jämfört med nuläget. En annan osäkerhet gäller fordonsflottan. Nyare bussar och framför allt bussar som drivs av el medför lägre buller.

Stomljud

Om inga särskilda stomljudsdämpande åtgärder genomförs beräknas stomljud från passerande tunnelbanetåg uppgå till upp mot 40 dB(A) i närliggande byggnader längs Karlbergsvägen, från korsningen med Dalagatan och fram till S:t Eriksgatan. Det innebär att riktvärdet om 30 dB(A) slow överskrids för bostäder. Högst stomljud kommer att uppstå i de nedre delarna av byggnaderna, vilka ligger närmast tunnelbanan. Stomljud avtar vanligtvis med 1,5-2 dB(A) per våningsplan. Längs tunnelbanans sträckning norr om S:t Eriksgatan kommer stomljuden ligga under 30 dB(A) slow. Eftersom stomljud endast kan överföras till byggnader sker ingen påverkan inom obebyggda områden.

Med stomljudsdämpande åtgärder kan riktvärdet för stomljud, 30 dB(A) slow, klaras i samtliga bostäder ovanpå spåren. Detta innebär att även Vasa Real och verksamheter längs denna sträcka kommer få stomljud på under 30 dB(A) slow, vilket är lägre än vad riktvärdet för skolor anger. Exakt utformning av de stomljudsdämpande åtgärderna görs i bygghandlingsskedet.

Ovanstående beräkningar är gjorda för tunnelbanetåg. Det finns även en risk för bullerstörningar från spårunderhåll. Arbetsfordon kan leda till högre stomljudsnivåer jämfört med trafikfordon och dessa trafikerar dessutom nattetid.

Buller från ventilation

Anläggningarna för friskluftsintag kan medföra lågfrekvent buller. Detta buller ska klara Naturvårdsverkets riktvärden som anger högst 50 dB(A) bland annat vid närliggande bostäder och skolor. I bygghandlingsskedet kommer det säkerställas att riktvärdena klaras.

Ventilationstornet intill E4 ligger i ett område med bullernivåer på upp mot 70 dB(A) från E4:an. Det finns inte några bostäder i närheten. Tornets luftintag ligger tio meter över E4:ans nivå vilket medför ett relativt stort avstånd till marknivå och till närmast liggande byggnader inom Karolinska Institutet Vid ventilationsanläggningen vid Dalvägen finns inga bostäder i närheten. Buller från båda dessa ventilationsanläggningar kommer att maskeras av trafikbuller och risken för störande buller bedöms som mycket liten.

Ventilationsschakten vid Stadsbiblioteket kommer fungera som passivt schakt och därmed avger det inget buller. Det finns ingen risk för bullerstörning.

Buller från tryckutjämningsschakt

Tryckutjämningsschakt är öppna schakt täckta med galler. Schakten möjliggör ljudspridning från tunneln till omgivningen, framför allt är det buller från passerande tåg som kan spridas upp genom schakten. Schaktet vid bostadshuset i norra Hagalund ligger cirka 5,5 meter från bostäderna och på detta avstånd beräknas ljudnivån bli 46-48 dB(A)[33]. Det innebär att Naturvårdsverkets riktvärden för helger och kvällar (45 dB(A)) och nätter (40 dB(A)) kan komma att överskridas. Övriga schakt ligger i områden som är mindre känsliga för bullerstörning, se avsnitt 3.1.3. Samtliga schakt ligger i bullerutsatta områden vilket bedöms maskera buller från schakten. Vid Norra Haglund ligger trafikbullernivåerna 5-10 dB(A) högre än spårbullret.

Vibrationer

Vibrationer från passerande tåg kommer att uppstå i närliggande byggnader, framför allt i byggnader längs Karlbergsvägen ovanför spårtunneln. Högst vibrationer uppstår i de nedre delarna av berörda byggnader. Vibrationerna avtar med ökat avstånd vilket innebär lägre vibrationer högre upp i byggnaderna.

Beräkningarna visar att vibrationerna kommer att ligga långt under 0,1 mm/s. Det innebär att vibrationerna kommer ligga under känseltröskeln. Riktvärdet för komfortvibrationer i bostäder, kontor och undervisningslokaler, 0,4 mm/s, klaras därmed utan åtgärder. Det kommer att behövas stomljudsdämpande åtgärder för att klara riktvärdet för stomljud längs vissa sträckor och i och med det kommer även vibrationerna att bli ännu lägre. Riktvärdet för vibrationer i NKS och U2 klaras utan åtgärder.

5.6.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen

Tunnelbanan ska förses med stomljudsdämpande åtgärder under spår för att dämpa stomljud på den sträcka där stomljudet beräknas ligga över 30 dB(A) slow. Vid beräkning av vilka byggnader som ska åtgärdas kommer en marginal på 3-5 dBA tillämpas.

Förslag till övriga åtgärder

- Vid behov bör ventilationsanläggningar och tryckutjämningsschakt förses med bullerdämpning för att klara riktvärdena för buller från verksamheter.

5.6.5 Konsekvensbedömning

Utan åtgärder kommer planförslaget medföra negativa konsekvenser i form av att människor blir störda av stomljud i byggnader längs Karlbergsvägen mellan Dalagatan och S:t Eriksgatan. Med stomljudsdämpande åtgärder under spår bedöms planförslaget inte medföra negativa konsekvenser

33 Bedömning baseras på en bullerutredning om ljud via tryckutjämningsschakt i tunnelbanan till Nacka. ”Externbuller från tryckutjämningsschakt – Station Järla”.

med avseende på störande stomljud. Det kan inte uteslutas att vissa personer kommer uppfatta stomljudet, trots att riktvärdet klaras. Maximala ljudnivåer från installationer i bostäder, exempelvis diskmaskiner, medför dock högre ljudnivåer. Det är därför rimligt att anta att stomljud från tunnelbanan i allmänhet inte kommer att ge upphov till betydande störningar.

Vibrationer från tunnelbanetåg kommer ligga under känseltröskeln på hela sträckan och det finns därmed ingen risk för störningar till följd av vibrationer från passerande tåg.

Där ventilationsanläggningar och tryckutjämningsschakt ligger i närheten av bostäder och kontor kan riktvärdena för buller från verksamheter klaras. Vid vissa ventilationsanläggningar kan bullerdämpning behövas för att klara riktvärdena. Både utomhus- och inomhusbullernivåerna kommer då att bli lägre än trafikbullret i dessa områden. Risken för bullerstörning från anläggningarna bedöms därmed som liten.

Med åtgärder som dämpar stomljud och vid behov åtgärder som dämpar buller från tryckutjämningsschakt och ventilation, bedöms det inte finnas någon väsentlig skillnad mellan planförslaget och nuläget vad gäller störande buller, stomljud och vibrationer. Planförslaget bedöms medföra mindre bullerstörningar från trafik för människor som bor längs och vistas i närheten av Odengatan, Karlbergsvägen och Torsgatan jämfört med en framtida situation utan tunnelbanan. Detta gäller under förutsättning att det utrymme som frigörs inte fylls upp av annan trafik. Samtidigt kommer störningar till följd av stomljud och vibrationer från tunnelbanan att öka något.

5.7 Klimatanpassning avseende översvämningsrisk

5.7.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

Prognostiserad klimatförändring leder till att risken för översvämningar ökar. Häftiga regn är en orsak till översvämningar, liksom nivåförändringar i hav och vattendrag.

SMHI:s prognoser visar på ökade mängder nederbörd i Stockholmsregionen i framtiden. I ett värsta scenario beräknas nederbörden på årsbasis att öka med cirka 30 procent (medelvärde av olika klimatscenarier) år 2100 jämfört med år 1960. Största dygnsnederbörden beräknas också öka, i ett värsta scenario med cirka 50 procent år 2100 jämfört med år 1960 (medelvärde av olika klimatscenarier). Antalet dagar med kraftig nederbörd och årets största nederbörd beräknas också att öka[34].

Vad gäller höjningen av havsnivån förväntas den globalt sett bli 1 meter år 2100 (jämfört med 1990 års nivå). Den globala havsnivåhöjningen motverkas i Stockholm och Saltsjön av landhöjningen. För Stockholms del innebär detta att medelvattenståndsnivån i Saltsjön år 2100 beräknas ha stigit med 50 centimeter, och år 2200 beräknas den ha stigit med ytterligare 50 centimeter. Nivåerna varierar regionalt och de beräknas bli något större än ökningen av årsmedelvärdena[35].



Klimatförändring och klimatanpassning

Klimatförändringarna förväntas öka risken för översvämningar. Med klimatanpassning avses samhällets förmåga att hantera sådana effekter.

34 www.smhi.se

35 Anpassning till ett förändrat klimat, Länsstyrelsen i Stockholms län 2011.

5.7.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

Förvaltningen för utbyggd tunnelbanas krav på klimatanpassning

Enligt Svenskt Vatten och SMHI förväntas dimensionerande nederbördsflöden och fördröjningsvolymer öka framöver. Regionala skillnader i nederbördsintensitet kommer att uppstå. Tunnelbanan är en samhällsviktig verksamhet och därför har Förvaltningen för utbyggd tunnelbana definierat ett krav om att anläggningens öppningar ska höjdsättas eller på annat sätt dimensioneras så att anläggningen inte skadas vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,2 (20 procent ökning av flödet).

Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivåer längs Östersjökusten i Stockholms län - med hänsyn till risken för översvämning

Länsstyrelsen anser att ny bebyggelse längs Östersjökusten behöver placeras ovanför nivån 2,70 meter (RH2000). Om ny bebyggelse placeras under denna nivå behöver kommunen visa att exploateringen inte blir olämplig[36].

Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivåer för ny bebyggelse vid Mälaren - med hänsyn till risken för översvämning

Länsstyrelsen i Stockholms län anser att ny sammanhållen bebyggelse samt samhällsfunktioner av betydande vikt behöver placeras ovan nivån 2,7 meter (RH2000)[37].

Metodik och osäkerheter

Den planerade anläggningen ligger långt från havet och relativt långt från sjöar och vattendrag som kan orsaka översvämning. Därför bedöms risken för översvämning från kraftig nederbörd vara mest relevant att beakta.

Utredningsområdet för klimatanpassning avseende översvämning är begränsat till påverkan från skyfall på den färdiga tunnelbaneanläggningens samtliga ej befintliga ovanmarksanläggningar såsom stationsentréer, arbets-/servicetunnlar, utrymningsvägar och deras närområden samt vertikalschakt.

Vad gäller klimatanpassning finns det stora osäkerheter kring hur ett framtida klimat kommer se ut. Det underlag som använts för att bedöma översvämningsrisken baseras på framförallt på ett underlag i form av en befintlig skyfallsmodellering för Stockholms stad[38] samt en översvämningsanalys för delar av Solna stad[39]. Modellen för Stockholm är en översiktlig simulering av ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 för hela Stockholms stad, och för Solna en simulering av ett 100-årsregn utan klimatfaktor för delar av Solna stad. Resultaten visar riskområden för översvämning samt vilka vattendjup som kan uppstå i olika områden vid ett skyfall. Modellering av både skyfall- och rinnvägar ingår i analysen för denna MKB. I modellen för Stockholms stad har schablonavdrag gjorts för markens infiltration och ledningsnätets kapacitet, vilket ger en viss osäkerhet i resultaten. I modellen för Solna har även en beskrivning av ledningsnätet inkluderats i modellen, vilket gör denna något mer noggrann. Endast ytliga rinnvägar har studerats, ingen kapacitet eller möjlighet att använda befintligt ledningsnät för avledning av vattenmassor har analyserats (bortsett från att den volym som ledningsnätet kan ta hand om är med i beräkningarna genom ett initialt schablonavdrag för Stockholm och för Solna har ledningsnätet beskrivits i detalj i modellen). Detaljerna i denna utredning finns redovisade i ett separat PM[40].

36 Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivåer längs Östersjökusten i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämning.

37 Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivåer för ny bebyggelse vid Mälaren – med hänsyn till risken för översvämning.

38 Skyfallsmodellering för Stockholms stad - Simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2100), WSP/Stockholm Vatten AB.

39 Solna centrum översvämningsanalys, Koncept 2016-01-08 Tyréns,

40 PM Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar. Underlag till MKB för järnvägsplan.

Terrängmodellens upplösning (4*4 meter) kan i vissa fall göra att eventuella mindre barriärer/sänkor i topografin inte kommit med i varken skyfalls- eller rinnvägsanalysen.

Inga åtgärder som belastar befintliga avledningssystem för dagvatten mer än tillåtet kommer att föreslås.

Översvämningsrisken för respektive ovanmarksanläggning har bedömts som försumbar respektive icke försumbar genom en jämförelse mellan ovanmarksanläggningens höjdsättning och skyfallssimuleringens maximala beräknade vattendjup i de beräkningsceller som berör ovanmarksanläggningens entré. I de fall där maximalt vattendjup understiger en centimeter i de för ovanmarksanläggningen relevanta beräkningscellerna har översvämningsrisken bedömts som försumbar. I de fall där det maximala vattendjupet har varit större än, eller lika med en centimeter, har översvämningsrisken bedömts som försumbar om objektets höjdsättning varit högre än summan av det maximala vattendjupet och terrängmodellens plushöjd. I övriga fall har översvämningsrisken bedömts som icke försumbar.

I några fall har fördjupade analyser utförts. Till exempel har en komplett rinnvägsanalys utförts för Station Arenastaden eftersom den befintliga översvämningsanalysen över Solna stad inte tar hänsyn till klimatförändringarna vid analys av ett 100-årsregn. Dessutom har en ny lokal skyfallskartering genomförts för det lokala delavrinningsområdet vid Station Arenastaden.

5.7.3 Planförslagets miljöpåverkan

Den Gula linjens spår kommer helt och hållet ligga i tunnlar under mark. Tunnelsystemet är en relativt tät konstruktion vilket innebär begränsade möjligheter för vatten att läcka in. Tunnlarna och stationerna kan således endast översvämmas genom anläggningens öppningar ovan mark, exempelvis stationsentréer, mynningar till servicetunnlar och tryckutjämningsschakt. Anpassning till ett framtida klimat berör främst dessa anläggningars förmåga att hantera förväntade ökade nederbördsmängder och kraftiga flöden under korta perioder.

Den planerade anläggningens ovanmarksanläggningar ligger långt från Östersjön och relativt långt från sjöar och vattendrag som kan orsaka översvämning. En jämförelse med länsstyrelsens kartläggning av framtida nivåer av Mälaren på 2,7 meter visar att det inte föreligger någon risk att översvämning av Mälaren kan påverka tunnelbaneanläggningen. Inte heller förhöjda nivåer i Östersjön kommer påverka tunnelbaneanläggningen.

Figur 47 visar tunnelbaneanläggningen under driftskedet samt beräknat maximalt vattendjup under ett 100-årsregn enligt tillgängliga befintliga underlag. Ett fåtal ovanmarksanläggningar, exempelvis Hagastadens entréer och Hagalund Industriområdes entré mot Industrivägen, ligger i områden med viss risk för översvämning. I projekteringen har eller kommer dessa anläggningar att höjdsättas eller anpassas så att översvämningsrisken till följd av ett 100-årsregn undviks. Därmed bedöms översvämningsrisken till följd av ett 100-årsregn vara försumbar för samtliga av de planerade ovanmarksanläggningarna.

5.7.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen
Det finns inga förslag på skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen.

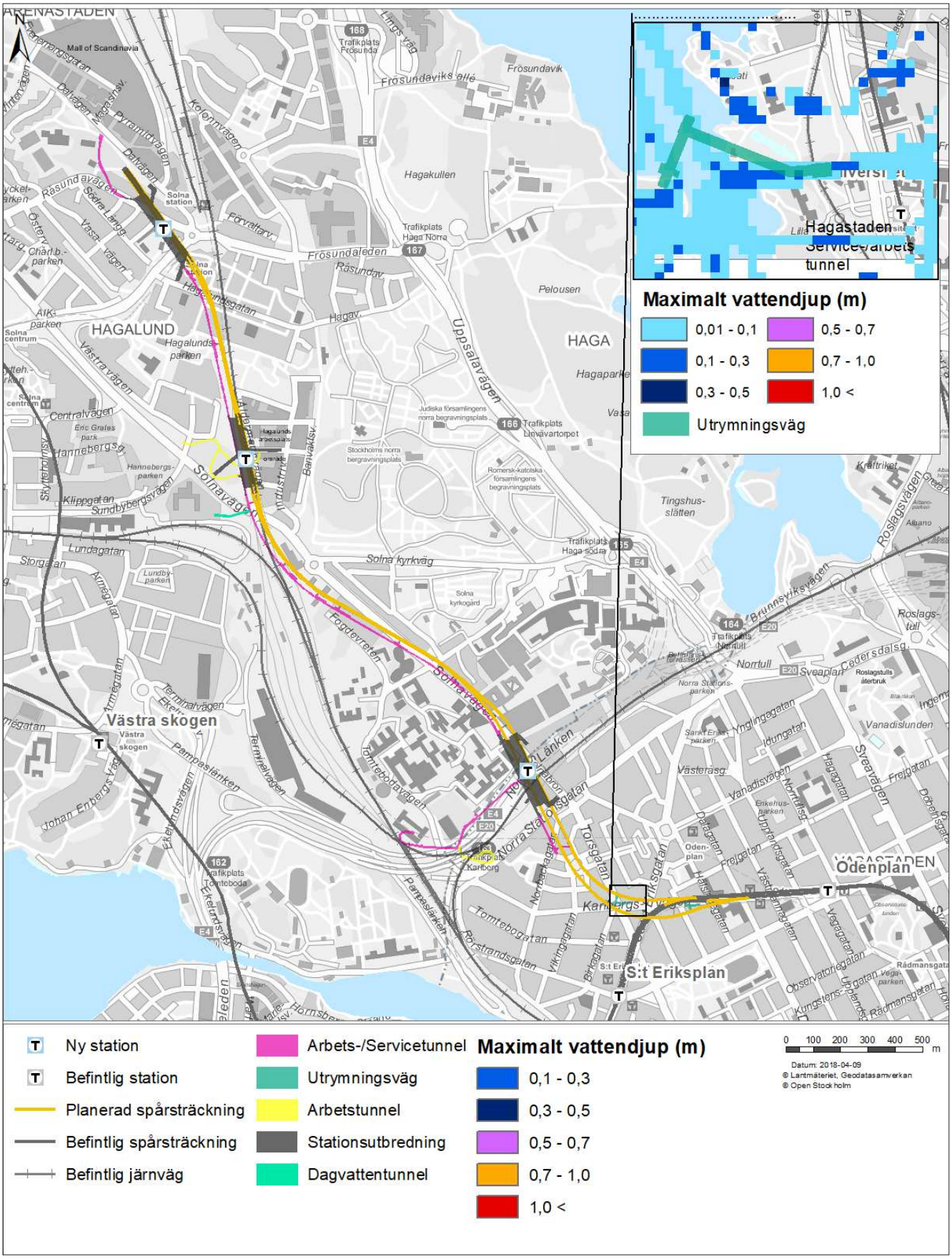
Förslag till övriga åtgärder
- I det fortsatta detaljprojekteringsarbetet bör anpassning av höjdsättning genomföras för ovanmarksanläggningen där utredningen visar på risk för översvämning.

Förslag till övriga försiktighetsmått
Det finns inga förslag till övriga försiktighetsmått.

5.7.5 Konsekvensbedömning

Utan anpassning av ovanmarksanläggningar bedöms planförslaget kunna medföra negativa konsekvenser, exempelvis materiella skador, till följd av översvämning vid skyfall.

Med anpassning av berörda ovanmarksanläggningar till ett klimatkorrigerat 100-årsregn (klimatfaktor 1,2) i den fortsatta detaljprojekteringen, såsom en adekvat höjdsättning, bedöms planförslaget inte medföra några negativa konsekvenser till följd av översvämning.

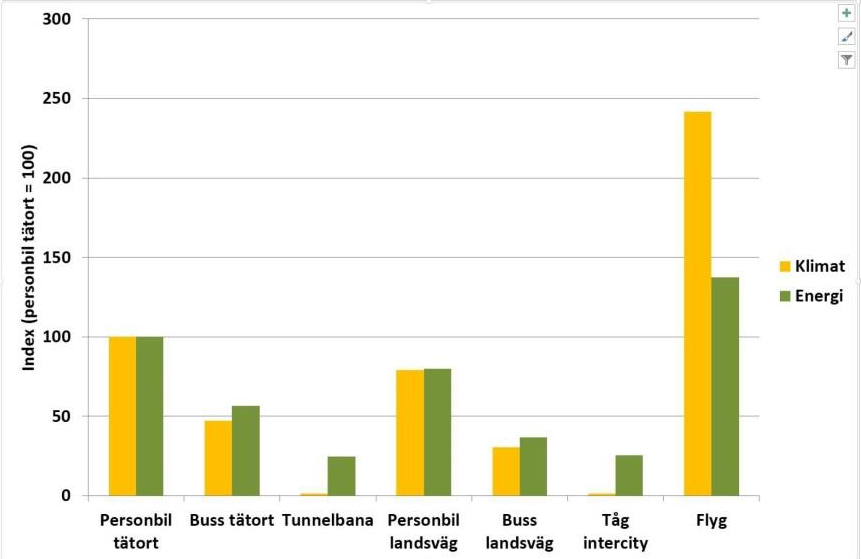


Figur 47. Översiktlig figur som visar placeringen av den färdiga anläggningen under driftskedet samt beräknat maximalt vattendjup under ett 100-årsregn.

5.8 Klimatpåverkan

5.8.1 Nuvarande förhållanden, berörda värden

I Sverige släpptes det år 2013 ut 55, 8 miljoner ton koldioxidekvivalenter[41] och transportsektorn står för cirka en tredjedel av utsläppen. Tunnelbana är ett energieffektivt transportmedel, se figur Figur 48.



Figur 48. Energianvändning och klimatpåverkan (per personkilometer) hos olika trafikslag. Alla siffror är normerade mot energianvändning och klimatpåverkan för personbil i tätort = index 100. Källa: Trafikverket.

För spårbunden infrastruktur bidrar trafikeringen till en mindre del av klimatbelastningen. Istället är det byggande, drift och underhåll som står för den största delen av klimatbelastningen, se vidare i bilaga 3 om byggskedets klimatpåverkan.

Energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan

Det finns en stor utmaning i att bedöma energieffektivisering i infrastrukturhållningen, det vill säga byggskede, drift och underhåll. Förbättringspotentialen bedöms vara upp till några tiotal procent om bästa möjliga material och teknik väljs. Inte minst vad gäller spårbunden trafik där byggskedet står för en större andel av klimatpåverkan jämfört med vid byggande av väginfrastruktur.

41 Koldioxidekvivalenter eller CO2e är ett mått på utsläpp av växthusgaser som tar hänsyn till att olika sådana gaser har olika förmåga att bidra till växthuseffekten. När man uttrycker utsläppen av en viss växthusgas i koldioxidekvivalenter anger man hur mycket koldioxid som skulle behöva släppas ut för att ge samma verkan på klimatet.

5.8.2 Bedömningsgrunder, metodik och osäkerheter

EU:s klimatmål

EU:s övergripande klimatmål är att hindra den globala uppvärmningen från att öka med mer än två grader jämfört med tiden innan industrialiseringen startade.

EU:s klimatmål för 2030 anger följande:

- Utsläppen av växthusgaserna ska minska med 40 procent jämfört med 1990 års nivå. Målet är bindande på EU-nivå.
- Andelen förnybar energi ska vara minst 27 procent. Målet är bindande på EU-nivå.
- Energieffektivitet ska öka med minst 27 procent. Målet är vägledande och ska ses över senast år 2020, med ambitionen att nå ett mål på 30 procent på EU-nivå.

Metodik och osäkerheter

Det går inte att beräkna projektets exakta klimatpåverkan eftersom val av transportsätt inte enbart beror av utbud utan även på en lång rad andra faktorer, exempelvis prissättning och trängsel.

5.8.3 Planförslagets miljöpåverkan

I samband med byggskedet kommer det att ske stora men tillfälliga utsläpp av klimatgaser, både indirekt via de material som används och direkt från arbetsmaskiner, transporter med mera.

Projektet skapar samtidigt förutsättningar för mindre buss- och biltrafik jämfört med om Gul linje inte byggs.

5.8.4 Skyddsåtgärder, övriga åtgärder och försiktighetsmått

Förslag till skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen

Det finns inga förslag på skyddsåtgärder som kan regleras med järnvägsplanen.

Förslag till övriga åtgärder

Det finns inga förslag till övriga åtgärder.

Förslag till övriga försiktighetsmått

- Möjligheten att reducera klimatpåverkan bör eftersträvas i fortsatt projektering och under byggskedet.

5.8.5 Konsekvensbedömning

Projektets byggskede bedöms öka utsläppen av klimatgaser på kort sikt. På lång sikt bedöms dock byggnationen av Gul linje bidra till möjligheten att åka mer klimatsmart, vilket kan medföra mindre utsläpp av klimatgaser från transportsektorn jämfört med om Gul linje inte byggs.

6. Byggmetoder, genomförande och övergående störningar

I detta kapitel beskrivs översiktligt byggskedets största påverkan på omgivningen. En mer detaljerad beskrivning av övergående störningar under byggskedet redovisas i bilaga 3 *Byggskedets påverkan och effekter*.

Byggstarten för Gul linje beräknas till år 2018 och byggtiden planeras till cirka sex år.

Projektets påverkan på både grund- och ytvatten samt skyddsåtgärder för att undvika negativa konsekvenser kommer att beskrivas i tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB. Villkor för att undvika negativ påverkan kommer att läggas fast i miljödomen för vattenverksamheten och förutsätts vara tillräckliga för att undvika permanenta skador till följd av påverkan på yt- och grundvatten.

Skademinskande åtgärder under byggskedet kommer att hanteras i det fortsatta projekteringsarbetet, bland annat genom miljökrav i upphandling och kontrollprogram. Kontrollprogram för omgivningspåverkan under byggskedet kommer beskriva projektets miljöpåverkan under byggskedet, de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som planeras samt hur landstinget avser att kontrollera ställda miljökrav under byggskedet. Dessa kontrollprogram ska godkännas av ansvarig miljömyndighet. Landstinget kommer att ha en omfattande miljöstyrning i syfte att säkerställa att dessa krav omhändertas av entreprenörerna. En del av åtgärderna kommer dessutom att regleras vid tillståndsprövning enligt miljöbalken.

6.1 Generell beskrivning

Järnvägsplanen reglerar de områden som landstinget behöver ta i anspråk permanent samt de områden som tillfälligt får användas under byggskedet. Ytor som tas i anspråk permanent och med tillfällig nyttjanderätt redovisas på järnvägsplanens plankarta.

Val av slutliga metoder för byggnation avgörs av landstinget inför produktionen. Oavsett val av metod kommer det dock att ställas krav på entreprenören så att de använder skonsamma metoder, minimerar omgivningspåverkan och håller sig till de arbetstider som gäller för störande arbeten. Arbetstider och störningar regleras i annan ordning, bland annat inom ramen för ansökan om tillstånd till grundvattenbortledning (där framförallt buller, vibrationer och masshantering tas upp).

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Spårtunnlarna och stationerna kommer till största del att drivas (tillskapas) med konventionell borrning och sprängning. Vid byggandet av de konstruktioner som ska nå upp till markytan såsom rulltrappsschakt, ventilationsschakt och utrymningsschakt, kommer det dock krävas arbeten i öppna schakt i jord.

Buller, vibrationer, grundvattennivåpåverkan med mera kommer att följas upp och kontrolleras. Det faktum att tunnelbanan bitvis byggs i mycket nära anslutning till befintliga anläggningar, såväl under som ovan mark, gör att det kommer att krävas stor försiktighet och höga krav på byggnadstekniken. Byggarbetena kan komma att ske dygnet runt.

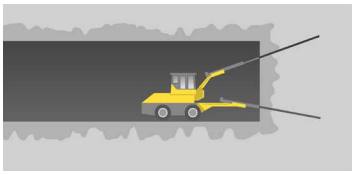
Vid byggnationen av den nya tunnelbanan kommer det att krävas såväl arbetstunnlar under mark som arbetsområden och etableringsytor i ytläge. Eftersom tunnelbanan till övervägande del byggs som tunnel i berg kommer det generellt sett krävas få etableringsytor i ytläge. Från arbetstunnlarna kommer bergmassor att lastas ut. Arbetstunnlarna kan komma att bli permanenta och blir då servicetunnlar till den färdiga anläggningens spårtunnlar. De arbetstunnlar, arbetsområden och etableringsytor som behövs vid Vasastaden, Hagastaden, Hagalund och Arenastaden under byggskedet redovisas i Figur 12, Figur 13, Figur 14 respektive Figur 15.

Utformningen av tunnelbaneanläggningen och förslagen till hur den ska byggas är en avvägning mellan att minimera miljöstörningar, att finna tekniskt genomförbara lösningar och att samtidigt begränsa byggtid och byggkostnader. Likaså är målet att övrig väg-, tåg- och tunnelbanetrafik ska kunna upprätthållas utan väsentliga störningar under byggskedet.

Tunneldrivning i berg

Borrning för injektering: 15-25 meter långa hål borras runt den blivande tunneln.

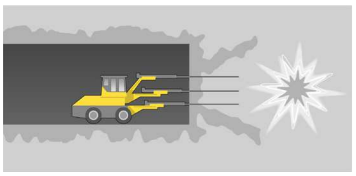
Förinjektering: Betong sprutas in i borr-hålen och i bergsprickor.



När betongen stelnat har det bildats en tät ring runt den blivande tunneln. Syftet med förinjektering är att minimera inläckage av vatten.



Salvborrning, laddning och sprängning: 1-5 meter långa hål borras i tunnelfronten och laddas med sprängämne. Sprängnings-arbetena anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer.



Bergrensning: Kvarsittande löst berg i väggar och tak knackas och bryts bort. Vid behov utförs bergförstärkning med sprut-betong och bultar. Bergytan spolas ren med vatten och de utsprängda massorna bevattnas för att reducera dammspridning. Slutligen lastas massorna ut och transporteras bort.



6.2 Övergående störningar under byggskedet

6.2.1 Grundvatten

Schaktarbeten i jord och bergtunnelarbetena medför en sänkning av grundvattennivån. För att begränsa volymen inläckande vatten till tunnelbanan kommer berget runt tunnlarna att tätas i samband med anläggandet. Tätningen kommer främst att utföras genom så kallad förinjektering, se faktaruta ovan. Trots åtgärder som täta sponter i öppna schakt samt förinjektering för tätning av bergtunneln kommer inläckage att äga rum. En temporär och lokal grundvattennivåsänkning under byggskedet är därför oundviklig. Detta kan, i sin tur, påverka grundvattennivåkänsliga objekt såsom byggnader med sättningskänslig grundläggning, brunnar och objekt med natur- eller kulturmiljövärde. För att upprätthålla grundvattennivåerna kommer det, förutom tätning av tunneln, eventuellt finnas behov av skyddsinfiltration inom vissa områden. Mer information finns i den MKB som tagits fram till miljöprövningen.

6.2.2 Ytvatten

Inläckande grundvatten till bergtunnlarna och arbetsschakten kommer under byggskedet att samlas upp i tillfälliga pumpgropar, tillsammans med processvatten (vatten som tillförs vid borrning och renspolning av tunnlarnas väggar) och nederbörd. Tillsammans benämns detta länshållningsvatten och kan innehålla cementrester från injektering och förstärkning, sprängämnesrester, borrkax, samt oljespill från maskiner och hydraulsystem. Länshållningsvatten hanteras och renas först lokalt på arbetsplatsen genom sedimentation, oljeavskiljning och eventuell övrig rening. För att minska andelen kvävespill vid sprängning kan åtgärder sättas in genom val av sprängämne, hantering och laddning. För att minska mängden kväve i sprängstensmassorna kan dessa spolas av. Innan utlastning vattenbegjuts normalt sprängstenshögen med vatten för att binda dammet. Länshållningsvattnet kommer under hela byggskedet, efter lokal rening, i huvudsak att avledas till spillvattennätet och behandlas i reningsverk. Ledningsägares krav kommer att följas.

6.2.3 Buller och stomljud

Byggandet av Gul linje kommer att generera stomljud från borrning, sprängning och spontning samt buller från byggarbeten i markplan. Störst risk för störningar finns i området väster om Odenplan där beräkningar visar på att det finns risk för stomljudsnivåer från borrning på upp till 60 dB(A) inomhus[42]. Även delar av Nya Karolinska Solna (NKS), delar av Karolinska Institutet samt delar av bebyggelse längs Råsundavägen beräknas få stomljudsnivåer över 45 dB(A).

Byggmoment från ovanmarksarbeten, som spontning, pålning, schaktning och borrning kan medföra både stomljud och luftburet buller. Arenastaden södra station byggs nära bostäder och bedöms kunna medföra störningar under en längre tid. De bostäder som finns i anslutning till arbetsområden kommer även att påverkas av bygg- och trafikbuller.

Buller från arbeten i markplan kan delvis begränsas genom åtgärder som exempelvis bullerskärmar och förstärkt fasadisolering. Det finns dock ingen möjlighet att dämpa stomljud utan den åtgärd som kommer erbjudas är tillfälligt boende/vistelse.

Byggskedet bedöms medföra stora störningar i NKS samt i bostäder, skolor, förskolor, kontor och lokaler. För boende kan behovet av tillfälliga boenden och tillfälliga vistelser bli stort. Eftersom det inte finns någon möjlighet att dämpa stomljud, och flytt av patienter sannolikt inte är en realistisk åtgärd för sjukhuset, kan det komma att krävas begränsningar vad gäller arbetstiden för de bullrande arbetsmoment under NKS som går utöver vad som är normalt för den här typen av byggarbeten.

6.2.4 Vibrationer

Vibrationer uppkommer framförallt vid sprängning, men även vid pålning och spontning. Vibrationer är vågor som rör sig i marken, i byggnader och i andra fastare material och de kan orsaka skador på byggnader men också uppfattas som störande. Innan byggstart kommer byggnader inom 150 meter på var sida om tunnlarna att inventeras och en riskanalys genomföras i syfte att identifiera byggnader som riskerar att skadas inklusive föreslag till skadeförebyggande åtgärder. För kulturhistoriska byggnader tas ett särskilt åtgärdsprogram fram.

6.2.5 Luftkvalitet

Tunneldrivning ger upphov till spränggaser (kolmonoxid och kväveoxider) samt kvävehaltigt damm. En lukt av spränggaser kommer troligtvis att kännas efter varje sprängning i närheten av de platser där spränggaserna ventileras ut. Inom etableringsytor och arbetsområden uppkommer luftföroreningar från fordon och arbetsmaskiner. Byggarbeten ger upphov till damning som kan vara störande för närliggande bostäder.

42 Förutsatt att byggnaden är grundlagd direkt på berg och att berget mellan byggnader och tunnel är homogent och sprickfrit.

7. Nollalternativet

En MKB ska innehålla en beskrivning av miljöns sannolika utveckling om den planerade verksamheten inte genomförs. Detta scenario brukar benämnas projektets nollalternativ.

I nollalternativet kommer de stora utbyggnaderna av arbetsplatser och bostäder i Hagastaden och Arenastaden att skapa ett behov av en förbättrad kollektivtrafik. Ett alternativ utan en utökad kollektivtrafik är därför inte rimligt. Trafikförvaltningen i Stockholms läns landsting har utrett kollektivtrafiklösningar för Hagastaden där, förutom tunnelbana, även spårväg och buss studerades[43].

Om inte Gula linjen byggs kommer en annan kollektivtrafiklösning att behövas. Utbyggd spårväg är ett helt annat projekt och det är inte möjligt att konsekvensbedöma detta alternativ i denna MKB eftersom underlag saknas. I denna MKB definieras därför nollalternativet som en situation år 2030 med utökad busstrafik.

7.1 Projektets nollalternativ - Utökad busstrafik

Nollalternativet år 2030 är en situation med utökad busstrafik mellan Odenplan och Hagastaden. Resenärer mellan Arenastaden och Odenplan antas resa med pendeltåg/ Citybanan från Solna station och resenärer mellan Arenastaden och Hagastaden antas resa med buss. Sannolikt tillkommer ett behov av utökad busstrafik även på denna sträcka.

Bussalternativet innebär att stombusslinjer bildar stommen för kollektivtrafikförsörjningen. En tänkbar utgångspunkt är det stomlinjenät som redovisas i stomnätsstrategin för centrala Stockholm. Aktuella stomlinjer är 2 Solna C-Södersjukhuset, 5 Liljeholmen-Karolinska och 6 Ropsten-Karolinska. Utöver stomlinjerna krävs kompletterande busstrafik. Bussarna kommer framförallt att trafikera samma gator som i nuläget, det vill säga Odengatan, Karlbergsvägen och Torsgatan.

Med enbart buss kommer det att krävas mycket tät busstrafik. På Solnavägen vid Hagastaden visar prognoser att det behövs mer än en buss per minut i varje riktning under högtrafik. Det finns därmed en stor risk för omfattande köbildningar i denna del av staden och att busstrafiken får låg framkomlighet och dålig punktlighet.

Kapacitetsproblem och störningar kan förväntas vid hållplatser och korsningar[44]. För att åstadkomma en tillräckligt kapacitetsstark lösning med enbart busstrafik visar Trafikförvaltningens utredning att det krävs prioriterad busstrafik som körs med större fordon, det vill säga dubbelledsbussar. Det krävs även åtgärder för att förbättra busstrafikens kapacitet, i form av egna körfält för kollektivtrafiken och prioritet i trafiksignaler. För att införa dubbelledade bussar krävs även åtgärder i gatunätet.

7.2 Nollalternativets miljöpåverkan

7.2.1 Mark och vatten

Nollalternativets påverkan på vatten består framförallt av den ökade busstrafikens bidrag till förorenat vägdagvatten och i förlängningen påverkan på ytvattenkvaliteten i berörda recipienter. Det finns även en risk för påverkan av kemikalier från spill och olyckor i trafiken. Nollalternativet bedöms inte påverka grundvattnet jämfört med nuläget.

43 Information om utredning av kollektivtrafik för Hagastaden.
44 Information om utredning av kollektivtrafik för Hagastaden.

7.2.2 Kulturmiljö och stadsbild

Mindre ombyggnader av exempelvis hållplatser kan bli aktuellt vilka kan ha en mindre påverkan på stadsbilden. Med utökad busstrafik kommer tät trafik och vibrationer i marken öka på berörda gator vilket bedöms som negativt för kulturmiljön. Nollalternativet bedöms ha begränsad negativ påverkan på kulturmiljövärden.

7.2.3 Naturmiljö

I nollalternativet behöver inga träd avverkas. En osäkerhet finns om skogslindarna längs Karlbergsvägen som eventuellt kan påverkas om den utökade busstrafiken kräver större utrymme.

Träden i staden är utsatta för föroreningar som påverkar träden negativt, till exempel genom att försvaga trädets motståndskraft mot sjukdomar. En utökad busstrafik i innerstaden förväntas ske med fordon som går på förnyelsebara drivmedel vilka har lägre utsläpp (sedan årsskiftet 2016/ 2017 går Landstingets bussflotta till 100 procent på förnybar energi). Luftföroreningars påverkan på växtlighet förväntas därför inte skilja sig mellan nollalternativet och nuläget.

7.2.4 Rekreation

Nollalternativet innebär en lösning med utökad busstrafik. För de mindre parker och andra miljöer med rekreativa värden vid Odenplan, Karlbergsvägen, Torsgatan och berörda gator i Solna finns därmed en risk för ökad bullerstörning. Samtidigt kan fler bussar innebära god tillgänglighet till olika destinationer. Förutsatt att bussarna drivs av el bedöms risken för ökad bullerstörning i stort sett utebli.

7.2.5 Luftkvalitet

Nollalternativet innebär en ökad busstrafik och därmed ökade luftföroreningshalter på Odengatan, Karlbergsvägen och Torsgatan jämfört med nuläget. På Torsgatan överskrids idag miljökvalitetsnormen för PM10 och kvävedioxid. Med ökad busstrafik försämras möjligheten att klara normerna.

7.2.6 Olycksrisker

Med ökad busstrafik ökar trängseln på gatorna i berörda områden och detta ökar risken för olyckor på vägnätet.

7.2.7 Buller, stomljud och vibrationer

Den utökade busstrafiken kan komma att medföra ökat trafikbuller på berörda gator, Odengatan, Karlbergsvägen och Torsgatan. Det är framförallt tillfällen med maximala ljudnivåer som kommer öka. Det bedöms medföra risk för ökad bullerstörning vid dessa gator. Nyare bussar och framför allt bussar som drivs av el medför lägre buller vilket dock kan medföra att bullerstörningen inte ökar nämnvärt jämfört med idag.

Risk för störande stomljud från vägtrafik bedöms generellt enbart uppkomma om det finns farthinder eller liknande företeelser. Bussar kan dock medföra vibrationer och risk för störning beroende bland annat på bussarnas storlek, markförhållanden och om det finns farthinder eller liknande som kan alstra högre vibrationsnivåer. Nollalternativet bedöms inte medföra risk för ökade stomljudsnivåer, dock kan det eventuellt finnas risk för ökade vibrationer i och med att det finns behov av ökat antal dubbelledande bussar i nollalternativet jämfört med idag.

7.2.8 Klimatanpassning

Nollalternativet innebär inga anläggningar under mark. Vid kraftig nederbörd finns risk för att vattensamlingar skapas utmed gator då dagvattennätets kapacitet på vissa håll är för liten för att klara kraftiga regn vilket kan medföra framkomlighetsproblem.

8. Samråd och granskning

8.1 Samråd om lokalisering 2014

Öppet hus med allmänheten anordnades på Solna bibliotek 2014-11-25, Karolinska Institutet 2014-11-27 och i Gustaf Vasa kyrka 2014-12-02. Inför samrådet öppnades en webbenkät på landstingets hemsida och informationsmaterial skickades till såväl ett hundratal myndigheter och organisationer som berörda fastighetsägare och berörd allmänhet. På de möten som anordnades, och i det informationsmaterial som gick ut, presenterades alternativa sträckningar och stationslägen för Gul linje.

Totalt har ett hundratal myndigheter, organisationer, fastighetsägare och enskilda inkommit med skrivelser. En klar majoritet av de som kommit med synpunkter är positiva till den Gula linjen då de ser behovet av att utvidga tunnelbanenätet och kollektivtrafiksystemet i Stockholm.

En kritik som riktas mot projektet är att tunnelbanelinjen är överflödig eftersom Citybanan kommer att ha samma sträckning som den Gula linjen. Andra synpunkter av mer negativ karaktär uttrycker en oro över de eventuella störningar som kan uppkomma i samband med byggnationen av tunnelbanan, främst vid Station Odenplan. Detta, i kombination med möjligheten att kunna förlänga linjen norrut och söderut, gör att många förespråkar att den Gula linjens station vid Odenplan förläggs i ett djupt läge.

En återkommande synpunkt är att det bör vara möjligt att förlänga den Gula linjen vidare både norrut och söderut, samt att sammankoppla den Gula linjen med övriga tunnelbanelinjer. För att möjliggöra en förlängning har många kommit med förslag på alternativa sträckningar och stationslägen. Vidare har flera av de som kommit med synpunkter påpekat betydelsen av lättillgängliga och trygga stationer som är väl anpassade till alla resenärsgrupper, däribland resenärer med funktionsnedsättning.

Station Hagastaden är enligt inkomna synpunkter viktig, framförallt med tanke på närheten till Karolinska sjukhuset. Många önskar ett stationsläge som ökar tillgängligheten till sjukhuset och Karolinska Institutet. Flera synpunkter har även inlämnats angående lokaliseringen av en eventuell framtida mellanliggande station. En del föreslår bland annat en lokalisering vid Hagalunds industriområde och Solna centrum.

Gällande Arenastadens stationsläge är det alternativ stationsläge Mitt som har fått övervägande störst sympati. Det framhävs dock att stationsläge Syd kan ge en god koppling till andra trafikslag vid Solna station såsom Tvärbanan och bussar. Flera påpekar även att det, oavsett stationsläge, är viktigt att stationen i Arenastaden kan hantera stora mängder resenärer i samband med event på Friends Arena.

8.2 Samråd om järnvägsplan 2015/2016

Inbjudan till samrådet och information om projektet skickades till myndigheter, organisationer och intressenter. Information om samråd och öppet hus skickades även ut i form av nyhetsbrev till 60 000 hushåll i Solna och Stockholms innerstad samt gjordes tillgängligt på Förvaltningen för utbyggd tunnelbanas hemsida. Öppet hus med allmänheten anordnades den 9 december 2015 i Solna bibliotek och den 10 december 2015 i lokal 7A Odenplan, Norrtullsgatan 6. Utställningen i de öppna husen visade bland annat hur stationerna Odenplan, Hagastaden och Arenastaden är tänkta att se ut, vad som ska hända under byggskedet och hur trafiken kommer att påverkas. Fyra filmer har tagits fram som visades på samrådets öppna hus. Filmerna har även funnits tillgängliga på nätet. I samband med de öppna husen genomfördes en mindre trygghetsundersökning. Syftet med denna undersökning var att samla in synpunkter kring vad som skulle kunna göras för att tunnelba-

nan ska upplevas så trygg, tillgänglig och attraktiv som möjligt. Inför samrådet öppnades även en webbenkät på Förvaltningen för utbyggd tunnelbanas hemsida. Enkäten var öppen från 2 december 2015 till och med den 15 januari 2016.

Totalt inkom omkring 180 myndigheter, organisationer, fastighetsägare och enskilda med synpunkter. Sammanlagt 300 personer deltog på de öppna husen och ungefär 100 personer kom med synpunkter via webbenkäten. Flera av de inkomna synpunkterna var återkommande från föregående samråd där många var positiva till ett utbyggt tunnelbanenät men kritiska till linjens korta sträckning och att linjen inte kan förlängas söderut.

Bland de mest frekventa svaren förekom synpunkter gällande störningar för boende under byggskedet, att förlägga Station Odenplan i djupt läge samt möjligheten att förlänga linjen söderut. Flera menar att kostnaden för den korta sträckningen omöjligt kan motiveras av den samhällsnytta som uppnås och förespråkar istället att andra utbyggnader prioriteras. Ett stort antal enskilda förespråkar det djupa läget vid Odenplan för att linjen ska kunna förlängas söderut. Många synpunkter berör även störningarna vid Odenplan under byggskedet då arbeten med Citybanan redan pågått en lång tid där.

Sammanfattningsvis betonar de positiva synpunkterna behovet av ett utökat kollektivtrafiksystem i en växande stad. De som var negativa ansåg att nyttan med Gula linjen blir närmast obefintlig om det inte finns en möjlighet att förlänga linjen söderut.

8.3 Samråd om järnvägsplan 2016/2017

Under vintern 2016/2017 hölls totalt två kompletterande samråd.

8.3.1 Kompletterande samråd 2016

Under perioden 25 oktober till 15 november 2016 hölls ett kompletterande samråd för tunnelbana till Arenastaden. Under samrådet tog landstinget in synpunkter på de förändringar som resulterat i ett nytt stationsläge i Arenastaden och en ny trafikeringslösning för Gula linjen.

Inbjudan till samrådet och information om projektet skickades till fastighetsägare och andra berörda inom de områden som samrådet omfattar. Inbjudan till samråd skickades till cirka 2 000 fastighetsägare, cirka 13 000 hushåll och cirka 3 600 företag.

Ett nyhetsbrev med information om samrådet skickades ut till ett större område och nådde cirka 60 000 hushåll och verksamheter. Informationsmaterial och samrådshandlingar har publicerats på landstingets webbplats samt funnits tillgängligt via Stockholms stad och Solna stads webbplatser.

Samrådshandlingen, inklusive fastighetsförteckningar för järnvägsplanen samt tillståndsansökan, har även funnits tillgängliga i tryckt form under samrådsperioden i följande lokaler:

- Solna stadshus, Stadshusgången 2, Solna centrum
- Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4, Stockholm
- Förvaltning för utbyggd tunnelbana, Norra stationsgatan 69, Stockholm.

Totalt inkom cirka 150 skriftliga synpunkter från privatpersoner och företag, fastighetsägare, myndigheter och andra remissinstanser.

Två filmer, en om Gula linjens stationer och en om hur tunnelbanetrafiken kommer att gå när Gula linjen och Gröna linjen delar spår, har visats genom geografiskt riktad annonsering på YouTube. Under samrådsperioden fick filmerna över 50 000 tittare.

SLL anordnade totalt två öppna hus på vilka representanter från SLL, Stockholm stad och Solna stad deltog. Det ena mötet ägde rum den 8 november i Vasa Real och det andra den 10 november i Mall of Scandinavia, Solna. Cirka 400 besökare kom till de öppna husen.

8.3.2 Kompletterande samråd 2017

Under perioden 9 januari till 22 januari 2017 hölls ett kompletterande samråd för tunnelbana till Arenastaden. Samrådet behandlade den nya stationen i Hagalunds industriområde och nya lösningar för arbets- och servicetunnlar i Hagastaden.

Inbjudan till samrådet och information om projektet skickades till fastighetsägare och andra berörda inom de områden som samrådet omfattar. Inbjudan till samråd skickades till cirka 2 000 hushåll och fastighetsägare samt till strax under 400 företag inom de berörda områdena. Inbjudan och informationsmaterial har även publicerats på landstingets hemsida.

Samrådshandlingen, inklusive fastighetsförteckningar för järnvägsplanen samt tillståndsansökan, har även funnits tillgängliga i tryckt form under samrådsperioden i följande lokaler:

- Solna stadshus, Solna centrum
- Tekniska nämndhuset, Stockholm
- Förvaltning för utbyggd tunnelbana, Norra stationsgatan 69, Stockholm

Totalt inkom cirka 20 skriftliga synpunkter från privatpersoner och företag, fastighetsägare, myndigheter och andra remissinstanser.

SLL anordnade två tillfällen att komma och ställa frågor till projektet och representanter från kommunerna. Det första tillfället ägde rum den 10 januari utanför Friskis & Svettis, Gävlegatan 22 och det andra den 11 januari i Solna bibliotek, Solna centrum. Sammanlagt kom cirka 50 personer till dessa tillfällen.

8.3.3 Granskning våren 2017

Under perioden 31 maj till 22 juni 2107 ställdes järnvägsplanen inklusive MKB ut för granskning. Till följd av ett antal synpunkter samt fortsatt detaljprojekteringsarbete har vissa förändringar genomförts. De största beskrivs nedan.

En översyn har genomförts av ventilationskonceptet och detta har medfört att frånluftstornet vid Fogdevreten har utgått. Ett av tornen för luftintag samt en utrymningsväg på Karlbergsvägen har fått ändrade lägen. Generellt har undermarkanläggningarna optimerats men lägen och sträckning avseende stationer och entréer och spårtunnlar är kvar oförändrat.

Denna MKB har därför reviderats efter granskningen år 2017 för att beskriva konsekvenserna av den slutgiltiga utformningen av tunnelbaneanläggningen. Den reviderade MKB:n kommer att skickas till länsstyrelsen för nytt godkännande och efter godkännande kommer en kompletterande formell granskning genomföras. Efter genomförd granskning avser Landstinget att skicka järnvägsplanen för tillstyrkan hos Länsstyrelsen samt för fastställelseprövning av Trafikverket.

9. Samlad bedömning

9.1 Påverkan på riksintressen

9.1.1 Riksintresse för kulturmiljövården

En ny tunnelbana till Arenastaden kommer att ha en påverkan på riksintresset för kulturmiljövården Stockholms innerstad med Djurgården. De värdekärnor som berörs är:

- Röda Bergen
- 1800-talets stadsplanestruktur

Byggandet av den nya tunnelbanan medför risk för negativa konsekvenser för värden kopplade till riksintresset Stockholms innerstad. Föreslagna försiktighetsmått kan dock minimera risken för skador på kulturhistoriska värden. Med denna förutsättning är bedömningen att de nya fysiska strukturer som planeras ovan mark ger små negativa konsekvenser på värden kopplade till riksintresset Stockholms innerstad. Denna bedömning baseras på att åtgärdsförslagen gällande anpassning av strukturernas utformning genomförs.

Byggandet av den nya tunnelbanan medför även en liten risk för skador på Solna kyrkby i *riksintresset för kulturmiljövården Solna [AB 37].* Med åtgärder som minimera risken för skador bedöms tunnelbanan inte medföra några negativa konsekvenser på riksintresset.

9.1.2 Infrastruktur

Följande infrastruktur inom eller i närheten av utredningsområdet är riksintressen för kommunikation enligt 3 kapitlet 8§ miljöbalken:

- Väg E4. Internationell betydelse, ingår i Trans European Transport Network, TEN-T.
- Väg E20. Främst av nationell betydelse.
- Citybanan
- Järnväg sträckan Stockholm Älvsjö-Ulriksdal/Sundbyberg. Internationell betydelse, ingår i TEN-T.
- Järnväg Mälarbanan sträckan Stockholm norr om Mälaren, via Västerås till Örebro. Främst av nationell betydelse.
- Järnväg Ostkustbanan. Internationell betydelse, ingår i TEN-T.
- Järnväg Arlandabanan. Internationell betydelse, ingår i TEN-T.
- Värtabanan. Utpekat riksintresse. Ingår i Trafikverkets tabeller över anläggningar av riksintresse, Stockholm övrig.

I och med att tunnelbanan helt kommer att gå i tunnel minimeras risken för negativ påverkan på ovanstående riksintressen för kommunikation som går i ytläge. Den risk för påverkan som finns för anläggningar i markplan är skador till följd av avsänkta grundvattennivåer under byggskedet. För att minska risken för negativa konsekvenser till följd av grundvattenpåverkan kommer skyddsåtgärder att vidtas för grundvattenkänsliga objekt. Skyddsåtgärderna utgörs i första hand genom tätning av konstruktioner i jord och berg och i andra hand av skyddsinfiltration. Grundvattenpåverkan, grundvattenkänsliga objekt och skyddsåtgärder till följd av grundvattenpåverkan beskrivs i tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB samt övriga handlingar i målet. Villkor för att undvika eller minska risken för skada till följd av grundvattenbortledningen kommer att formuleras i miljödomen.

Citybanan är en undermarksanläggning och tunnelbanan kommer byggas som närmast på fyra och fem meters avstånd vilket innebär att tunnelbanan byggs inom Citybanans skyddszon. Omfattande bergtekniska analyser har gjorts, se avsnitt 4.3 i bilaga 3, och de visar att det är möjligt att bygga den nya tunnelbanan utan att skada Citybanan. Vissa skademinskande åtgärder, exempelvis sågning av berg istället för sprängning kommer att behövas för de närmaste tunnelarbetena. Bedömningen är att det kan bli vissa störningar i trafiken om sprängning behöver utföras under trafiktid.

Inför byggskedet kommer riskanalyser att tas fram för anläggningar inom 150 meter från tunnelbanans tunnlar samt för anläggningar i anslutning till jord- och bergsschakter. Syftet med riskanalyserna är att identifiera de anläggningar som kräver åtgärder eller anpassningar av tunneldrivningen för att undvika skador orsakade av vibrationer.

Med skademinskande åtgärder bedöms inte byggandet och driftande av den nya tunnelbanan medföra någon skada på ovanstående riksintressen för kommunikation.

9.2 Avstämning mot miljömål

Riksdagen har antagit 16 miljömål. Dessa har brutits ner till regionala miljömål av varje länsstyrelse. Kommunerna har i sin tur brutit ner de regionala miljömålen till kommunal nivå.

9.2.1 Nationella miljömål

I följande avsnitt finns en kort utvärdering av de nationella miljömål som bedöms vara relevanta för Gul linje.



Begränsad klimatpåverkan

Projektet bedöms motverka måluppfyllelse på kort sikt och bidra till måluppfyllelse på lång sikt. I samband med byggskedet kommer det ske stora men tillfälliga utsläpp av klimatgaser, både indirekt via de material som används och direkt från arbetsmaskiner, transporter med mera. Under driftskedet skapar projektet förutsättningar för mindre buss- och biltrafik jämfört med om tunnelbanan inte byggs ut. Därmed kan utsläppen av klimatgaser bli mindre.



Grundvatten av god kvalitet

Under byggskedet finns det behov av att rena förorenat process- och länshållningsvatten och under driftskedet finns det behov av att rena dränvatten och spolvatten. Förutsatt att de skyddsåtgärder och övriga åtgärder som föreslås i MKB:n genomförs kommer projektet inte tillföra nya föroreningar till grundvattnet och dessutom rena ett befintligt förorenat grundvatten i Arenastaden. Därmed bedöms projektet bidra till måluppfyllelse.



Frisk luft

Tunnelbanan är ett transportslag som medför låga utsläpp av luftföroreningar. Projektet bedöms kunna bidra till måluppfyllelse i och med att det skapar förutsättningar för mindre buss- och biltrafik jämfört med om Gul linje inte byggs ut.



God bebyggd miljö

Projektet bedöms framför allt bidra till måluppfyllelse. Projektet möjliggör ökad tillgänglighet i staden och det möjliggör mindre buss- och biltrafik, mindre buller och bättre luftkvalitet. Till viss del motverkar projektet måluppfyllelse i och med att några kultur- och naturmiljövärden påverkas negativt.



Ett rikt växt- och djurliv
Projektet byggs till stora delar under mark vilket minimerar påverkan på växt- och djurliv. Trots detta, och i och med att skyddsvärda ekar kommer behöva tas ned, bedöms projektet motverka målet.

9.2.2 Regionala miljömål

Stockholms läns landstings miljöprogram 2017-2021
Av miljöprogrammets fem områden är två relevanta för projektet; *Klimat samt Kollektivtrafik och övriga transporter*. Inom dessa områden är följande mål relevanta att utvärdera:

- Landstinget arbetar för att kollektivtrafik, gång, cykel och digitala möten ska öka så att övriga motoriserade resor minskar.
  Måluppfyllelse: Tunnelbaneutbyggnaden möjliggör att fler får tillgång till tunnelbana vilket kan minska bilåkandet. Tunnelbanan byggs under mark vilket innebär att anläggningen inte tar yta för fotgängare och cyklister i anspråk.
- År 2021 har landstingets utsläpp av växthusgaser minskat med minst 50 procent i jämförelse med år 2011 och med minst 75 procent jämfört med 1990.
  Måluppfyllelse: Fram till år 2021 påverkas utsläppen av tunnelbaneutbyggnadens byggskede vilket bedöms öka utsläppen av klimatgaser. På lång sikt bedöms dock byggnationen av Gul linje bidra till möjligheten att åka mer klimatsmart, vilket kan medföra mindre utsläpp av klimatgaser från transportsektorn.

9.2.3 Lokala miljömål

Stockholms stad
Stockholms stads miljöprogram 2016-2019 innehåller sex miljömål som staden ska uppfylla. Projektet kan bidra till att uppfylla följande av Stockholms stads miljömål:

- *Hållbar energianvändning* eftersom koldioxidutsläppen från transporter som drivs med fossila bränslen kan minska när fler får tillgång till tunnelbana och kan minska sitt bilåkande. Tunnelbaneresande är ett energieffektivt sätt för människor att transportera sig på.
- *Miljöanpassade transporter* eftersom det skapar förutsättningar för att människor ska välja att använda kollektivtrafiken och väntas därmed leda till mindre bilåkande än om utbyggnaden inte genomförs.
- *Hållbar mark- och vattenanvändning* eftersom tunnelbanan till övervägande del byggs i tunnel och därmed endast tar lite mark i anspråk. Mark kan istället användas till annat och natur- och kulturmiljöer bedöms inte påverkas på ett betydande sätt av projektet. Projektets föreslagna skyddsåtgärder för vatten minimerar negativ påverkan på vatten.
- *Giftfritt Stockholm* eftersom det inom projektet finns mål om att utbyggnaden aktivt ska styra bort från gifter i byggnadsmaterial. Detta kan dock inte regleras av järnvägsplanen.
- *Resurseffektiva kretslopp* eftersom bergmassor från tunneldrivning generellt kommer att användas till byggnadsmaterial beroende på materialets kvalitet och vilka behov som finns i närområdet.

Solna stad
Solna stads miljöprogram, *På väg mot ett hållbart Solna*, lägger fast strategier för hur Solna stad ska arbeta med miljöfrågor för att kunna uppfylla EU-direktiv, nationella och regionala miljö- och hälsomål, samt stadens vision och mål. Totalt omfattar programmet fyra fokusområden som utgår från de miljöaspekter som är mest relevanta för Solna stad:

- Kretsloppsanpassad avfallshantering
- Hållbar energi- och transportanvändning
- Hållbart stadsbyggande
- Sunda inomhusmiljöer

Tunnelbaneutbyggnaden kopplar till områdena Hållbar energi- och transportanvändning och Hållbart stadsbyggande genom att:

- Det är ett energieffektivt sätt för människor att transportera sig på och för att den inte tar mark i anspråk som kan användas till annat.

Övriga miljömål berörs inte.

9.3 Avstämning mot miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer (MKN) har fastställts av regeringen för att förebygga eller åtgärda miljöproblem. Det finns idag miljökvalitetsnormer för buller, luft och vattenkvalitet. Normerna är styrmedel för att på sikt uppnå miljömålen och de flesta av miljökvalitetsnormerna baseras på krav i olika direktiv inom EU.

Miljökvalitetsnormerna finns reglerade i miljöbalkens femte kapitel. Enligt 6 kapitlet 7 § 2 punkten miljöbalken ska en miljökonsekvensbeskrivning beskriva hur det ska undvikas att verksamheten eller åtgärden medverkar till att en miljökvalitetsnorm enligt 5 kapitlet inte följs. Med planförslaget blir behovet av busstrafik mindre än i nollalternativet. Färre bussar innebär lägre luftföroreningshalter på berörda gator där kvävedioxid- och PM10-halterna i nuläget överskrids på vissa platser. På de platser där projektet medför utsläpp av tunnelluft med partiklar kommer miljökvalitetsnormen för PM10 att klaras. Planförslaget bedöms sammantaget förbättra möjligheten att klara miljökvalitetsnormerna för luft.

Tunnelbaneutbyggnaden bedöms varken påverka Ulvsundasjöns ekologiska statusen eller statusen på dess underliggande kvalitetsfaktorer. Dränvattnet som leds bort från tunnelbanan förväntas ha samma kvalitet som grundvatten i Stockholm generellt. Det bedöms därför inte vara troligt att tunnelbaneutbyggnaden medför sådan påverkan att statusen för något av de prioriterade ämnen, som ligger till grund för den kemiska statusen, försämras över en klassgräns. Sammantaget bedöms således planförslaget inte påverka möjligheten att följa MKN för recipienten Ulvsundasjön.

9.4 Beaktande av miljöbalkens allmänna hänsynsregler

De allmänna hänsynsreglerna i 2 kapitlet 2§ miljöbalken pekar ut ett antal principer som ska gälla för att undvika att människor och miljö utsätts för skada eller olägenhet. Det handlar om att verksamhetsutövaren ska ha tillräcklig kunskap, att bästa möjlig teknik används för att förebygga skada eller olägenhet, att tillämpa försiktighetsprincipen i val av kemiska produkter och att se till att hushålla med energi och resurser.

Järnvägsplanen är baserad på kunskap om områdets förutsättningar. Markförhållanden har sonderats dels genom att studera ritningar, dels genom geotekniska undersökningar i fält. Provpumpningar har gjorts på utvalda platser för att kunna beräkna grundvattenflöden. Inventeringar har gjorts av byggnader och verksamheter som kan vara känsliga för påverkan under bygg- och driftskede. Ny och säkrare kunskap har påverkat utformningen.

De skyddsåtgärder som föreslås bygger på beprövad teknik där vi har möjlighet att beräkna effekterna. För byggskedet upprättas ett kontrollprogram där det bland annat ingår att verifiera användningen av kemiska produkter.

Tunnelbanan är ett energieffektivt sätt att transportera människor i en urban miljö som hushåller med markyta. Under driftskedet är det endast anläggningarna ovan mark som upptar mark. En klimatkalkyl har gjorts för byggnation av en typstation där utsläpp av klimatgaser och total energianvändning beräknats. Projektets byggskede bedöms öka utsläppen av klimatgaser på kort sikt. På lång sikt bedöms dock byggnationen av Gul linje bidra till möjligheten att åka mer klimatsmart, vilket kan medföra mindre utsläpp av klimatgaser från transportsektorn jämfört med om Gul linje inte byggs.

10. Fortsatt arbete samt övriga tillstånd och planer

10.1 Tillståndsprövning enligt miljöbalken

Grundvattenbortledning är en verksamhet som är tillståndspliktig enligt 11 kapitlet miljöbalken och som således tillståndsprövas i annan ordning. Vid denna prövning, som görs vid mark- och miljödomstolen, avgörs om tillstånd kan lämnas för grundvattenbortledning under byggnationen respektive under anläggningens drift. Då fastställs också vilka villkor som ska gälla för denna verksamhet. Villkoren avser vanligtvis inläckage av grundvatten, infiltration, byggbuller, vibrationer, utsläpp till vatten med mera.

10.2 Detaljplaner enligt plan- och bygglagen

Planläggningsprocessen mellan detaljplan och järnvägsplan sker samordnat vilket innebär att samråd om detaljplaner sker inom ramen för de samråd som genomförs i järnvägsplanen. Antagande av detaljplan sker dock av den kommun där detaljplanen är lokaliserad på specifika planhandlingar. Dessa planhandlingar arbetas fram baserade på järnvägsplanen och ställs ut för granskning. Under granskningen kan berörda lämna synpunkter till den kommun som ställer ut planen.

10.3 Övriga tillstånd, dispenser, anmälningar och lov

Anläggandet av tunnelbana kräver tillstånd och uppdatering av planer som inte kan lösas enbart genom fastställande av järnvägsplan. Följande anmälningar, tillstånd och dispenser har hittills identifierats och krävs för att kunna bygga den planerade tunnelbanan. Behov av eventuella övriga tillstånd som kan krävas kommer att utredas vidare i det fortsatta arbetet.

10.3.1 Bygglov

De delar av tunnelbaneutbyggnaden som innebär bygglovspliktiga åtgärder ska prövas av kommunen enligt plan- och bygglagen.

10.3.2 Kulturmiljölagen

Planförslaget medför ett fysiskt intrång i byggnadsminnet Gammelgården under byggskedet vilket kommer att kräva tillstånd av länsstyrelsen. Planförslaget kan även komma att påverka en fornlämning. Även detta kan behöva prövas enligt kulturmiljölagen.

10.4 Miljösäkring i fortsatt arbete

Landstinget arbetar systematiskt med att föra in de miljökrav och miljöskyddsåtgärder som identifieras under planläggnings- och projekteringsarbetet. Dessa följs sedan upp av projekten och ligger till grund för kommande miljö- och hållbarhetsstyrning i produktionen.

11. Referenser

11.1 Underlagsrapporter

Beslutsunderlag tunnelventilationssystem. Skillnad i påverkan på luftkvalitet mellan ventilationsutformning i MKB och ny ventilationslösning. Stockholms läns landsting, 2017-10-10. Reviderad 2018-03-01.

Beslutsunderlag tunnelventilationssystem. Systemval och dess konsekvenser. Stockholms läns landsting, 2017-10-10.

Friskluftsintag till Gula linjen i Hagastaden. SLB-analys, januari 2017, LVF 2017:1.

Fördjupad lokaliseringsutredning för station Hagalund. Stockholms Läns Landsting, 2016-11-25.

Hälsoeffekter av luftföroreningar i stationsmiljöer till järnvägstunnlar, 2013. Järvholm, B. m fl., Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin, Umeå Universitet.

Korsningspunkter med Trafikverkets anläggningar. Tunnelbanan till Arenastaden. Stockholms Läns Landsting, 2018-04-09.

Kulturhistorisk konsekvensanalys. Nybyggnation av tunnelbaneuppgång i anslutning till byggnadsminnet Stenbrottet, del av Solna Haga 4:35 inom Solna kommun. Stockholms läns landsting, 2017-03-08.

Kulturmiljö och stadsbild. Tunnelbana till Arenastaden via Hagastaden. Stockholms Läns Landsting, 2016-06-15.

Inventering av träd längs Solnavägen inför utbyggnad av station Haglunds industriområde. Stockholms läns landsting, 2018-04-26.

Information kulturmiljö. Tunnelbanan Odenplan-Arenastaden – nytt läge för friskuftstorn vid Tomteboda. Stockholms läns landsting, 2018-01-10.

Lokaliseringsutredning arbetstunnel Hagastaden. Stockholms läns landsting, 2017-02-10.

Läsanvisning kompletterande samråd 2016 och beskrivning av projektförändringar. Tunnelbana till Arenastaden. Stockholms Läns Lands- ting, 2016-10-19.

NVI - Gula linjen, Solna. Ekologigruppen, 2016-12-06.

Olycksrisker. Tunnelbana till Arenastaden. Stockholms Läns Landsting, 2017-02-17.

PM Arkeologi och grundvattenpåverkan. Stockholms Läns Landsting, 2016-12-20.

PM Elektromagnetiska fält orsakade av ny tunnelbana, Underlag till MKB för järnvägsplan. Stockholms Läns Landsting, Samrådsversion 2015-11-26.

PM Hälsopåverkan av tunnelluft, Underlag till MKB för järnvägsplan. Stockholms Läns Landsting. FUT 1511-0219, 2016-08-19.

PM Insatskoncept tunnlar och stationer - drifttiden. Stockholms Läns Landsting, 2015-09-14.

PM Lokaliseringsutredning för tunnelmynning vid Dalvägen. Stockholms läns landsting, 2017-03-23.

PM Miljökvalitetsnormer för ytvatten. Stockholms läns landsting, 2017-01-18.

PM Riskbedömning Arenastaden. Riskpåverkan från Ostkustbanan och Frösundaleden, Stockholms läns landsting, 2016-09-15.

PM Riskbedömning Hagalund. Risker till följd av transport av farligt gods på Solnavägen och Ostkustbanan. Stockholms läns landsting, 2017-01-31.

PM Träd Gammelgården/Stenbrottet. VIÖS AB, PM 001-034, 2017-03-30.

PM träd inom byggnadsminnet Gammelgården/Stenbrottet. Påverkan av ny tunnelbaneuppgång. 2017-02-20.

PM Stomljud och vibrationer från spår i driftskedet. Stockholms läns landsting, granskningsversion 2017-02-10.

PM Säkerhetskoncept - Skydd mot olyckor under drifttiden. Stockholms läns landsting, 2015-11-24.

PM Åtgärder för luftkvalitet. Underlag till MKB för järnvägsplan. Stockholms läns landsting. FUT 1511-0219, november 2015.

PM Övergripande riskbedömning Hagastaden. Risker till följd av transport av farligt gods på Solnavägen. Stockholms läns landsting, 2015-10-21.

PM Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar. Underlag till MKB för järnvägsplan. Stockholms läns landsting. Stockholms Läns Landsting, 2017-02-21.

Riskbedömning Hagalunds industriområde, Stockholms läns landsting, 2017-01-12.

Trädinventering, Dalvägen, Solna – Biologiska värden. Ekologigruppen, 2016-11-18.

Utbyggnad av tunnelbanan på sträckan Odenplan till Arenastaden. Stockholms läns landsting, september 2015.

Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader. FUT. Dokumentid: 1400-P11-47-00027 2015-12-07.

11.2 Övriga källor

Arkitektur i Solna 1994

Alla tiders Stockholm. Riksintressen för kulturmiljövården, Stockholmia förlag, 2014.

Anpassning till ett förändrat klimat, Länsstyrelsen i Stockholms län 2011.

Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik. Banverket och Naturvårdsverket, 2006-02-01, Dnr.S02-4235/SA60.

Externbuller från tryckutjämningsschakt - Station Järla. Sweco Environment AB, Rapport 01, 2016-09-01

Fördjupad översiktsplan för Solna stationsområde. Stadsbyggnadsförvaltningen i Solna stad, Antagen av kommunfullmäktige 29 oktober 2007.

Förstudie - Ny tunnelbana mellan Odenplan och den nya stadsdelen Karolinska - Norra station. Slutrapport. PLAN-rapport 2008:12. AB Storstockholms Lokaltrafik, 2008.

Generella riktvärden för förorenad mark. Naturvårdsverkets rapport 4638.

Guide till 36 Platser & parker i Solna, Solna stad.

Information om utredning av kollektivtrafik för Hagastaden. Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting, tjänsteutlåtande 2013-05-16, version 1.0, diarienummer TN2-2013-01255.

ISO 2009. Guidelines for use in standards. International Organization för Standardization, ISO Guide 73:2009.

Kulturminnesvårdsprogram för Solna, 1988.

Landskapsekologisk analys i Stockholms stad. Habitatnätverk för eklevande arter och barrskogsarter. Forskargruppen för miljöbedömning och - förvaltning, KTH, 2007.

Lokal och regional kollektivtrafik 2013. Trafikanalys. Rapport 2014:22.

Luftkvalitet. Tunnelbana till Nacka och söderort. Samrådshandling 2016-11-09

Miljöpolicy för Solna stad, Solna stad 2015.

Miljöprogram 2017-2021. Stockholms läns landsting. Antaget av landstingsfullmäktige 2016-11-15.

Naturvårdsverkets vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller, Naturvårdsverket Rapport 653.

Planeringsunderlag, Länskartan Stockholms län 2015.

Program till skydd för kulturmiljön och kulturhistoriska byggnader. Trafikverket, maj 2007.

På väg mot ett hållbart Solna - Stadens miljöprogram och byggherrarnas åtagande vid planering och byggande, Solna stad, juli 2013.

Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivåer längs Östersjökusten i Stockholms län - med hänsyn till risken för översvämning. Länsstyrelsen i Stockholm Fakta 2015:14.

Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivåer för ny bebyggelse vid Mälaren - med hänsyn till risken för översvämning. Länsstyrelsen i Stockholms län, enheten för samhällsplanering - Fakta 2015:2.

Råstasjön och Solna stationsområdet -Naturvärden för biologisk mångfald och geologi, Ekologigruppen, 2006-09-07.

Stockholms stads miljöprogram 2016-2019. Antaget av kommunfullmäktige den 4 april 2016.

Stockholms stadsmuseum 2007 och Riksantikvarieämbetet, Byggnadsregistret 1998.

Skyfallsmodellering för Stockholms stad - Simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2100). Stockholm Vatten, 2015-12-03.

Säkerhetsmål för trafikanter i vägtunnlar, järnvägstunnlar och tunnelbana. Transportstyrelsen, 2016.

Översiktsplan 2030. Solna stad, 2016.

Digitala källor:

Artportalen: https://www.artportalen.se/

SLB-analys: http://slb.nu/slbanalys/luftfororeningskartor/

Stockholms stads bullerkartläggning:
http://www.stockholm.se/TrafikStadsplanering/Trafik-och-resor-/Trafik-och-miljo/Trafikbuller/Bullerkartor/

Stockholms stadsmuseums byggnadsklassificering:
kartor.stockholm.se/bios/dpwebmap/cust_sth/kul/klassificering/DPWebMap.html

Solna stads bullerkartläggning:
https://www.solna.se/sv/boende-miljo/inomhusmiljo/buller/buller-fran-trafik/

Parkplan Norrmalm 2007.

SMHI: www.smhi.se

Trafikverkets hemsida, Jämför trafikslag: http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/miljo-och-halsa/klimat/jamfor-trafikslag/

Östra Sveriges Luftvårdförbund: http://slb.nu/lvf/

Bilaga 1

Val av ventilationslösning

1. Inledning

Olika systemlösningar för tunnelbanans ventilation har studerats[1] och analyser har utförts i enlighet med *PM Åtgärder för luftkvalitet*. Det system som väljs ska möjliggöra att inriktningsmålet för luftkvalitet på stationernas plattformsrum klaras. Inriktningsmålet för partikelhalt PM10 är 240 µg/m^3 och halten får överskridas högst 175 timmar per år.

2. Åtgärder och systemlösning för ventilation

Systemlösningen bygger på de åtgärder som beskrivs i *PM Åtgärder för luftkvalitet* samt lösningar som identifierats i projekteringen av ventilationslösningen. I systemlösningen ingår följande huvudkomponenter:

- Tryckutjämningsschakt inklusive spjäll (ingår i utrustning för stationer) för behovsstyrning.
- Impulsfläktar i servicetunnel för övertrycksättning vid utrymning från spårtunnel till servicetunnel.
- Fläktar i tvärtunnlar som för in ersättningsluft från servicetunnel till spårtunnel.

Allmänventilation plattform (aktiv ventilation)

Systemlösningen innebär i korthet tilluft på respektive plattform via don i taken. Tilluftsfläkten är placerad i fläktrum med anslutning mot servicetunneln. Tilluften till hela systemet kommer att tas in via Hagastadens och Arenastadens servicetunnlar. Lokalisering av tilluften har gjorts utifrån att få till en effektiv användning av tunnelsystemet och luftintagen utformas så att den uteluft som tas in har en acceptabel luftkvalitet.

Tryckutjämningsschakt invid stationerna (passiv ventilation)

Grunden i systemet är tryckutjämningsschakten som även har en ventilerande funktion. Stationerna förses generellt med tryckutjämningsschakt på vardera sidan om stationerna. Syftet med dessa schakt är att minska tryckändringarna i anläggningen förorsakade av tågens rörelser och därmed lufthastigheten i de publika miljöerna, exempelvis hastigheten genom dörröppningar. Tågens rörelser tillsammans med luftrörelser förorsakade av temperaturskillnader mellan tunnlar och utomhus (skorstensverkan) medför dessutom ett luftutbyte genom schakten och därmed att anläggningen ventileras.

En ytterligare parameter att ta hänsyn till vid utformning av anläggningen är temperatur. För att begränsa nedkylningen ska tryckutjämningsschakten förses med automatiska spjäll som stänger helt eller delvis vid kall väderlek. Vid kall väderlek då spjällen är delvis stängda minskar ventilationen och partikelhalten stiger.

1 Ventilationssystem i den nya tunnelbanelinjen Odenplan-Arenastaden.

I dagens tunnelbana varierar storleken på tryckutjämningsschakten. Som exempel kan nämnas att på den blå tunnelbanelinjen har schakten en storlek av 12 m2. I befintlig tunnelbana stängs schakten under cirka fyra månader på vintern. För att få acceptabel luftkvalitet på plattformarna är tryckutjämningsschakten för den Gula linjen i 15- 25 m^2 och stängningsmekanismen kommer vara reglerbar. Större delen av vintern kommer de därmed kunna ha en viss ventilerande funktion.

3. Övriga åtgärder som har studerats

Motiv till bortval av plattformsavskiljande väggar redovisas i MKB:n under avsnitt 3.2.4 och 3.3.4.

I tidigare utformningar av ventilationslösningar har möjligheten att använda befintliga schakt till Gröna linjen, i Hälsingehöjden och vid Stadsbiblioteket, studerats. Dessa skulle då genomgå mindre ombyggnader/förändringar nere i schakten men inte uppe på ytan. Med den slutgiltiga utformningen av ventilationslösning sker ingen ombyggnad av Gröna linjens befintliga schakt.

En ytterligare åtgärd är att förse tågens ventilationsanläggning för resenärerna med filter och därigenom skapa en bättre miljö i tågen vilket ger en lägre exponering av partiklar. Det är en åtgärd som kan vidtas av upphandlande enhet inom Landstinget.

Referenser

Beslutsunderlag tunnelventilationssystem. Systemval och dess konsekvenser. Stockholms läns landsting, 2017-10-10.

Konsekvensbeskrivning tunnelventilationssystem för 6-minuterstrafik, Stockholms läns landsting, 2018-03-21.

Bilaga 2
Bedömningsgrunder

Kulturmiljö

Bedömningsskala värden

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

Bedömningsskala effekter

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

Stadsbild (Stads- och landskapsbild)

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Områden som i liten omfattning har egen karaktär och identitet, och/eller innehåller få element som förstärker orienterbarheten, ger tydliga stråk och avgränsningar, skapar utblickar eller landmärken.
- **Måttliga värden:** Områden som i måttlig omfattning har egen karaktär och identitet, och/eller i viss omfattning innehåller element som förstärker orienterbarheten, ger tydliga stråk och avgränsningar, skapar utblickar eller landmärken.
- **Höga värden:** Områden som i stor omfattning har egen karaktär och identitet, och/eller är rikt på element som förstärker orienterbarheten, ger tydliga stråk och avgränsningar, skapar utblickar eller landmärken. Bedömnings-skala värden
- **Låga värden:** Områden som i liten omfattning har egen karaktär och identitet, och/eller innehåller få element som förstärker orienterbarheten, ger tydliga stråk och avgränsningar, skapar utblickar eller landmärken.
- **Måttliga värden:** Områden som i måttlig omfattning har egen karaktär och identitet, och/eller i viss omfattning innehåller element som förstärker orienterbarheten, ger tydliga stråk och avgränsningar, skapar utblickar eller landmärken.
- **Höga värden:** Områden som i stor omfattning har egen karaktär och identitet, och/eller är rikt på element som förstärker orienterbarheten, ger tydliga stråk och avgränsningar, skapar utblickar eller landmärken.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår när områdets karaktär ändras i stor omfattning och identiteten försvagas avsevärt. Rumslighet och/eller orienterbarheten försämras avsevärt, stråk bryts helt och utblickar skyms helt.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår när områdets karaktär ändras i viss omfattning och identiteten försvagas tydligt. Rumslighet och/eller orienterbarheten minskar måttligt, stråk blir otydliga och utblickar skyms till stor del.
- **Små negativa effekter** uppstår när områdets karaktär ändras något omfattning och identiteten försvagas något. Rumslighet och/eller orienterbarheten minskar något, stråk påverkas något och utblickar skyms i mindre omfattning.
- **Små positiva effekter** uppstår när områdets karaktär och identitet förstärks något. Rumslighet och/eller orienterbarheten ökar något, stråk förstärks något och skymda utblickar blir något tydligare.
- **Måttliga positiva effekter** uppstår när områdets karaktär och identitet förstärks tydligt. Rumslighet och/eller orienterbarheten ökar måttligt, stråk blir klart förstärkta otydliga och skymda utblickar blir klart tydligare.
- **Stora positiva effekter** uppstår när områdets karaktär och identitet förstärks avsevärt. Rumslighet och/eller orienterbarheten förstärks avsevärt, nya stråk och utblickar skapas.

Rekreation

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Områden med mindre goda förutsättningar för rekreation vad gäller till exempel storlek, form, upplevelseinnehåll och tillgänglighet (närhet, parkeringsmöjlighet, handikappanpassning, kollektivtrafik och dylikt). Det kan vara grönytor, gång- och cykelbanor eller anläggningar och så vidare som används av få och där det finns andra likvärdiga eller bättre alternativ.
- **Måttliga värden:** Områden med goda förutsättningar för rekreation vad gäller storlek, form, upplevelseinnehåll och tillgänglighet. Till exempel parker, torg, grönområden, gång- och cykelbanor, friluftsområden eller anläggningar av lokal och regional betydelse.
- **Höga värden:** Områden med mycket goda förutsättningar för rekreation till exempel vad gäller tillgänglighet, mångformighet, storlek och form och upplevelseinnehåll. Det kan vara parker, grönområden, gång- och cykelbanor, friluftsområden och så vidare som används ofta och av många. Det kan också vara områden som är en del av ett sammanhängande område för långturer eller i stor grad bjuder rörelse, stillhet och naturupplevelser.

Bedömningsskala effekter

- **Stora negativa effekter** uppstår när möjligheten att använda området förstörs eller när upplevelsevärden och/eller tillgänglighet kraftigt försämras.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår när möjligheten att använda området minskar eller när tillgänglighet och/eller upplevelsevärde försämras.
- **Små negativa effekter** uppstår när möjligheten att använda området minskar i liten utsträckning eller när områdets tillgänglighet och/eller upplevelsevärd minskar i liten grad.
- **Små positiva effekter** uppstår när möjligheten att använda området ökar i liten utsträckning eller när områdets tillgänglighet och/eller upplevelsevärde ökar i liten grad.
- **Måttliga positiva effekter** uppstår när möjligheten att använda området ökar eller när områdets tillgänglighet och/eller upplevelsevärde ökar.
- **Stora positiva effekter** uppstår när möjligheten att använda området förbättras i stor utsträckning när områdets tillgänglighet och/eller upplevelsevärde ökar i hög grad.

Naturmiljö

Bedömningsskala värden

- **Låga värden:** Områden som saknar biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald.
- **Måttliga värden:** Områden med naturvärdesklass 3 (ibland 2) enligt Standardiserad Naturvärdesinventering. Enstaka biotopkvaliteter med betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma regionalt sällsynta biotoper eller geologiska företeelser.
- **Höga värden:** Områden med naturvärdesklass 1 och 2 enligt Standardiserad Naturvärdesinventering. Områden vars biotoper i stor utsträckning har kvaliteter med stor betydelse för biologisk mångfald. Det kan förekomma nationellt sällsynta eller hotade biotoper eller nationellt sällsynta geologiska företeelser.

Bedömningsskala effekter

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

Buller och vibrationer

Bedömningsskala känslighet

- **Låg känslighet:** Områden med få bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer inte.
- **Måttlig känslighet:** Områden med bostadsbebyggelse med en medelstor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i begränsad utsträckning.
- **Hög känslighet:** Områden med tät bostadsbebyggelse med en stor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i hög utsträckning.

Bedömningsskala effekter

I nedanstående skala används begreppen låga och höga nivåer samt kort och lång tid. Det går inte att generellt säga vad som är en låg/hög nivå respektive kort/lång tid. Det beror på person, miljö och situation. Som exempel kan nämnas att vid maximala ljudnivåer på 45 dB(A) kan människor ha svårt att somna liksom de blir väckta. 45 dB(A) i ett sovrum kan därför i de flesta fall betraktas som en hög nivå.

Med kortare tid kan i många fall vara upp till en till två veckor medan mer än två månader i många fall kan betraktas som lång tid. Bedömningar behöver emellertid göras och motivering beskrivas från fall till fall.

- **Stora negativa effekter** uppstår om projektet orsakar höga nivåer under längre tid.
- **Måttliga negativa effekter** uppstår om projektet genererar höga nivåer under begränsad tid.
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet genererar låga nivåer.
- **Små positiva effekter** uppstår när projektet medför reducerade nivåer jämfört med nuläget under kortare tid.
- **Måttliga positiva effekter** uppstår om projektet medför reducerade nivåer jämfört med nuläget, under längre tid.
- **Stora positiva effekter** Projektet medför bestående och betydande reducerade nivåer jämfört med nuläget.

Kompletterande Internt arbetsmaterial buller

Som en hjälp vid bedömningar kan nedanstående skalor också användas. De är dock ett internt arbetsmaterial, vilket inte är lämpligt att skriva ut som bedömningsskalor i miljökonsekvensbeskrivningar. Anledningen är att det i praktiken sällan är knivskapa gränser mellan olika steg i effektskalan såsom nedanstående skalor kan antyda.

- **Stora negativ effekter** uppstår om projektet genererar bullernivåer som överskrider tillämpligt riktvärde med mer än 10 dB(A) under längre tid (mer än en månad).
- **Måttliga negativa effekter** uppstår om projektet genererar bullernivåer över men mindre än 10 dB(A) över) tillämpligt riktvärde under längre tid (mer än en månad).
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet genererar buller under tillämpligt riktvärde.
- **Små positiva effekter** uppstår när projektet medför reducerade bullernivåer jämfört med nuläget under kortare tid (< 1 vecka).
- **Måttliga positiva effekter** uppstår om projektet medför reducerade bullernivåer jämfört med nuläget, under längre tid (> 1 mån).
- **Stora positiva effekter** Projektet medför bestående och betydande reducerade nivåer jämfört med nuläget.

Luftkvalitet

Bedömningsskala Känslighet

Utomhusluft

- **Låg känslighet:** Områden med få bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer inte. Platser där personer vistas kortvarigt (exempelvis stationsutrymmen) kan också bedömas som miljöer med låg känslighet.
- **Måttlig känslighet:** Områden med bostadsbebyggelse med en medelstor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i begränsad utsträckning.
- **Hög känslighet:** Områden med tät bostadsbebyggelse med en stor mängd bosatta. Vårdlokaler, skolor och förskolor och annan känslig verksamhet förekommer i hög utsträckning.

Inomhusluft

Inomhusluften påverkar resenären och känsligheten har delvis tagits höjd för i det framtagna inriktningsmålet. Inga bedömningsskalor för känslighet tas fram.

Bedömningsskala effekter

Utomhusluft

Bedömningsskala effekter utgår från miljökvalitetsnormer för PM10 och NO2 (uteluft).
Stora negativ effekter uppstår när projektet medför att miljökvalitetsnorm för dygnsmedelvärde för NO2 eller PM10 överskrids.

- **Måttliga negativa effekter** uppstår när projektet medför att den så kallade nedre utvärderingströskeln (NUT) överskrids för NO2 eller PM10.
- **Små negativa effekter** uppstår när projektet medför att halterna NO2 eller PM10 ökar jämfört med nuläget, dock inte så att NUT överskrids.
- **Små positiva effekter** uppstår när projektet bidrar till att halterna NO2 eller PM10 minskar jämfört med nuläget, dock inte i sådan grad att miljökvalitetsnormer klaras.
- **Måttliga positiva effekter** uppstår när projektet bidrar till att NUT klaras för NO2 eller PM10.
- **Stora positiva effekter** uppstår när projektet bidrar till att MKN dygnsmedelvärde för NO2 eller PM10 klaras.

Inomhusluft

Kunskapsläget för hälsopåverkan från stationsluft är begränsad. För luft i inomhus stationsmiljö utgår bedömningsskalan från inriktningsmålet 240 µg/m³ PM10 som timmedelvärde vilket normalt inte ska överskridas. Att redovisa en bedömningsskala för inomhusluft bedöms inte vara relevant.

Ytvatten

Bedömningsskala värden

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

Bedömningsskala effekter

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

Grundvatten

Bedömningsskala känslighet

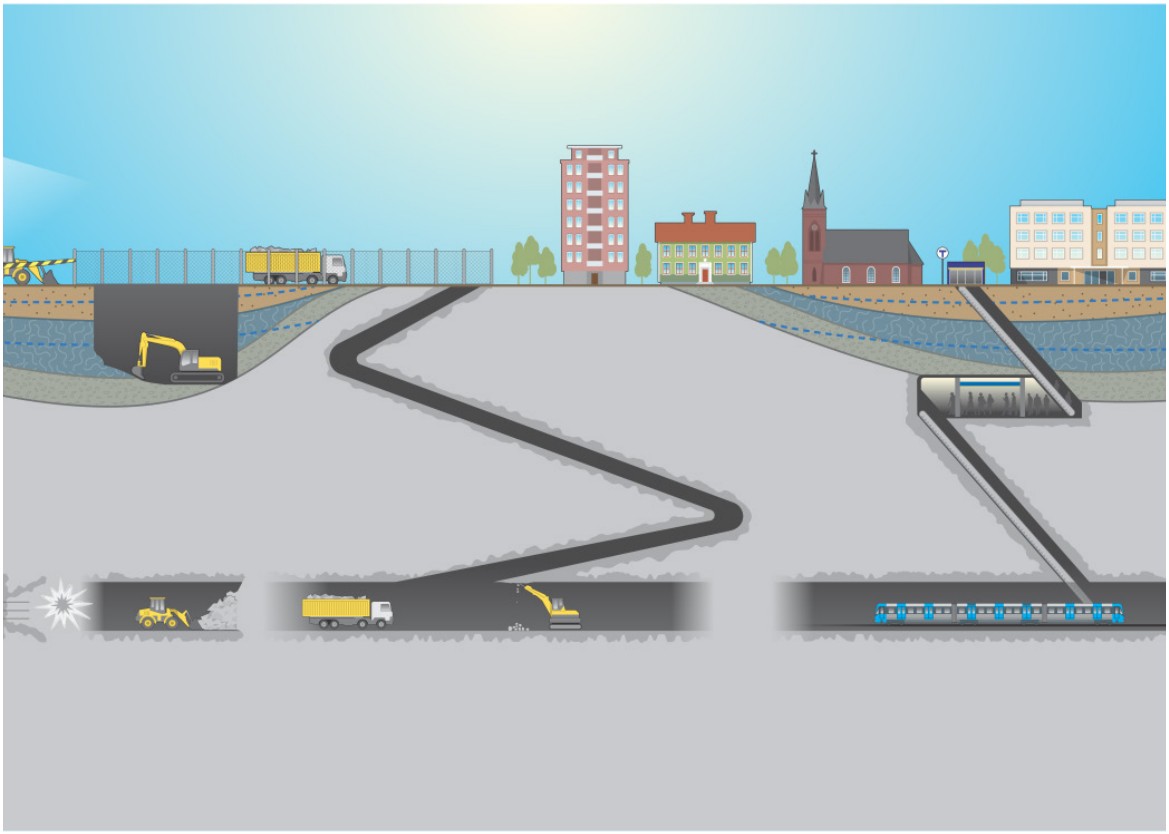
- **Låg känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk funktion och inte används som naturresurs, exempelvis för dricksvatten, samt inom områden som inte är sättningskänsliga eller områden utan potentiella riskobjekt.
- **Måttlig känslighet:** Områden där grundvattnet endast har en teknisk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

Bedömningsskala effekter

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

Byggskedets påverkan och effekter

Bilaga 3 till MKB för järnvägsplan gällande utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden
Granskningshandling 2017-03-01.
Reviderad 2018-05-25



Stockholms läns landsting

Sammanfattning

Stockholms snabba tillväxt medför ökat behov av fler bostäder och arbetsplatser. Tillväxten ökar trängseln i stadens infrastruktur. För att möta transportbehoven träffades en överenskommelse mellan regeringen, Stockholms stad, Nacka kommun, Solna stad, Järfälla kommun samt Stockholms läns landsting om en utbyggnad av tre tunnelbanelinjer. De tre tunnelbaneutbyggnaderna är:

- Utbyggnad av tunnelbana till Nacka och Gullmarsplan/Söderort
- Utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden

Utbyggnad av tunnelbana från Akalla till Barkarby station

Denna rapport beskriver byggskedets påverkan, effekter och konsekvenser av tunnelbaneutbyggnaden av en ny linje till Arenastaden. Rapporten är en bilaga till järnvägsplanens miljökonsekvensbeskrivning.

Byggskedet omfattar byggande av spårtunnlar, arbetstunnlar, servicetunnlar, stationer, ventilationstorn, utrymningsvägar, stationsuppgångar/entrébyggnader, brandgasschakt och tryckutjämningsschakt. Under byggskedet genomförs även spårläggning och installationer av exempelvis el- och telesystem. Byggskedet beräknas pågå under sex år.

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Spårtunnlar och arbetstunnlar kommer till största del att drivas (tillskapas) genom konventionell borrning och sprängning. Berget injekteras med tätningsmedel, vanligtvis cement, för att minska mängden inläckande grundvatten under bygg- och driftskedet. Vid byggande av konstruktioner upp till markytan krävs arbeten i jord. Det kommer behövas arbets- och etableringsytor i ytläge. Bergmassor kommer att lastas ut från tre arbetstunnlar.

Schaktarbeten i jord och bergtunnelarbeten medför en sänkning av grundvattennivån. Trots åtgärder som täta sponter i öppna schakt samt för- och efterinjektering för tätning av bergtunnlar kommer inläckage att äga rum. En temporär och lokal grundvattennivåsänkning under byggskedet är därför oundviklig. Detta kan, i sin tur, påverka grundvattennivåkänsliga objekt såsom byggnader med sättningskänslig grundläggning, brunnar samt objekt med natur- eller kulturvärde. Förutom tätning av tunneln kan skyddsinfiltration för att upprätthålla grundvattennivåer inom vissa områden komma att behövas. Projektets påverkan på både grund- och ytvatten samt skyddsåtgärder för att undvika negativa konsekvenser kommer att beskrivas i tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB. Villkor för att undvika negativ påverkan kommer att läggas fast i miljödomen för vattenverksamheten och förutsätts vara tillräckliga för att undvika permanenta skador till följd av påverkan på yt- och grundvatten.

Under byggskedet kommer det uppstå störningar till följd av bland annat stomljud från tunneldrivning. Många bostäder kommer få stomljud över 45 dB(A), vilket är Naturvårdsverkets riktvärde för byggbuller dagtid inomhus. Det är framför allt bebyggelse längs Karlbergsvägen som riskerar att få höga stomljudsnivåer, som högst cirka 60 dB(A). Byggskedet bedöms även kunna medföra stora störningar i NKS. Delar av den västra sjukhusbyggnaden får stomljudsnivåer upp mot 55-60 dB(A).

De bostäder som finns i anslutning till arbetsområden kommer att påverkas av bygg- och trafikbuller, vissa under en längre tid. Byggmoment som spontning, pålning, schaktning och borrning kan medföra både stomljud och luftburet buller. Arenastadens södra station byggs nära bostäder och bedöms kunna medföra störningar under en längre tid. Bullernivåer inomhus kan komma att uppgå till 50-65 dB(A) i rum som vetter mot byggplatsen. Även byggandet av den norra entrén kan medföra störningar i närliggande bebyggelse. Även för dessa bostäder kommer riktvärdet inomhus att överskridas. Byggskedet kommer även att medföra störningar i skolor, förskolor, kontor och lokaler.

Buller från arbeten i markplan kan delvis begränsas genom åtgärder som exempelvis bullerskärmar och förstärkt fasadisolering. Det finns dock ingen möjlighet att dämpa stomljud utan den åtgärd som finns är att erbjuda tillfälligt vistelse/boende.

Vibrationer uppkommer framför allt vid sprängning, men även vid pålning och spontning. Vibrationer kan orsaka skador på byggnader men också uppfattas som störande. Berörda byggnader kommer att inventeras. Ett åtgärdsprogram för att minimera risken för skador på byggnader kommer att utarbetas innan byggstart.

Skademinskande åtgärder under byggskedet kommer att hanteras i det fortsatta projekteringsarbetet bland annat genom miljökrav i upphandling och kontrollprogram. Kontrollprogram för omgivningspåverkan under byggtiden kommer beskriva projektets miljöpåverkan under byggtiden, de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som planeras samt hur landstinget avser att kontrollera ställda miljökrav under byggtiden. Dessa kontrollprogram ska godkännas av ansvarig miljömyndighet. Landstinget kommer att ha en omfattande miljöstyrning i syfte att säkerställa att dessa krav omhändertas av entreprenörerna. En del av åtgärderna kommer även styras av de villkor som kommer att fastställas dom i tillståndsprövningen för vattenverksamhet.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund, syfte och planförslag 136
   1.1 Bakgrund 136
   1.2 Syftet men denna rapport 137
   1.3 Gul linje - Planförslaget 137
2. Generell beskrivning av byggskedet 141
   2.1 Förberedande arbeten 142
   2.2 Arbetstunnlar samt etableringsytor och arbetsområden. 142
   2.3 Tunneldrivningsmetod 143
   2.4 Byggarbeten i jord 144
   2.5 Byggande av bergschakt 145
   2.6 Masshantering och byggtransporter 145
   2.7 Trafik under byggskedet 145
   2.8 Process- och länshållningsvatten 146
   2.9 Arbetstider 147
   2.10 Material och produkter 147
3. Byggandet av stationer och andra ovanmarksanläggningar 148
   3.1 Vasastan 148
   3.2 Hagastaden 148
   3.3 Hagalund 150
   3.4 Norra Haglund och Arenastaden 152
4. Byggskedets påverkan och effekter 154
   4.1 Stomljud 154
   4.2 Bygg- och trafikbuller 164
   4.3 Vibrationer och luftstötvåg 172
   4.4 Luftkvalitet 174
   4.5 Mark och vatten 176
   4.6 Naturmiljö och rekreation 184
   4.7 Kulturmiljö och stadsbild 187
   4.8 Olycksrisker 187
   4.9 Klimatanpassning 188
   4.10 Klimatpåverkan 189
   4.11 Sociala konsekvenser 189
5. Underlagsmaterial och källor 199

1. Bakgrund, syfte och planförslag

1.1 Bakgrund

Stockholm växer med drygt 35 000 – 40 000 personer om året. Enligt prognoser förväntas den totala befolkningen i Stockholms län öka från dagens 2,1 miljoner till 2,6 miljoner år 2030. Samtidigt ökar även trängseln i stadens infrastruktur vilket innebär att framkomlighet har blivit en fråga för regionen som kräver lösning.

Tunnelbanans stora betydelse för Stockholmsregionens tillväxt var grunden till att regeringen under 2013 initierade en förhandling i syfte att hitta en överenskommelse för hur en utbyggd tunnelbana skulle kunna finansieras. Uppdraget innebar även att få till stånd en ökad bostadsbebyggelse. För att möta transportbehoven träffades en överenskommelse mellan regeringen, Stockholms stad, Solna stad, Nacka samt Stockholms läns landsting om en utbyggnad av tre tunnelbanelinjer (se Figur 1). De tre tunnelbaneutbyggnaderna är:

- Utbyggnad av tunnelbana till Nacka och Gullmarsplan/Söderort
- Utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden
- Utbyggnad av tunnelbana från Akalla till Barkarby station



Figur 1. Karta över framtida tunnelbanenät i Stockholms län efter utbyggnad enligt Stockholmsöverenskommelsen. Källa: Förvaltning för utbyggd tunnelbana.

1.2 Syftet men denna rapport

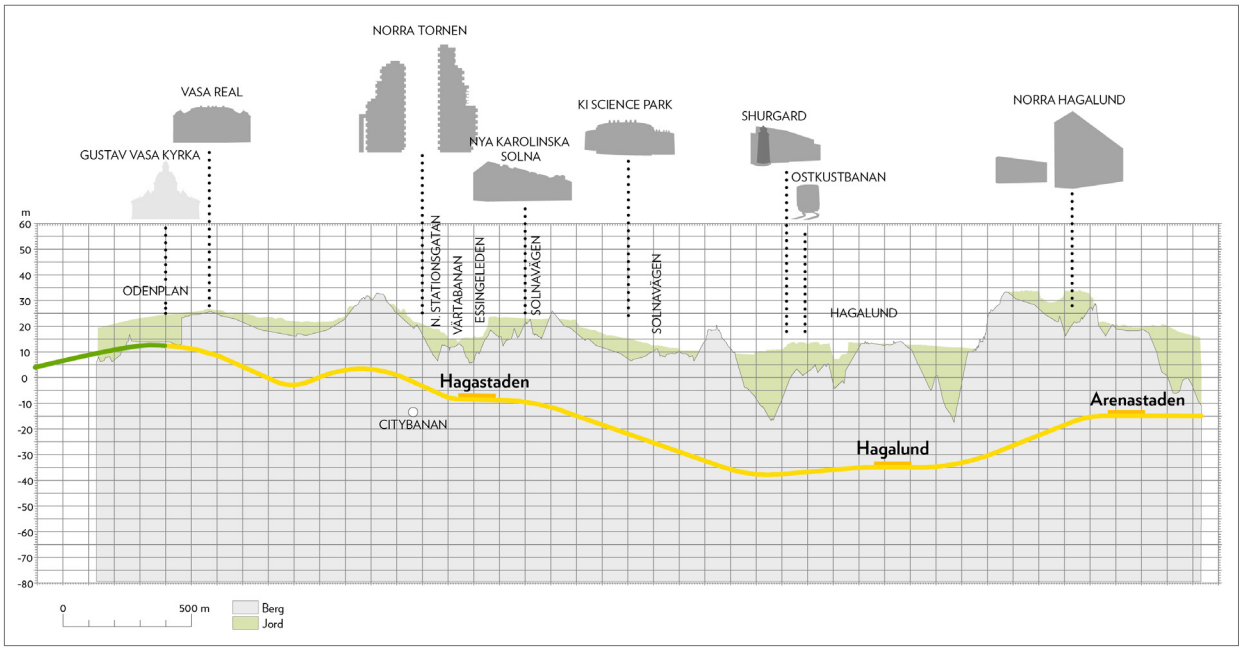
Denna rapport har tagits fram inom ramen för arbetet med tunnelbanelinjen till Arenastaden, den Gula linjen. Denna nya tunnelbana kommer ansluta till Gröna linjen väster om Odenplan. Den har två mellanliggande stationer, Hagastaden och Hagalunds industriområde samt slutstation i Arenastaden.

Syftet med denna rapport är att beskriva byggskedet för den Gula linjen samt den påverkan och de tillfälliga störningar byggverksamheten medför. Rapporten utgör en bilaga till miljökonsekvensbeskrivningen tillhörande järnvägsplanen för tunnelbana till Arenastaden.

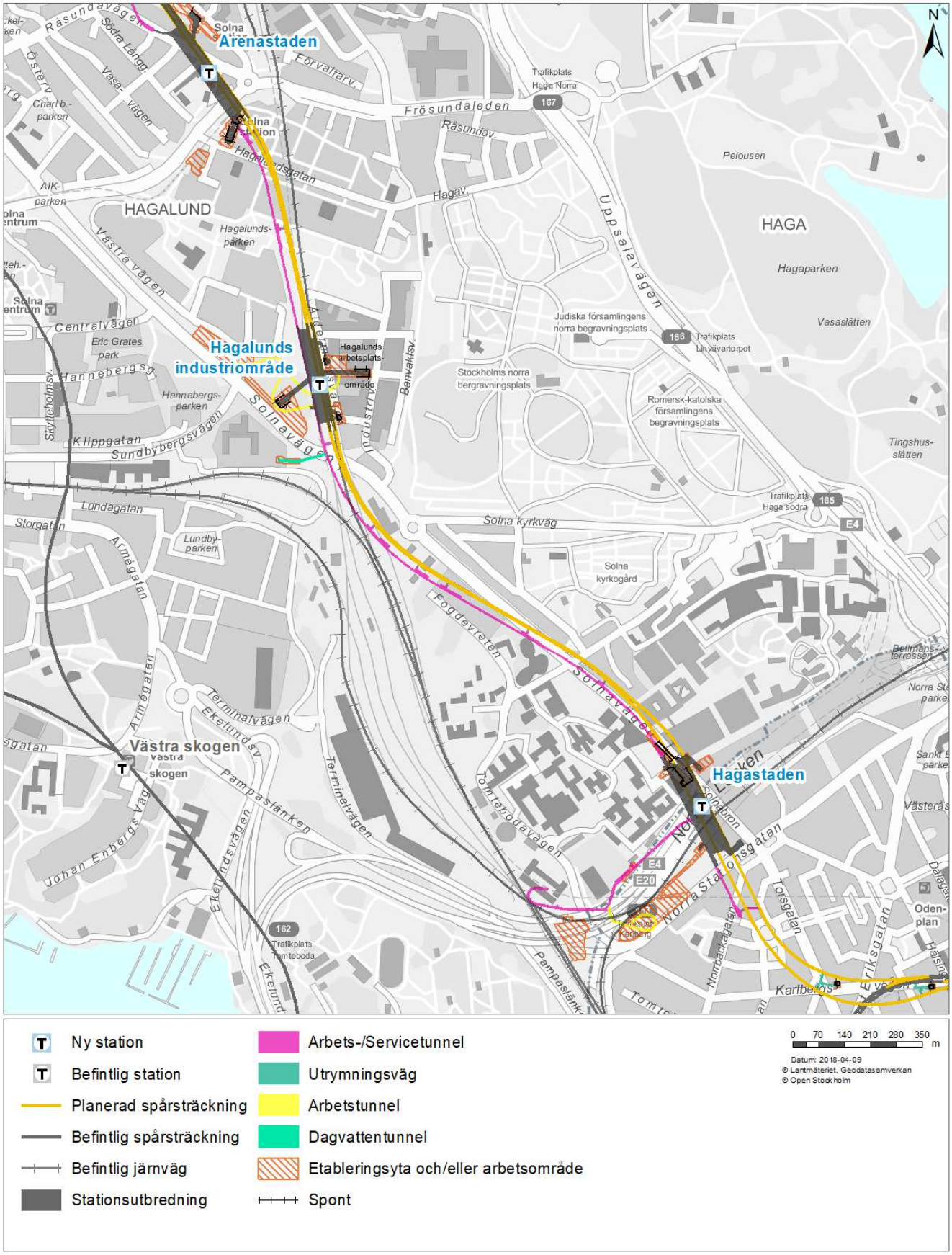
1.3 Gul linje - Planförslaget

Den nya Gula tunnelbanelinjen utgörs av cirka fyra kilometer långa spårtunnlar under mark som sträcker sig mellan Grön tunnelbanelinje, väster om Odenplan, och Arenastaden. Längs sträckan planeras för tre nya underjordiska tunnelbanestationer: Hagastaden, Hagalunds industriområde och Arenastaden (se Figur 2 och Figur 3). Inga arbeten i markplan kommer att ske vid befintlig station vid Odenplan.

Vid Hagastaden kommer en ny station att byggas cirka 25 meter under markytan, mätt från räls till befintlig marknivå. Stationen kommer att ha en sydlig entré vid Torsplan och tre nordliga entréer; en entré i Nya Karolinska Solna (NKS), en entré vid Hagaplan söder om sjukhuset och en entré vid Karolinska Institutet.



Figur 2. Tunnelbanans sträckning mellan Odenplan och Arenastaden.



Figur 3. Tunnelsträckning för tunnelbanan samt övriga tunnlar som behöver byggas, exempelvis arbets-/servicetunnlar, stationslägen, arbets- och etableringsområden samt schakt under byggtiden.

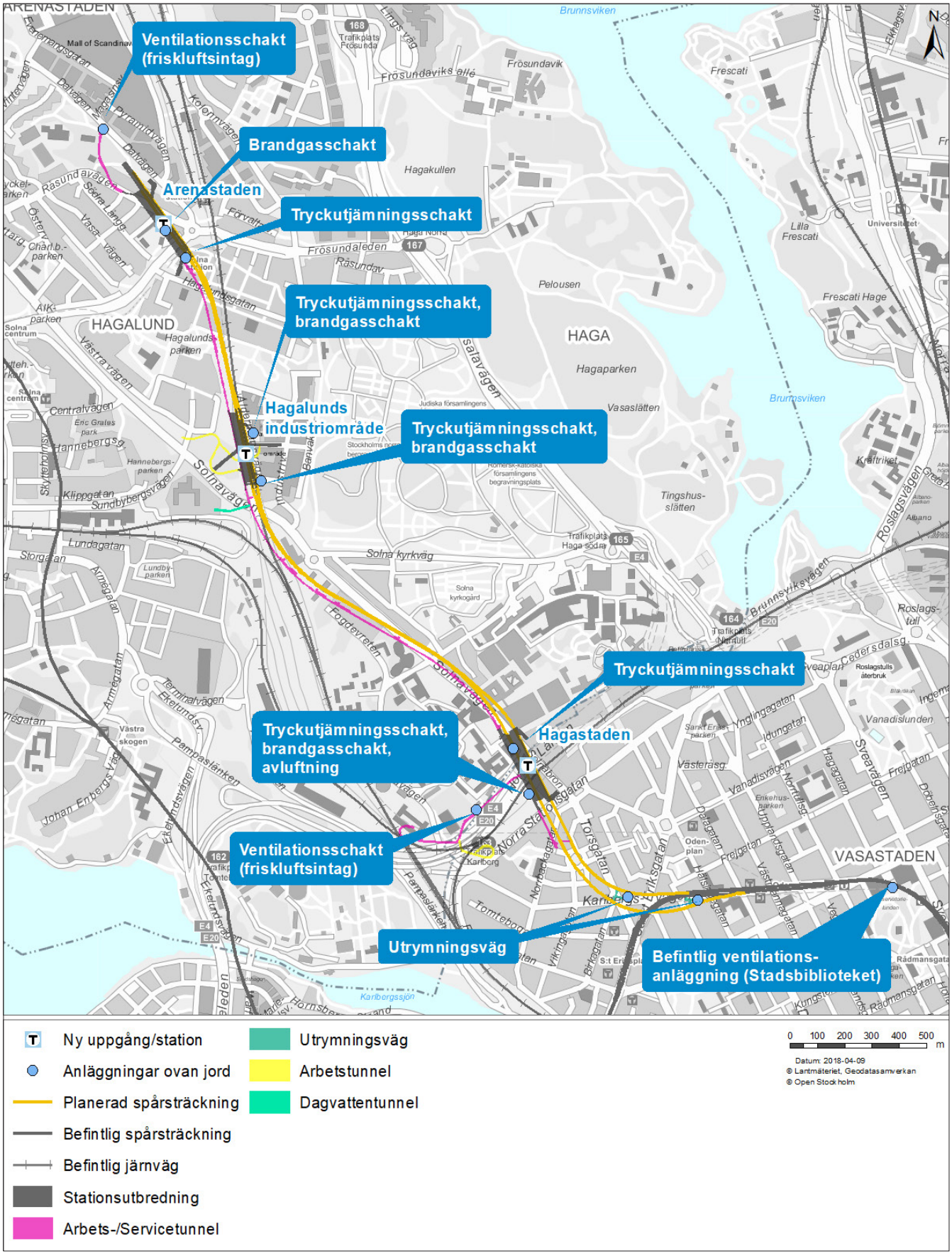
Vid Hagalunds industriområde föreslås en ny station byggas cirka 45 meter under markytan, mätt från räls till befintlig marknivå, med en entré på vardera sidan om Ostkustbanan, den ena vid Solnavägen och den andra vid Industrivägen.

Vid Arenastaden kommer en ny station att byggas cirka 35 meter under markytan, mätt från räls till befintlig marknivå. Stationen kommer att ha en nordlig entré utmed Dalvägen och en sydlig entré söder om Frösundaleden, invid de blå lamellhusen i norra Hagalund.

Tunnelbanan är till övervägande del en anläggning under mark. De anläggningar som kommer att byggas ovan mark är följande:

- Entrébyggnader
- Byggnad för utrymningsvägar
- Tryckutjämningsschakt
- Brandgasschakt
- Borrhål för anslutning till dagvattennät
- Ventilationstorn- och schakt
- Tunnelöppningar för arbets-/servicetunnlar

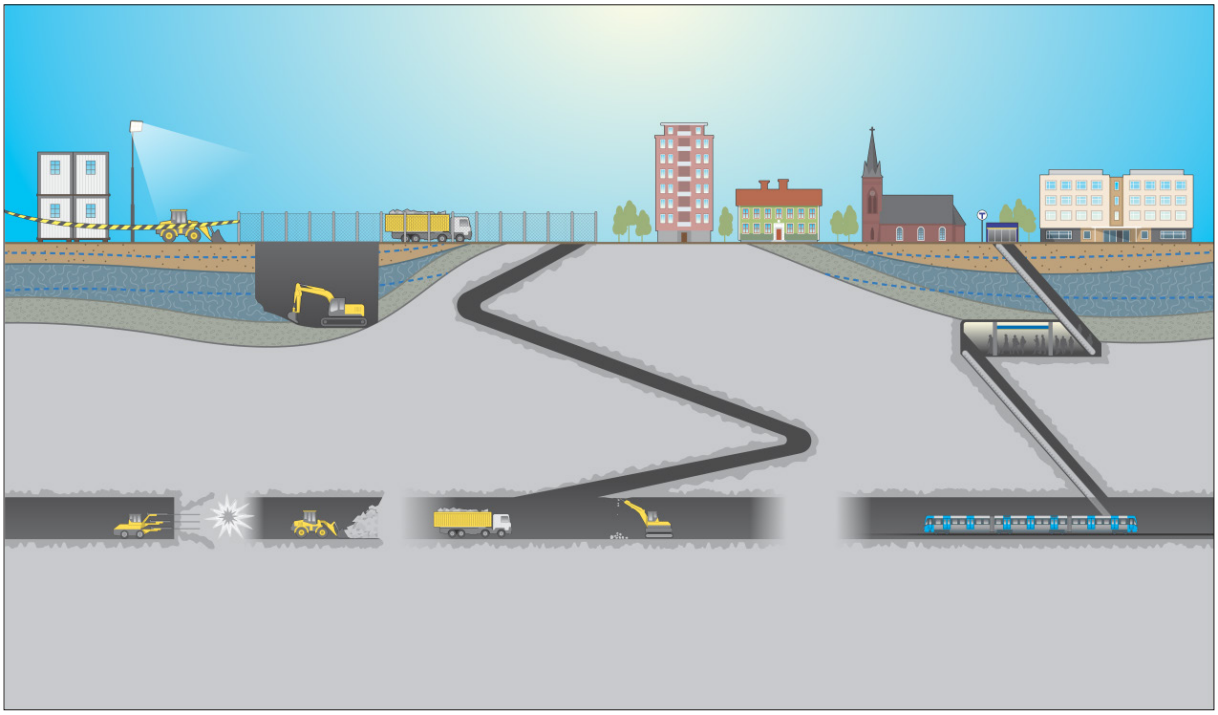
Samtliga ovanmarksanläggningar, exklusive borrhål för dagvattennät (kommer inte synas ovan mark i driftskedet) och entrébyggnader redovisas nedan i Figur 4.



Figur 4. Planerade lokaliseringar för byggande av ovanmarksanläggningar, exklusive stationsentréer.

2. Generell beskrivning av byggskedet

Byggskedet omfattar byggande av spårtunnlar, servicetunnel, arbetstunnlar och utrymningstunnlar, se Figur 5. Det omfattar också byggnation av ett antal ovanmarksanläggningar, se kapitel 1. Under byggskedet genomförs också arbeten med spårläggning och installationer av exempelvis el- och telesystem, signalsystem, brandskydd, ventilation och vatten- och avloppsförsörjning. Slutligen genomförs driftsättningen.



Figur 5. Generell illustration av byggskedet.

Val av byggmetoder avgörs vanligtvis av den entreprenör som upphandlas. Undantag från detta kan förekomma om byggherren, i detta fall landstinget, ställer krav på en viss byggmetod i upphandlingen. Detta kan komma att ske inom några av områden för Gul linje. I detta skede är det dock inte möjligt att exakt beskriva vilka metoder som kommer att användas under byggskedet.

Förutom eventuella krav på byggmetod kommer landstinget att ställa krav på entreprenörerna så att de använder skonsamma metoder, minimerar omgivningspåverkan och håller sig till de arbetstider som gäller för störande arbeten. Buller, vibrationer, grundvattennivåpåverkan med mera kommer att följas upp och kontrolleras. Det faktum att tunnelbanan bitvis byggs i mycket nära anslutning till befintliga anläggningar såväl under som ovan mark, gör att det kommer att krävas stor försiktighet och höga krav på byggnadstekniken.

Byggskedet bedöms sammantaget ta sex år.

I detta kapitel finns generell information om byggandet av den Gula linjen. I kapitel 3 följer sedan en detaljerad beskrivning av byggarbetena vid de tre nya stationerna samt av de ovanmarksanläggningar som redovisas i Figur 4. Eftersom det är upp till den enskilda entreprenören att välja byggmetoder baseras beskrivningarna på en rad antaganden om byggmetoder. De metoder som beskrivs bedöms vara de mest troliga. Det är beskrivningarna av byggskedet i kapitel 2 och 3 som ligger till grund för de konsekvensbedömningar för miljö och hälsa som redovisas i kapitel 4.

2.1 Förberedande arbeten

Innan byggandet av tunnelbanan kan påbörjas behöver vissa förberedande arbeten genomföras. I dessa arbeten ingår exempelvis ledningsomläggningar, det vill säga flytt av befintliga ledningar som kommer i konflikt med den planerade tunnelbanan. För sådana arbeten kan schakt av mark behöva göras. Marken återställs så fort det förberedande arbetet är klart. Förstärkningsarbeten av befintliga konstruktioner är en annan typ av förberedande arbete som kan behövas.

Etableringsytor kommer att iordningställas vid arbetstunnlarnas mynningar i anslutning till varje station, se avsnitt 2.2. Trafikomläggningar planeras och genomförs.

Vissa förberedande arbeten för framtida stationsuppgångar vid Torsplan, i NKS och vid Hagaplan utfördes redan under hösten 2015 som del i de byggnationer som pågår i området. Förberedande arbeten vid Torsplan genomfördes för att minimera störningar.

De förberedande arbetena är sådana som kan genomföras utan en gällande järnvägsplan. Däremot kan andra tillstånd krävas.

2.2 Arbetstunnlar samt etableringsytor och arbetsområden.

Vid byggnationen av den nya tunnelbanan kommer det att behövas arbetstunnlar under mark. Tre arbetstunnlar föreslås, se Figur 3. Dessa är följande:

- En arbetstunnel med två mynningar, en i Tomteboda och en norr om Norra Stationsgatan. Mynningen norr om Norra Stationsgatan är Citybanans gamla arbetstunnelmynning. Arbetstunneln ansluter till servicetunneln vid station Hagastaden.
- En arbetstunnel med mynning norr om korsningen Solnavägen/Västra vägen. Arbetstunneln ansluter till servicetunneln vid station Hagalunds industriområde.
- En arbetstunnel som ansluter till servicetunneln vid station Arenastaden. Mynningen för denna arbetstunnel ligger vid Dalvägen.

Från arbetstunnlarna kommer bergmassor att lastas ut. Störningar uppkommer av sprängningsarbeten vid byggandet av tunnlarna och därefter främst på grund av ut- och intransport med tunga fordon. Arbetstunneln till station Arenastaden kommer att bli permanent och blir då en del av servicetunneln. Den norra arbetstunneln till station Hagastaden kommer att permanentas och blir då en del av servicetunneln, se Figur 8. Den södra delen av arbetstunneln kommer att fyllas igen. Även arbetstunneln vid Hagalund kommer att stängas när anläggningen är färdigbyggd.

Etableringsytor och arbetsområden kommer att behövas vid områden för byggande av ovanmarksanläggningar och vid arbetstunnelmynningar. Inom arbetsområden genomförs byggarbeten, exempelvis spontning och schaktning. Etableringsytor är ytor för kontor och personalbodar, uppställning av byggkranar och arbetsfordon samt för att tillfälligt förvara byggmaterial, teknisk utrustning med mera. Eftersom tunnelbanan till övervägande del byggs som tunnel i berg kommer det generellt sett krävas få etableringsytor och arbetsområden i ytläge. Från arbets- och etableringsområden sker in- och utfart av transporter. De etableringsytor och arbetsområden som kommer att behövas redovisas i kapitel 3.

Störningar från etablerings- och arbetsområden kan bland annat uppstå till följd av motorljud från maskiner, från trafik till och från området och från byggarbeten som exempelvis spontning och borrning. Där det är nödvändigt kommer etablerings- och arbetsområden att avskärmas mot omgivningen för att arbetena ska störa så lite som möjligt och för att minimera risken för olyckor.

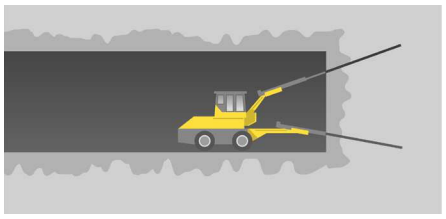
Målsättningen är att minimera ytanspråket under byggskedet för att på så vis minimera omgivningspåverkan. När byggskedet är över kommer marken inom arbets- och etableringsområden som tillfälligt tagits i anspråk under byggskedet att återställas. Detta kan antingen innebära att området återställs till hur det såg ut innan byggskedet eller att det återställ i enlighet med markägarens vilja. Där träd tagits ned kommer om möjligt nya träd att planteras, det är dock inte säkert att det i slutändan finns lika många träd som tidigare. Där stora träd tagits ned kommer de träd som återplanteras att vara mindre eftersom det finns en begränsning i hur stora träd som kan planteras.

2.3 Tunneldrivningsmetod

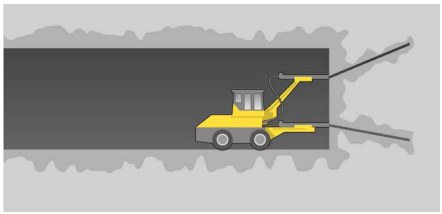
Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Spårtunnlarna och stationerna kommer till största del att drivas (tillskapas) med konventionell borrning och sprängning. De huvudsakliga arbetsmomenten vid tunneldrivning är förinjektering, salvborrning, laddning och sprängning, bergrensning samt bergförstärkning och eventuellt efterinjektering. Mer information om dessa arbetsmoment finns i faktarutan nedan.
Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn per front. Vissa sträckor kan kräva försiktigt berguttag, vilket kan innebära fler mindre sprängningar per dygn. Ambitionen att få en kort byggtid och ett rationellt byggande innebär att tunnlarna kommer att drivas från flera håll samtidigt vilket medför att det kommer finnas flera fronter där byggverksamhet pågår.

Tunneldrivning i berg

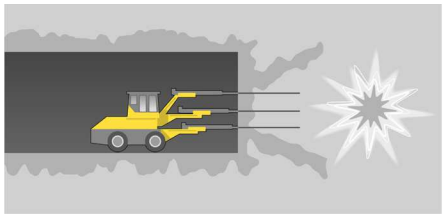
Borrning för injektering: 15-25 meter långa hål borras runt den blivande tunneln.



Förinjektering: Betong sprutas in i borr-hålen och i bergsprickor. När betongen stelnat har det bildats en tät ring runt den blivande tunneln. Syftet med förinjektering är att minimera inläckage av vatten.



Salvborrning, laddning och sprängning: 1-5 meter långa hål borras i tunnelfronten och laddas med sprängämne. Sprängnings-arbetena anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer.



Bergrensning: Kvarsittande löst berg i väggar och tak knackas och bryts bort. Vid behov utförs bergförstärkning med sprut-betong och bultar. Bergytan spolas ren med vatten och de utsprängda massorna bevattnas för att reducera dammspridning. Slutligen lastas massorna ut och transporteras bort.



I övergångarna mellan jord och berg, det vill säga vid bergtunnelpåslag, kommer berget att sprängas i öppna schakter med konventionell ovanjordssprängning. Ovanjordssprängning följer i princip samma arbetsmoment som för sprängning under mark, med eventuella behov av tätning och förstärkning.

2.4 Byggarbeten i jord

Den metod för byggande i jord som är aktuell vid byggandet av Gul linje är öppet schakt. Merparten av Gula linjen kommer byggas under mark men i vissa områden krävs arbete i öppna schakt. Denna metod inleds vanligtvis med att det byggs en stödkonstruktion, vilket innebär att man slår eller borrar ned spont. Därefter grävs jorden bort ned till grundläggningsnivån alternativt ned till bergnivån där sprängning, sågning, borrning eller bergskärning tar vid. I det öppna schaktet byggs sedan en betongkonstruktion.

Slutligt val av sponttyp kommer att baseras på geotekniska förhållanden och eventuella restriktioner med avseende på buller samt vibrationer i närliggande anläggningar och byggnader. För beräkning av produktionstiden har det antagits att borrad rörspont kan utföras med ungefär fem meter per vecka medan slagen tätspont kan utföras med cirka 20-40 meter per vecka. Se även faktarutan nedan.

Vid övergångar mellan jord och berg kommer stödkonstruktionens väggar att installeras ned till berget. För att minska risken för påverkan på omgivningen till följd av grundvattennivåsänkning kommer det att genomföras tätande kontaktinjektering. Denna åtgärd begränsar vattenflödet in i schaktgropen. När arbetet är klart sker återfyllnad av jord runt anläggningen alternativt däckas anläggningen över och marken återställs.



Figur 6. Bild till vänster visar borrad rörspont och bild till höger visar tätspont med förankringsnivå.

Information om spontning

De vanligaste sponttyperna är **tätspont** och borrad **rörspont**. Tätspont används i lera och vibreras eller slås ned i marken. Rörspont är vanligtvis kontinuerligt borrade stålrör, mellan stålrören svetsas plåtar som håller bakomliggande jord på plats. Borrad rörspont används vanligtvis i blockrik jord samt i schakt där inget grundvatten förekommer.

Beroende på hur djupt schaktet blir kan flera olika förankringsnivåer användas. Förankringen kan vara bakåtförankring med stag eller linor som förankras i berg eller jord. Vid djupa schakter där det inte är möjligt att bakåtförankra på grund av eventuella hinder så används istället invändiga stämp.

2.5 Byggande av bergschakt

Vertikalschakter i berg, för exempelvis ventilationsschakt, kan byggas på olika sätt. Antingen borras och sprängs schakten på konventionellt sätt, se avsnitt 2.3, eller så utförs sågning eller spräckning av berg eller så kallad raiseborrning. Sågning eller spräckning av berg utförs när det finns vibrationskänsliga verksamheter eller bostäder mycket nära arbetsområdet. Raiseborrning innebär att ett litet hål borras från mark ned till tunneln. Därefter borras hålet större genom att ett borraggregat dras upp genom berget och lämnar efter sig ett runt borrhål. Det berg som borras loss faller ned till den lägre nivån.

2.6 Masshantering och byggtransporter

Byggandet av den Gula linjen kommer att kräva transporter av stora mängder berg- och jordmassor samt byggmaterial. Teoretisk total bergmängd som ska tas ur är cirka 600 000 m^3.

Bergmassorna kommer att transporteras ut via de tre arbetstunnlarna. Massorna transporteras med lastbil från arbetstunnlarna och vidare till mottagningsanläggningar och/eller anläggningsverksamheter såsom väg- eller bostadsbyggen. Antalet fordon per dygn kommer att styras av vilken mängd som kan transporteras per fordon. Ju större lastbilar desto färre antal transporter. Större fordon ger samtidigt högre buller. Vilken mängd massor som kan transporteras per fordon beror på vilka bärighetsklasser som respektive väg har. Ju större bärighetsklass desto tyngre fordon kan köras på vägen (mer vikt per lastbil). Vilka fordon som väljs beror också på entreprenörernas tillgång till fordon.

En översiktlig bedömning visar på 80-110 masstransporter per dygn från respektive arbetstunnelmynning. Varje lastbil kör fram och tillbaka vilket innebär som mest 160-220 fordonsrörelser per dygn för masstransporter från respektive tunnelmynning under cirka två till två och ett halvt års tid. Utöver det tillkommer även vissa andra byggtransporter. Under de första åren kommer masstransporter att dominera transportflödet, men under de sista åren kommer det att vara mer intransport av byggmaterial.

Utöver transporter från arbetstunnlarna kommer mindre mängder berg och jord transporteras bort från de platser där ovanmarksanläggningar byggs.

Ett tillskott av 200 byggtransporter bedöms inte påverkan framkomligheten nämnvärt på berörda gator och vägar. 200 fordon/dygn utslaget på dygnets arbetstimmar medför cirka 10-20 lastbilar i timmen. På de mindre gator som berörs kan transporterna medföra störningar i form av buller men de kommer inte påverka framkomligheten. På större vägar som exempelvis E4 som har 100 000 – 150 000 fordon/dag utgör ett tillskott på 200 fordon en marginell ökning av trafiken och kommer inte heller här påverka framkomligheten nämnvärt.

Stockholms läns landsting har tagit fram en generell masshanteringsplan. Den generella masshanteringsplanen syftar till att redovisa de berg- och jordmassor som uppstår i de olika projekten inom tunnelbaneutbyggnaden, regionens behov av bergmassor och möjliga användningsområden.

I Stockholms län finns ett stort behov av bergmassor till infrastruktur och bostadsbyggande. Behovet ligger på cirka tolv miljoner ton per år. Då det finns ett stort behov av bergmassor är bergmassor som uppkommer vid byggande av bergtunnlar en biprodukt som har ett ekonomiskt värde och är en efterfrågad produkt i regionen.

2.7 Trafik under byggskedet

Byggandet av de tre stationerna kommer att kräva trafikomläggningar under vissa perioder. Bland annat Karlbergsvägen, Solnavägen och Västra vägen kommer att ha begränsad framkomlighet under vissa perioder av byggskedet. Landstinget kommer att samordna trafikomläggningar med andra pågående projekt så att trafiken flyter så bra längs de gator och vägar som påverkas.

För Gröna linjen måste norrgående spår stängas av när anslutningsarbeten mellan Gul och Grön linje pågår. Det bedöms även att kortare avstängningar av Gröna linjen krävs vid sprängningsarbeten. Sprängningar som kräver stopp i tunnelbanetrafiken och/eller avstängning av station Odenplan planeras inte att utföras före klockan 09:00 och inte mellan 14:00-19:00 på grund av rusningstrafiken. Förberedande arbeten kommer att ske nattetid, under trafikfri tid.

Gula linjen kommer byggas som närmast cirka fem meter från Citybanans huvudtunnlar. Bergtekniska åtgärder i form av kompletterande brandskydd kommer utföras på en kortare del av Citybanan där Gula linjen korsar ovanför. Det kommer att finnas restriktioner med avseende på vibrationer för byggarbeten nära Citybanan. Bedömningen är att det kan bli vissa störningar i trafiken om sprängning behöver utföras under trafiktid. Fasta sprängtider behöver tillämpas vilka bedöms medföra uppehåll för trafiken i cirka 10 minuter. Den genomförda riskanalysen kommer att fördjupas i fortsatta arbetet och kontinuerlig dialog med Trafikverket kommer att ske. Ett kontrollprogram kommer att upprättas i god tid innan genomförandet av byggnationen.

2.8 Process- och länshållningsvatten

Vatten kommer att användas vid borrning, injektering samt vid renspolning av tunnlarnas väggar och tak samt bergmassor. Detta vatten kan innehålla cementrester från injektering och förstärkning, sprängämnesrester, borrkax[1] samt oljespill från maskiner och hydraulsystem och kan vara skadligt för miljön. Exempelvis kan cementrester orsaka förhöjt pH-värde i vatten, vilket kan vara skadligt för fiskar och andra vattenlevande organismer. Vidare kan sprängämnesrester i vattnet orsaka höga kvävekoncentrationer. Vissa kväveformer är giftiga för fisk och bottenfauna redan i låga koncentrationer. Det mesta av vattnet kommer härstamma från tunnlarna och leds till reningsverk innan det släpps ut. Val av sprängämne samt hantering och laddning vid sprängarbeten kan minska andelen kvarvarande kväve i sprängstensmassorna. För att ytterligare minska mängden kväve i sprängstensmassorna kan dessa spolas av. Det vatten som bildas av alla dessa aktiviteter kallas processvatten.

Det grundvatten som tränger in i tunnlar och schakt i samband med byggskedet kommer att blandas med processvattnet. I öppna schakter blandas processvattnet även med dagvatten och nederbörd. Detta vatten, så kallat länshållningsvatten, kommer att tas om hand och renas innan det pumpas ut i det kommunala avloppssystemet för vidare behandling i kommunalt reningsverk. Om vattnet är tillräckligt rent kan det gå direkt till en recipient. Hur stor volym länshållningsvatten som behöver pumpas bort från tunnlar beror på mängden tillfört vatten samt inläckage från berget, vilket i sin tur beror på hur effektiva tätningsåtgärder som vidtagits.

Processvatten och länshållningsvatten

Vid tunneldrivning i berg bildas stora mängder förorenat processvatten, exempelvis vatten som använts för att kyla borrarna eller spola av bergmassor.
Länshållningsvatten är det vatten som uppkommer i arbetsschakt och tunnlar och som utgör en blandning av inläckande grundvatten, regnvatten samt processvatten.

1 Borrkax utgörs av krossat berg – stenflisor och stenmjöl, och är ett naturmaterial man får efter borrning i berg.

Stockholm och Solna stad har riktlinjer för hur vatten från byggarbetsplatser ska hanteras. Vart vatten kan ledas beror på föroreningsinnehåll och förutsättningar på platsen. Olje- och slamavskiljning sker på plats. Eftersom vatten från till exempel sprängning och borrning kan innehålla höga halter av kväve från sprängmedel kommer allt process- och länshållningsvatten behandlas i reningsverk. Det finns även vatten från byggarbetsplatser som inte är direkt kopplade till sprängning eller borrning, opåverkat vatten kan därför även ledas till recipient.

2.9 Arbetstider

Många arbetsmoment i tunnlarna kommer inte att märkas för de som bor intill tunnlarna eller vid något av arbetsområdena. Andra arbeten kommer att märkas. För att tunnelbanan så snart som möjligt ska komma i drift kommer byggarbeten att behöva ske dygnet runt. Eftersom tunnelbanan byggs i närheten av bostäder och känsliga verksamheter måste byggmetoder väljas och produktionen planeras så att störningar för omgivningen begränsas.

Projektets arbetstider styrs av de riktvärden för byggbuller som kommer att ligga som villkor i kommande miljödom. Vilka riktvärden som blir gällande kommer att variera beroende på tid på dygnet och veckodag. Naturvårdsverket har tagit fram riktvärden för byggbuller som är en vägledning och utgångspunkt för den bedömning av tillåtna byggbullernivåer som görs i varje enskilt fall, se avsnitt 4.1.

Ibland kan det bli aktuellt att frångå riktvärdena. I så fall görs det i samråd med tillsynsmyndigheten. Vid sådana tillfällen måste en avvägning göras mellan de vinster som uppnås i form av snabbare byggande och de följder i form av störningar som riskerar att uppstå. Restriktioner av arbetstiden kan förlänga byggskedet och därmed också tidsperioden för störningarna. En förlängning av byggskedet innebär oftast även att kostnaden för projektet ökar.

I kapitel 3 beskrivs översiktligt byggtiden för byggnadsarbetena. Dessa tider baseras på följande antaganden:

- Fem dagars arbetsvecka för spräng- och borrarbeten och tillåtna tider för sprängning och borrning är 07-22.
- Utlastning av berg kan utföras vardagar 22-06 och under åtta timmar per dag på helger.

Villkor för buller som anges i miljödomen och eventuella andra förändrade förutsättningar kan medföra att tiden för tunneldrivning och utlastning av berg kan bli annan än antagandet ovan, vilket i sin tur kan leda till andra produktionstider.

2.10 Material och produkter

Exakt vilka ämnen som kommer att användas i projektet är, liksom den exakta omfattningen av vissa av dem, inte möjligt att ange i detta skede. Produkter och kemikalier kommer att utvärderas med avseende på risker och miljöpåverkan. Produktvalsprincipen, vilken är grundläggande vid hantering av kemiska produkter, kommer att tillämpas. Den innebär att då det finns flera likvärdiga produkter så ska de produkter som innebär minst risk för människors hälsa och miljö användas.

3. Byggandet av stationer och andra ovanmarksanläggningar

3.1 Vasastan

Gula linjens spårtunnlar kommer att ansluta mot Gröna linjens spårtunnlar väster om Odenplan. Under utförandet av denna anslutning kommer trafiken på Gröna linjen periodvis att påverkas, se avsnitt 2.7. Vid Odenplan kommer det inte byggas något i markplan. Dock kommer en breddning av befintlig utrymningstrappa göras.

I Vasastan planeras två utrymningsvägar vilka kommer medföra markarbeten ovan och under jord. Arbetsområden som krävs för byggandet av utrymningsvägarna visas i Figur 7 nedan. Öppna schakt kommer krävas under byggskedet. Arbetsområdena kommer vara cirka 280 m2 och de öppna schakten kommer vara ungefär 150 m2. För att bygga dessa krävs bland annat arbetsmoment som spontning och schaktning, vilket uppskattas ta cirka 2 månader för varje utrymningsschakt. Hela produktionstiden för varje utrymningsschakt bedöms bli cirka 12-18 månader.

Ett av körfälten på Karlbergsvägen kommer behöva stängas av under ett par månader under tiden som dessa utrymningsvägar byggs. Schaktområdena kommer vara väldigt nära bostadshus som är kulturminnesklassade. Avståndet från schaktgropen för de två utrymningsvägarna till närmaste byggnadsfasad är ungefär 2 meter. Utrymningsvägarna föreslås byggas med borrad rörspont. Val av spontmetod görs bland annat med hänsyn till omgivningspåverkan.

Masstransporterna från Hagastadens arbetstunnel kommer att gå på Norra Stationsgatan från utfarten från arbetsområdet som ligger i höjd med Norra Stationsgatan 97. Transporterna kommer sannolikt gå norrut och antingen vidare på Solnavägen och till E4 eller till Norrtull och E4:an norrut.

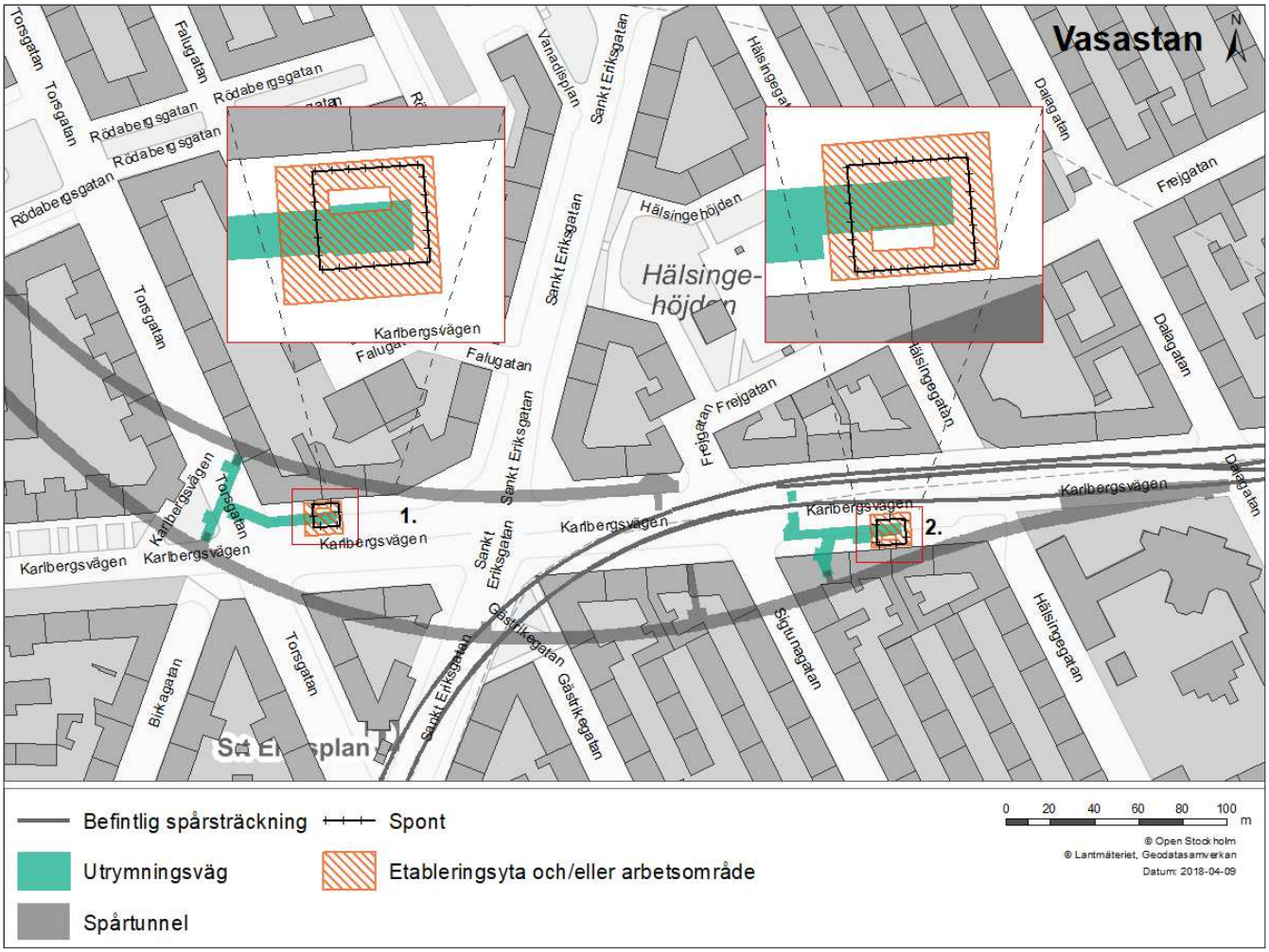
3.2 Hagastaden

Vid station Hagastaden kommer det att bedrivas arbete i öppet schakt inom tre områden. Dessa är markerade med nummer 1, 4 och 6 i Figur 8. Område nr 1 krävs för att bygga själva stationen, den norra biljetthallen, tryckutjämningsschakt samt entrén mot Karolinska Institutet, område nr 4 krävs för att bygga ett tryckutjämningsschakt och område nr 6 krävs för att bygga ett ventilationsschakt. Område nr 6 uppskattas bli cirka 470 m2 stort.

Vid Hagastadens norra uppgång, område nr 1, föreslås borrad rörspont och vid tryckutjämningsschaktet föreslås slagen tätspont. Restriktioner med avseende på buller och vibrationer i närliggande verksamheter kan komma att påverka val av spont. Vid Hagastaden är det framförallt vibrationskänsliga verksamheter i Karolinska sjukhuset och Karolinska Institutet som måste beaktas. I övrigt byggs station Hagastaden som en berganläggning under mark. Samtliga schakt kommer att vara relativt djupa, eventuellt omkring tio meter.

Byggarbetena vid station Hagastaden beräknas totalt sett pågå under fem till sex år, inklusive förberedande arbeten. Spontningen för öppet schakt beräknas pågå under cirka 2-3 år i det stora arbetsområdet vid NKS/Karolinska Institutet. Byggandet av schaktet invid Värtabanan beräknas ta 6-7 månader,

Det större arbetsområdet (nr 1 i Figur 8) på cirka 5000 m^2, kommer innebära vissa restriktioner för trafiken på Solnavägen. Byggarbetena kommer att planeras så att ett körfält i vardera körriktningen på Solnavägen alltid är öppet för trafik.

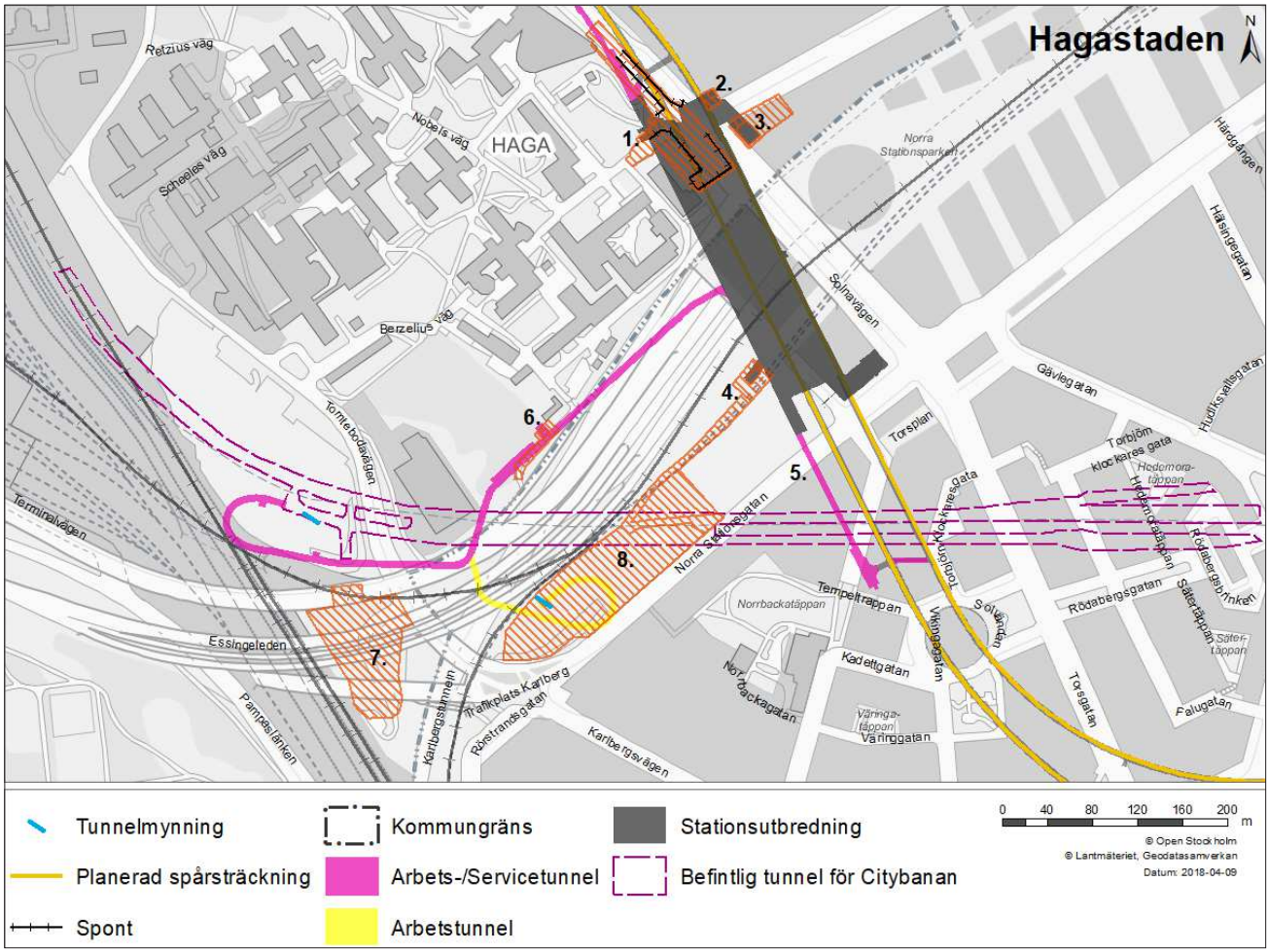


Figur 7. Etableringsyta/arbetsområde för de utrymningsvägar som planeras.

De övriga områdena som visas i Figur 8, vid Torsplan (nr 5) i Nya Karolinska Solna, NKS (nr 2) och vid Hagaplan (nr 3), är en del av de förberedande arbeten som redan genomförts. Genom att ha gjort dessa förberedande arbeten kan störningarna för verksamheterna i den färdigställda byggnaden vid Torsplan och i NKS begränsas något.

Etableringsytor och arbetsområden kommer att krävas vid arbetstunnlarnas mynningar vid Tomteboda och nedanför Norra Stationsgatan. Under Essingeleden planeras en etableringsyta (nr 7). Det kommer vara relativt stort, cirka 7200 m2, men bedöms inte innebära några störningar för boende eftersom det ligger nedsänkt och på stort avstånd från bostäder. Den andra etableringsytan (nr 8) som planeras ligger parallellt med Norra Stationsgatan och beräknas bli cirka 10 000 m2. I detta område ligger arbetstunnelns mynning där uttransport av bergmassor kommer att ske. Det är samma tunnelmynning som användas under byggandet av Citybanan.

Masstransporterna kommer att gå på Norra Stationsgatan, antingen fram till Solnavägen eller fram till Norrtull, och därefter till E4:an under cirka 3 år.



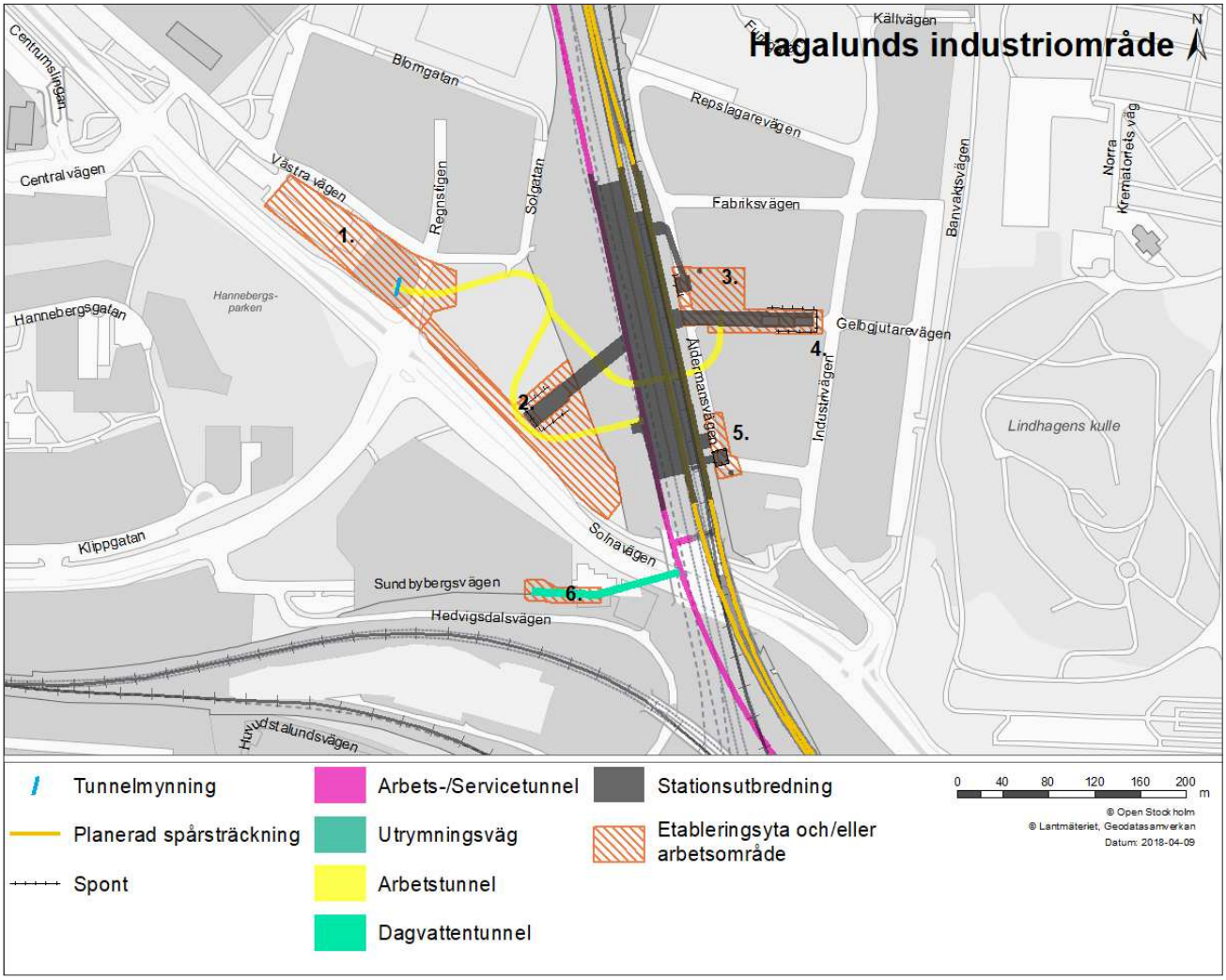
Figur 8. Mark kring station Hagastaden som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och/eller etableringsytor. Vid arbetstunnelmynningen i Tomteboda finns ett större etableringsområde under Essingeleden.

3.3 Hagalund

Norr om Solnavägen vid Hagalund kommer en arbetstunnel att byggas, se nr 1 i Figur 9. Arbetsmoment här kommer innefatta schaktning, sprängning och spontning. Arbetstunneln kommer enbart att användas under byggskedet och planeras att pluggas och återfyllas med massor efter färdigställandet av huvudtunneln. Återfyllandet kommer inte att ske hela sträckan men vid tunnelmynningen. Därav fungerar denna troligtvis enbart som arbetstunnel och inte som en framtida servicetunnel. Område nr 1 kommer vara ett arbetsområde under en kortare period då rampen ned till arbetstunneln byggs, sedan kommer det fungera som en etableringsyta och massor transporteras ut från arbetstunnelns mynning.

Arbetstunnelns mynning är förlagd strax öster om Västra vägen se Figur 9. Det kommer behövas en etableringsyta vid arbetstunnelns mynning, område nr 1 i Figur 9. Denna är planerad att ligga mellan Solnavägen och Västra Vägen. Totala ytan beräknas bli cirka 7 100 m2 och den kommer att användas för bodar, material upplag, uppställning för arbetsfordon samt yta för infart och vändyta. Infarten till bostadsområdet via Västra vägen från Solnavägen kommer att stängas av under byggtiden.

Masstransporterna från arbetstunneln kommer att köra ut inom etableringsyta nr 1 innan de ansluter Solnavägen. Transporterna kommer således passera på 30-35 meters avstånd från bostäderna



Figur 9. Utredningsområde för läget av station och entréer vid station Hagalunds industriområde.

på Västra vägen och södra delen av Regnstigen. Transporterna kommer inte köra på Västra vägen, mellan Blomgatan och Regnstigen, utan kommer vika av antingen direkt ut på Solnavägen från etableringsytan eller köra en kortare sträcka på Västra vägen efter Blomgatan för att sedan svänga ut på Solnavägen. Inom etableringsytan kommer en ramp att byggas för att transporter ska kunna ta sig upp och ned ur arbetstunneln. Avståndet till närmsta bostadshus från nedfartsvägen till arbetstunneln är ungefär 50 meter. Rampen ned till arbetstunneln föreslås byggas med slagen tätspont. Transporterna från arbetsområdet föreslås gå antingen längs hela etableringsområdet, ut på Västra vägen för att sedan köra ut på Solnavägen eller direkt ut på Solnavägen från etableringsområdet. Från Solnavägen kör transporterna ut på de större vägarna Frösundaleden och E4.

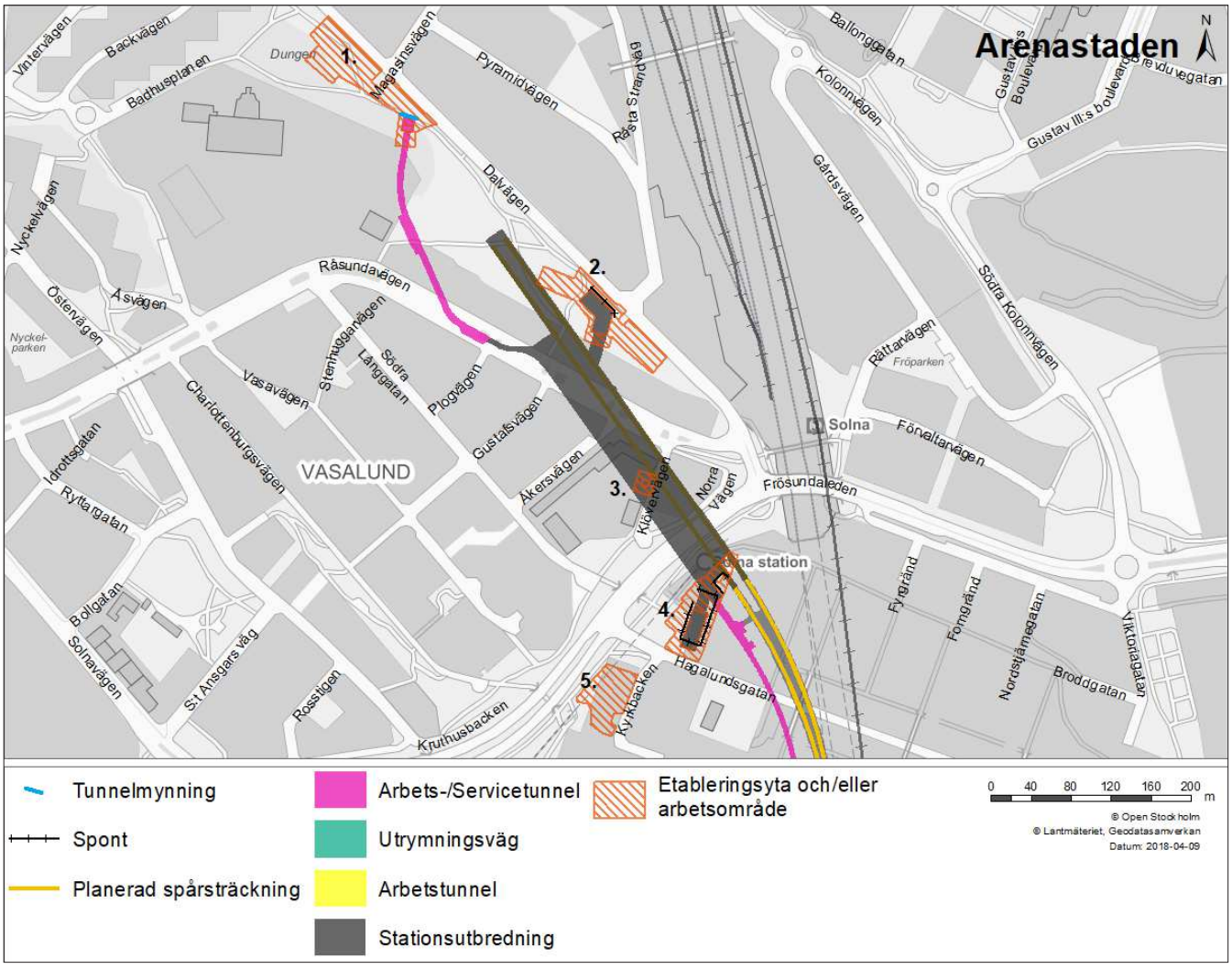
Arbetsområden som krävs för entréerna till station Hagalunds industriområde representeras av nr 2 samt 4. Från schaktgräns i område nr 2 till närmsta bostadshus är avståndet 160 meter, på motsatt sida om Solnavägen finns en kontorsbyggnad dit avståndet är 90 meter. Tryckutjämningsschakt krävs vid två områden nr 3 samt 5 i Figur 9.

Ett borrhål för en anslutning till befintligt dagvattennät kommer att byggas invid Hedvigsdalsvägen (nr 6 i Figur 9). Schaktet för detta är ungefär 40 m² och för hela området, inkluderat arbetsområde, krävs en yta om ungefär 130 m². Schaktet beräknas bli cirka 8 meter djupt och kommer ta ungefär 6-12 månader att bygga. Ledningen kommer att borras under mark från tunneln till borrhålet, och en bit kommer att borras ovanifrån i ytläge från borrhålets placering.

3.4 Norra Haglund och Arenastaden

Vid station Arenastaden kommer det att behövas arbetsområden och etableringytor ovan mark, se Figur 10. Inom arbetsområdet vid Hagalundsgatan (nr 4) där den södra biljetthallen planeras, vid ventilationsschaktet invid Klövervägen (nr 3) samt inom det södra området vid Dalvägen (nr 2) där den norra biljetthallen planeras, kommer det att genomföras arbeten i öppet schakt.

Inom arbetsområdet för den södra stationsuppgången (nr 4), mellan Frösundaleden och Hagalundsgatan, kommer arbetsmoment som spontning, schaktning och borrning ske. Borrad rörspont föreslås vid den södra uppgången för station Arenastaden. Avståndet till närmsta bostadshus på Hagalundsgatan 1 är cirka fem meter och avståndet till närmsta bostadshus på Hagalundsgatan 4 är cirka 20 meter. I närheten av arbetsområdet vid södra stationsuppgången kommer ytterligare ett mindre arbetsområde krävas där ett tryckutjämningsschakt kommer att uppföras. Delar av schaktet kan komma ligga invid fasaden på fastigheten Hagalundsgatan 7. Hela arbetsområdet vid den södra uppgången är cirka 2800 m², arean för tryckutjämningsschaktet motsvarar ungefär 167 m² och arean för schaktet för södra uppgången är cirka 1215 m².



Figur 10. Mark kring station Arenastaden som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och/eller etableringsytor.

Två områden längs med Dalvägen kommer att tas i anspråk under byggtiden, ett för byggande av den norra stationsuppgången (nr 2) och ett för arbetstunneln i höjd med Magasinvägen (nr 1). Vid arbetsområde nr 2 kommer schaktning, sprängning och spontning att ske, även här föreslås borrad rörspont. Närmsta avståndet till bostadshus från schaktet är ungefär 11 meter. Området är cirka 2000 m².

Etableringsytan vid arbetstunnelns mynning, nr 1, kommer innefatta materialupplag, uppställning för arbetsfordon, parkering samt vänd- och väntytor. Avståndet till närmsta bostadshus från arbetstunnelmynningen är cirka 105 meter, avståndet till förskolan Juvelen är 24 meter och avståndet till Pingstkyrkan är cirka 76 meter. Hela området beräknas bli ungefär 6200 m². Ytterligare etableringsyta krävs vid Kyrkbacken (nr 5).

Utmed Klövervägen byggs ett brandgasschakt (nr 3) om en total yta på cirka 340 m² på gården vid förskolorna Klövern och Fyrklövern. Schaktet som krävs kommer vara ungefär 210 m². Avståndet till närmsta bostadshus är cirka 25 meter och avståndet till närmsta byggnad på förskolornas område är cirka 7 meter.

Byggarbetena för station Arenastaden beräknas pågå under totalt fem till sex år. Spontning, schaktning och andra byggmoment som kommer att medföra buller beräknas pågå periodvis under cirka ett och ett halvt till två år i respektive arbetsområde.

Bergmassor från tunneldrivningen kommer att transporteras ut via arbetstunneln vid Dalvägen och antingen vidare söderut mot Frösundaleden eller norrut mot Enköpingsvägen via Evenemangsgatan, Råsta Strandväg och Sjövägen. Tiden för bergschaktarbeten för Arenastaden är ungefär 2 år.

4. Byggskedets påverkan och effekter

I detta kapitel beskrivs den tillfälliga påverkan och de effekter och konsekvenser som byggskedet för den Gula tunnelbanelinjen kommer att medföra. Följande miljö- och hälsoaspekter har utretts och konsekvensbedömts:

- Stomljud
- Bygg- och trafikbuller
- Vibrationer och luftstötvåg
- Luftkvalitet
- Vatten
- Naturmiljö och rekreation
- Kulturmiljö och stadsbild
- Olycksrisker
- Klimatpåverkan
- Sociala konsekvenser

För varje aspekt som beskrivs i efterföljande avsnitt (4.1 - 4.10) föreslås åtgärder som kan genom-föras för att minska byggskedets konsekvenser. Dessa åtgärder kan inte regleras med järnvägsplan utan kommer att hanteras i det fortsatta projekteringsarbetet genom bland annat miljökrav i upp-handling och kontrollprogram. Kontrollprogram för omgivningspåverkan under byggtiden kom-mer beskriva projektets miljöpåverkan under byggtiden, de skyddsåtgärder och försiktighets-mått som planeras samt hur landstinget avser att kontrollera ställda miljökrav under byggtiden. Dessa kontrollprogram ska godkännas av Stockholms respektive Solnas miljömyndigheter. Landstinget kommer att ha en omfattande miljöstyrning i syfte att säkerställa att dessa krav omhändertas av en-treprenörerna. Projektets påverkan på grund- och ytvatten, vibrationer och andra risker under byggskedet samt åtgärder för att undvika skador redovisas mer i detalj i MKB:n till tillståndsansö-kan för vattenverksamhet. I nuläget refereras till generella riktvärden när det gäller stomljud och buller, i miljödomen kommer projektspecifika villkor att fastslås vilka sedan gäller för projektet.

4.1 Stomljud

Borrning, sprängning och spontning ger upphov till stomljud i närliggande byggnader. Stomljud kan därmed inte uppfattas utomhus. Stomljud avtar med stigande avstånd vilket innebär att störst risk för störning är när borrningen sker under den plats där bygganden står, se Figur 12. Natur-vårdsverket har tagit fram riktvärden för byggbuller som är en vägledning och utgångspunkt för den bedömning av tillåtna byggbullernivåer som görs i varje enskilt fall, se Tabell 1. Vilka stomljuds-nivåer som kommer att gälla i projektet anges som villkor i miljödomen, dessa villkor kan skilja sig åt från Naturvårdsverkets riktvärden.

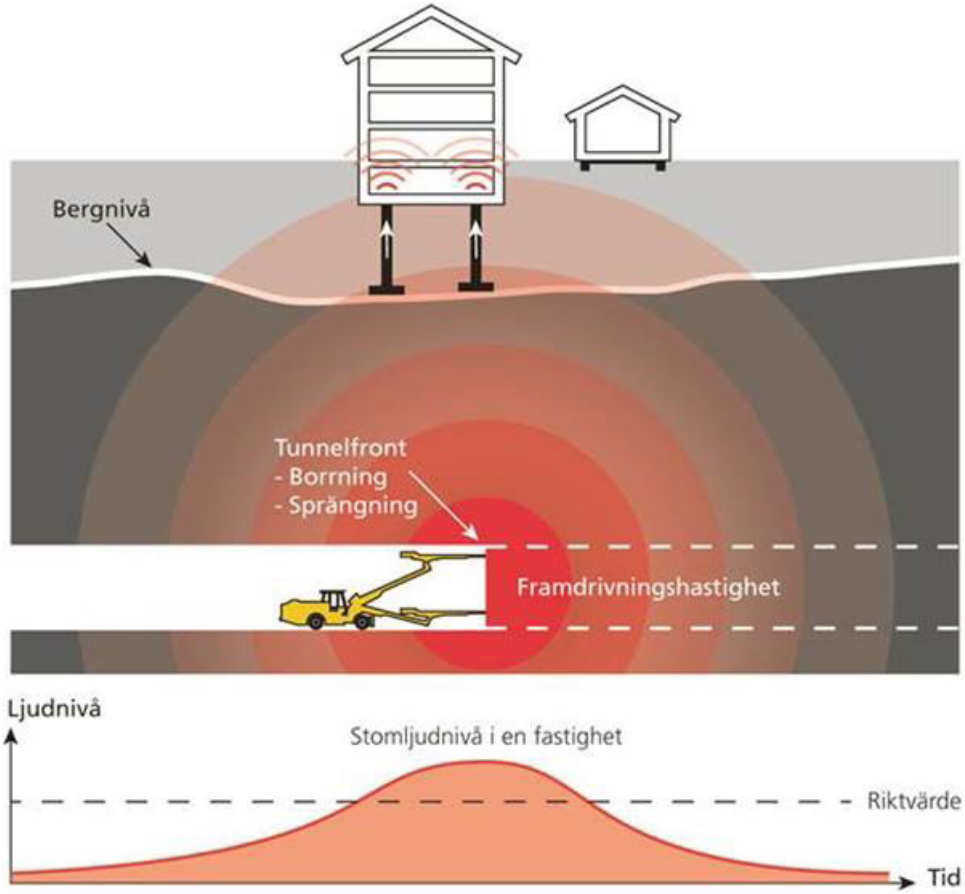
Enligt Naturvårdsverkets riktvärden bör stomljudsnivån dagtid inomhus i bostäder och vårdloka-ler inte överstiga 45 dB(A). För att stomljudsnivån ska bli under 45 dB(A) behöver avståndet från tunneldrivningspunkten till byggnad vara större än 45 meter för byggnader som är grundlagda på berg. För att stomljudsnivån ska vara under 35 dB(A) ska avståndet vara större än 100 meter.

Stomljud

Stomljud uppstår när vibrationer fortplantas från en källa, till exempel borrning, via berget till en byggnad. När vibrationerna passerar väggen orsakar det ett luftljud i byggnaden, så kallat stomljud. Homogent berg leder stomljud effektivt, speciellt till hus grundlagda direkt på berg.

Styrkan på stomljudet beror på bergets egenskaper, men också på djupet till tunneln, avståndet till tunnelfronten, antal borrmaskiner i drift samtidigt, byggnadens grundläggning och stomkonstruktion samt på bostadens/lokalens läge i byggnaden.

Erfarenheter från de senaste årens tunnelprojekt, till exempel Södra Länken, har visat att boende riskerar att störas av stomljud från borrning i de fall stomljuden är högre än 40 dB(A) ekvivalent ljudnivå. Stomljud kan orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation och sömnstörningar. Buller kan även orsaka ohälsa i form av exempelvis hjärt-kärlsjukdomar.



Figur 11. Illustration över hur stomljudsnivåer förändras över tiden vid tunnelbyggande.

Framdriften för spår- och arbetstunnlarna är vanligtvis 5-15 meter per vecka. I urban miljö och när byggandet passerar känsliga objekt är framdriften lägre. Om det är möjligt utan risk för skada eller för stor olägenhet kan en snabbare framdrift ske, upp till 25 meter per vecka. Det innebär kortare byggtid vilket medför störning under kortare tid. De som påverkas av tunnelbyggandet först kommer uppleva stomljud ganska lågt i ett antal veckor, därefter successivt starkare för att sedan avta igen, se Figur 12. Vid stationerna kommer det tas ut mer berg vilket kommer medföra stomljud under en längre tid.

De stomljudsnivåer som redovisas i Figur 13 och Figur 14 redovisar stomljud från borrning. Stomljud från sprängning kommer vara väsentligt högre men är mycket kortvarigt.

Tabell 1. Naturvårdverkets riktvärden för byggbuller.

Område	Helgfri måndag – fredag		Lördag, söndag och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag 07 – 19 LAeq*	Kväll 19 – 22 LAeq	Dag 07 – 19 LAeq	Kväll 19 – 22 LAeq	Natt 22 – 07 LAeq	Natt 22 – 07 LAmax
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
Utomhus (vid fasad)	60 dB(A)	50 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	45 dB(A)	70 dB(A)
Inomhus (bostadsrum)	45 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)	30 dB(A)	30 dB(A)	45 dB(A)
Vårdlokaler						
Utomhus (vid fasad)	60 dB(A)	50 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	45 dB(A)	-
Inomhus	45 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)	30 dB(A)	30 dB(A)	45 dB(A)
Undervisningslokaler						
Utomhus (vid fasad)	60 dB(A)	-	-	-	-	-
Inomhus	40 dB(A)	-	-	-	-	-
Arbetslokaler för tyst verksamhet**						
Utomhus (vid fasad)	70 dB(A)	-	-	-	-	-
Inomhus	45 dB(A)	-	-	-	-	-

* Ekvivalent (LAeq) samt maximal (LAmax) ljudnivå under den tid som byggverksamhet pågår.

** Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor.

I Naturvårdsverkets skrift framgår även följande:

För verksamhet med begränsad varaktighet, högst två månader, till exempel spontning och pålning, bör 5 dB(A) högre värden kunna tillåtas.

Vid enstaka kortvariga händelser, högst 5 minuter per timme, bör upp till 10 dB(A) högre nivåer kunna accepteras. Detta bör dock inte gälla kvälls- och nattetid.

Om riktvärdena för buller utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga och/eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målsättningen vara att åtminstone riktvärdena för buller inomhus kan innehållas.

I det fall riktvärden för buller utomhus kan innehållas behöver man normalt inte kontrollera riktvärdena för buller inomhus då normal fasadisolering bör innebära att dessa bullerriktvärden kan innehållas.

Buller från trafik till och från byggplatsen bör bedömas efter de riktvärden som gäller för trafikbuller. Trafik inom byggplatsen bör bedömas som byggbuller.

4.1.1 Vasastan

Många bostäder, och även kontor och lokaler som ofta ligger i markplan, kommer att få höga stomljudsnivåer, se Figur 12 där stomljud från borrning redovisas.

I byggnader längs Karlbergsvägen väster om korsningen med Dalagatan, på Torsgatan, Norrbackagatan, Tempeltrappan samt Torbjörn Klockares gata, som är grundlagda direkt på berg, beräknas stomljudsnivåerna från borrning bli upp mot 60 dB(A) inomhus. Det innebär att riktvärdet inomhus, 45 dB(A) kommer att överskridas i många bostäder. Riktvärdet kan komma att överskridas upp till fyra månader. Vartefter tunneln byggs västerut så ökar avståndet till ovanliggande byggnader. Längs Norra Stationsgatan beräknas stomljusnivåerna bli över 55 dB(A) för de nedre våningsplanen under ungefär en månads tid.

Även några skolor och förskolor kommer att få stomljudsnivåer över 45 dB(A), bland annat Vasa Real och Gustav Vasa skola. Riktvärdet beräknas komma att överskridas under cirka två månaders tid.

Byggskedet bedöms medföra stora störningar i bostäder, skolor, kontor och lokaler. För boende kan det uppstå behov av tillfälliga vistelser och tillfälliga boenden. Eftersom det inte finns någon möjlighet att dämpa stomljud kan det, beroende på vilken tid på året som byggskedet genomförs, bli nödvändigt med en tillfällig flytt av verksamheten i Vasa Real.

4.1.2 Hagastaden

I den västra sjukhusbyggnaden i NKS beräknas samtliga 10 våningsplan, varav sex plan med vårdavdelningar, få stomljudsnivåer som överskrider 45 dB(A). De nedre vårdavdelningarna får nivåer upp mot 55-60 dB(A) i några veckor och riktvärdet 45 dB(A) beräknas komma att överskridas i cirka två månader.

Delar av Karolinska Institutet, bland annat Nobel Forum och nya aulan, Aula Medica, samt den forskningsbyggnad som byggs norr om NKS beräknas få stomljudsnivåer på upp mot 50-55 dB(A) vilket innebär att riktvärdet dagtid, 45 dB(A), överskrids. Även här under cirka två månaders tid.

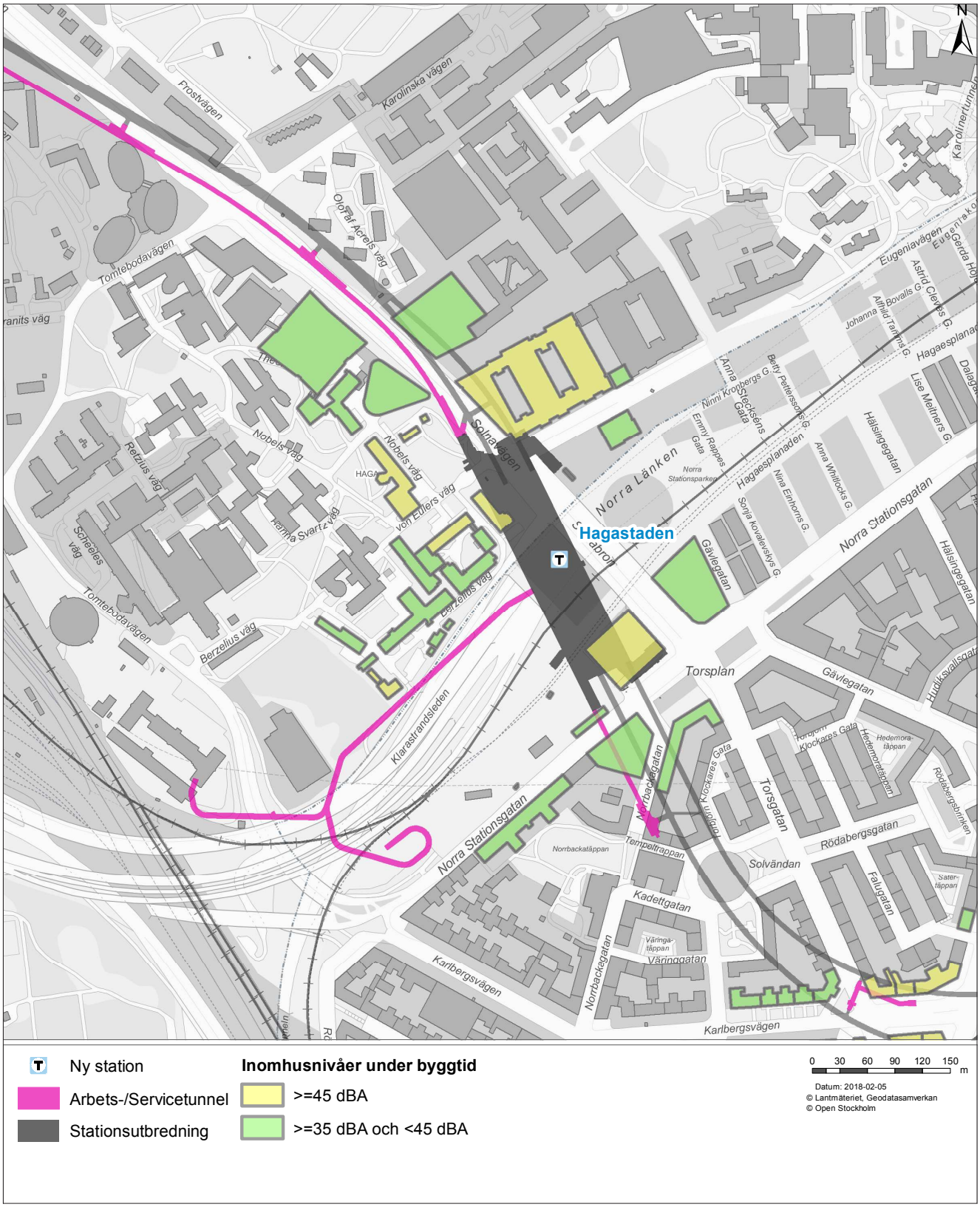
Forskningsbyggnaden på Tomtebodavägen bedöms få stomljudsnivåer mellan 35-45 dB(A) till följd av tunneldrivning av arbetstunneln. Byggnaden väster om Tomtebodavägen, som inrymmer verksamheter och John Movingers gymnasium, bedöms få stomljudsnivåer över 45 dB(A) till följd av tunneldrivning av arbetstunneln, riktvärdet inomhus kommer därmed att överskridas under cirka 1-2 månader, se Figur 13.

Byggskedet bedöms medföra stora störningar i NKS. Eftersom det inte finns någon möjlighet att dämpa stomljud, och evakuering sannolikt inte är en realistisk åtgärd för sjukhuset, kan det komma att krävas begränsningar vad gäller arbetstiden för de bullrande arbetsmoment som går utöver vad som är normalt för den här typen av byggarbeten.

Bostadsbebyggelse på Johan Olof Wallins väg, öster om Solnavägen, kommer få stomljudsnivåer mellan 35-45 dB(A). En bostadsbebyggelse på Prostvägen kommer få stomljudsnivåer över 45 dB(A) vilket innebär att riktvärdet inomhus kommer överskridas under några veckors tid.



Figur 12. Stomljud från tunnelborrning i Vasastan.



Figur 13. Stomljud från borrning i Hagastaden.

4.1.3 Hagalund och Fogdevreten

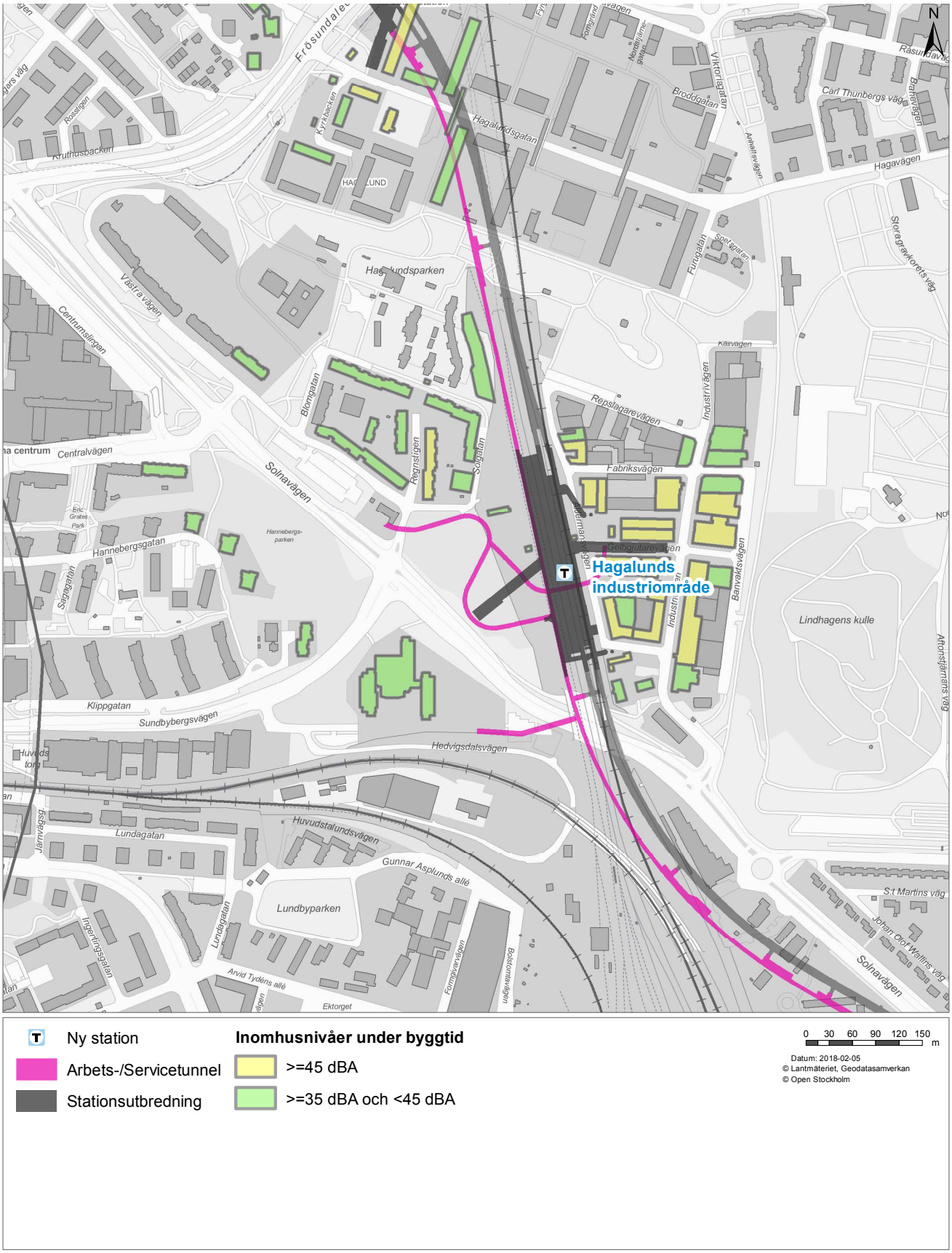
På västra sidan om tunneln kommer bostadsbebyggelse längs Solgatan, Regnstigen och Fogdevreten påverkas av stomljudsnivåer, se Figur 14. På Solgatan finns två förskolor, varav en av dem kommer få stomljudsnivåer över riktvärdet, Sjötungans förskola. Denna förskola ar dock planer på att flytta. Vissa av byggnaderna på dessa gator beräknas få stomljudsnivåer över 45 dB(A). Riktvärdet inomhus kommer att överskridas under cirka 2 månaders tid.

På östra sidan om tunneln kommer bebyggelse inom Hagalunds industriområde få stomljudsnivåer mellan 35-45 dB(A), bortsett från de verksamheter som ligger i direkt närhet till stationsentrén mot Industrivägen, där stomljudsnivåerna kommer bli över 45 dB(A). Norra Hagalund och Arenastaden

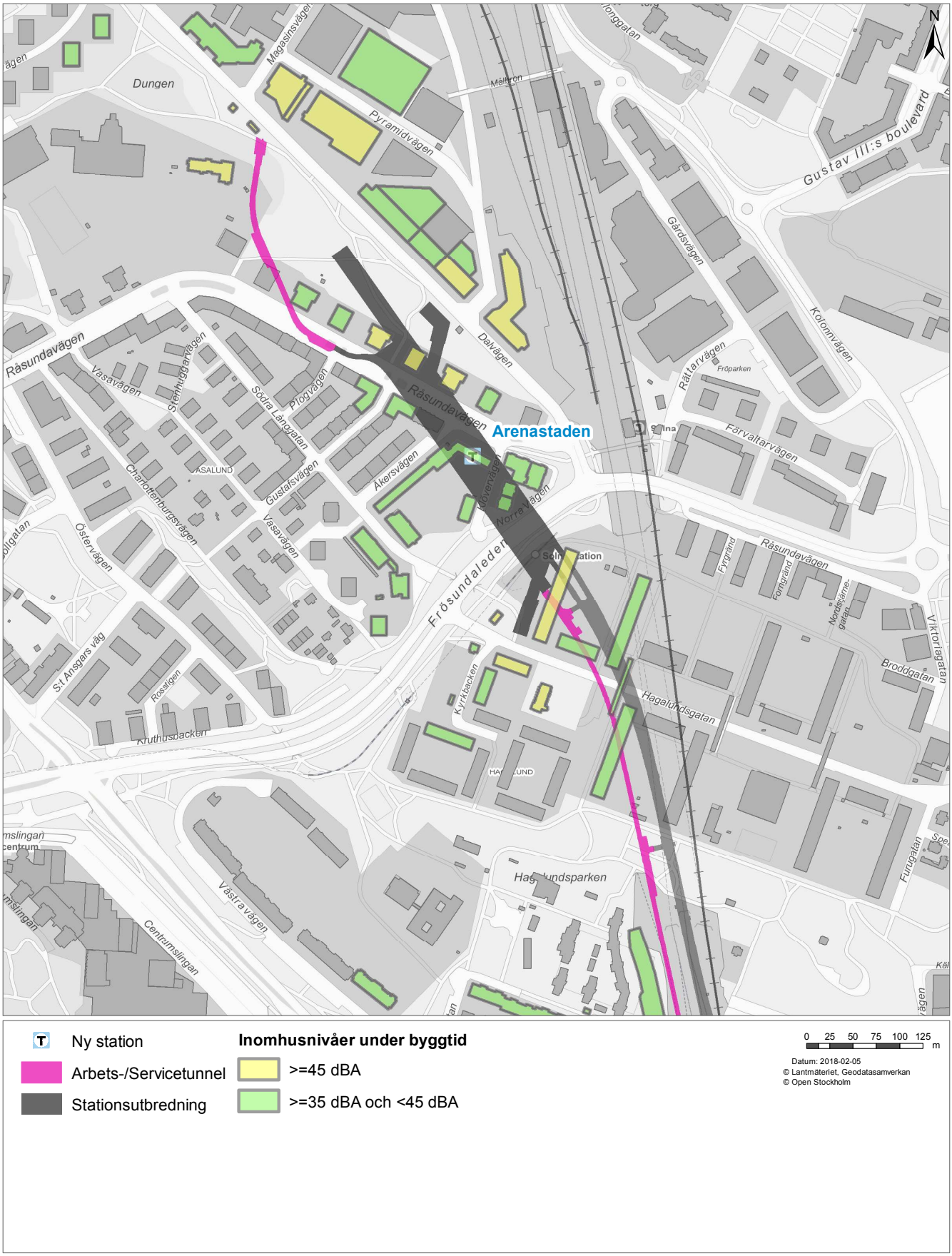
Viss bebyggelse längs Hagalundsgatan samt kring och norr om Södra Långgatan kommer få stomljudsnivåer från borrning som högst beräknas vara strax under 45 dB(A) vilket innebär att riktvärdet dagtid klaras.

Samtlig bostadsbebyggelse längs med Råsundavägen samt bostadsbebyggelse på Norra vägen samt förskolorna Klövern, Fyrklövern och Hagalunds förskola bedöms få stomljudsnivåer upp emot 50 dB(A) vilket innebär att riktvärdet inomhus överskrids under cirka ett års tid. Förskolan Juvelen beräknas få stomljudsnivåer över riktvärdet under tunneldrivningen av arbetstunneln, vilket motsvarar ungefär 1-2 månaders tid.

Gymnasiesärskolan Haga VIP i Hagalund kommer få stomljudsnivåer nära riktvärdena.



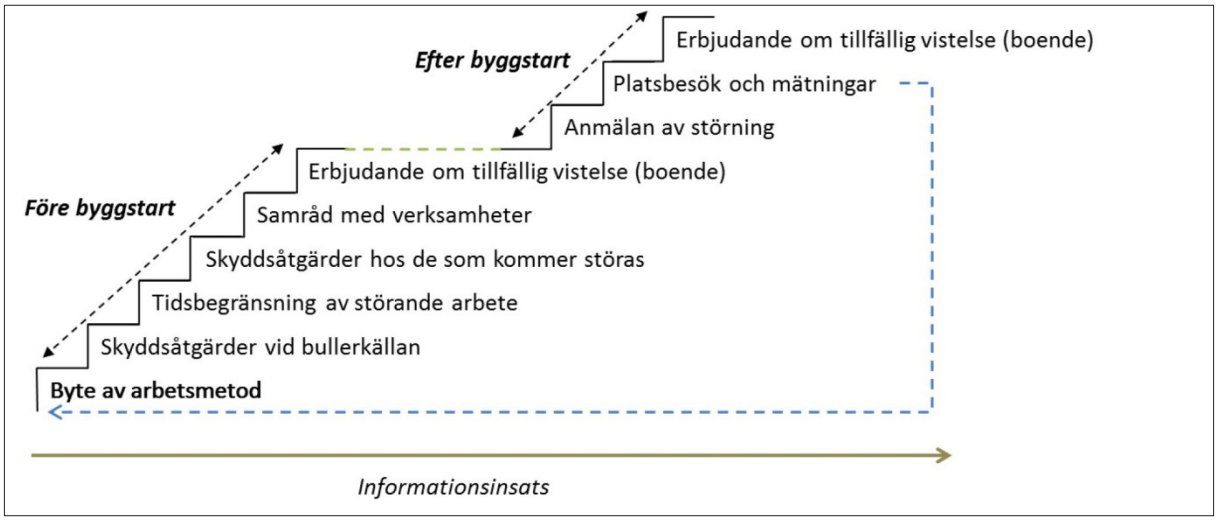
Figur 14. Stomljud från borrning i Hagalund.



Figur 15. Stomljud från borrning i Arenastaden.

4.1.4 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Boende och andra berörda kommer få kontinuerlig information om byggverksamheten. Det kommer även finnas en störningsjour dit de som upplever sig störda kan vända sig. Hanteringen av störningarna bör i första hand ske genom att vidta åtgärderna i trappans understa del. Som en sista åtgärd kommer boende erbjudas tillfällig vistelse/ boende.
- Det kommer att tas fram ett kontrollprogram för stomljud under byggskedet för godkännande av aktuell miljömyndighet.
- Landstinget har tagit fram en åtgärdsplan för buller och stomljud under byggtiden. Den redovisar hur landstinget kommer att arbeta för att minska risken för bullerstörningar, se Figur 16.



Figur 16. Modell för landstingets hantering av störningar.

4.2 Bygg- och trafikbuller

Inom arbetsområden kommer olika ovanmarksarbeten, exempelvis sprängning spontning, schaktning och borrning att medföra luftburet byggbuller, vilket kan medföra störningar. Vissa av dessa arbetsmoment medför samtidigt stomljud. Sprängning bedöms endast ge kortvariga störningar. Ett annat moment som kan skapa höga ljudnivåer är då grävmaskinerna gräver upp sprängsten och lastar den på lastbilsflak.

De riktvärden för byggbuller som Naturvårdsverket har tagit fram redovisas i föregående avsnitt, 4.1 Stomljud. Angivna bullernivåer är i ekvivalenta ljudnivåer.

Byggbuller

Med buller avses oönskat ljud. Upplevelsen av buller är subjektiv och människor upplever buller på olika sätt. Buller kan orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation och sömnstörningar. Buller kan även orsaka ohälsa i form av exempelvis hjärt-kärlsjukdomar.

De byggmoment ovan mark som kommer ge de största bullerbidragen till omgivningarna är sprängning, spontning, bergborrning, schaktning, rivningsarbeten, lastning och lossning samt transporter till och från området. Även tillfälliga omläggningar av trafik kan medföra trafikstörningar i nya områden.

Nedan redovisas byggbullerberäkningar för de olika arbetsområdena. Illustrationerna visar hur luftburet buller sprids från olika bullerkällor inom arbetsområdet. Figurerna ger en bild över risken för inom vilka områden byggbuller kan orsaka störningar. Den är dock inte en illustration av verkligheten. Bullrande verksamheter kommer inte att pågå samtidigt i alla områden och i varje område pågår bullrande verksamhet endast under en del av anläggningstiden.

Ljudkällorna är inte sammanlagrade, det vill säga att den redovisade ljudnivån i varje punkt kommer från den mest dominerande källan i punkten. Om två bullerkällor pågår samtidigt och dessa bidrar med lika hög ljudnivå i en viss punkt så blir nivån i denna punkt 3 dB(A) högre än vad bilden visar. Ljudnivåerna förändras även över tid allteftersom arbetet sker på olika höjd i förhållande till marknivån, arbetsmomenten växlar etcetera.

Med en hög bullerskärm i arbetsområdenas ytterkanter kan en viss skärmande effekt erhållas. Hur stor den skärmande effekten är beror på var källan befinner sig. För arbetsmoment en bit in på området har skärmen i stort sett ingen inverkan. När entreprenadmaskinerna är skärmade bakom spont, skärmar och dylikt blir ljudnivåerna cirka 5-10 dBA lägre. En skärm dämpar bullernivåerna för de nedre våningsplanen men inte de övre våningsplanen i flerbostadshus.

Trafiken på det allmänna vägnätet och på Ostkustbanan kan i vissa fall fungera maskerande på byggbullret, då byggverksamheten pågår på ett större avstånd och trafiken befinner sig närmare mottagaren. I vissa fall kommer dock byggbullret att kunna uppfattas på relativt långa avstånd eftersom frekvensinnehåll och ljudbild skiljer sig från trafikbullrets mer jämna brus, exempelvis vid slag i samband med pålning eller spontning.

I avsnittet nedan visas beräknade byggbullernivåer utomhus utan hänsyn till eventuella skyddsåtgärder. Riktvärden för utomhusmiljön kommer, trots åtgärder såsom bullerskärmar och ljuddämpande utrustning, inte kunna uppfyllas vid alla arbetsplatser. Därför kommer projektet rikta in sig på att klara de riktvärden som är gällande för inomhusmiljön. Ljudnivån inomhus är beroende av byggnadens konstruktion och utformning och varierar mellan olika byggnader. Eftersom fasadisoleringen inte är känd används följande schablonvärden vid bedömning av bullerstörning inomhus:

- 30 dBA reduktion för buller från mark- och schaktarbeten som borrning, pålning, spontning och masshantering.
- 25 dBA reduktion för buller från tung byggtrafik

Dessa värden är schablonvärden och ska användas som sådana. Det innebär att den största andelen av fastighetsbeståndet bedöms uppnå dessa värden även om byggnader med lägre fasadisolering förekommer. Resultatet från användning av schablonvärdena är därmed ingen garanti på att inomhusnivåer uppfylls utan är en kvalificerad bedömning. Det kommer att göras en inventering av berörda byggnaders fasadisolering. Resultatet av denna utredning kommer att användas som underlag för att utreda behovet av kompletterande ljudisolering.

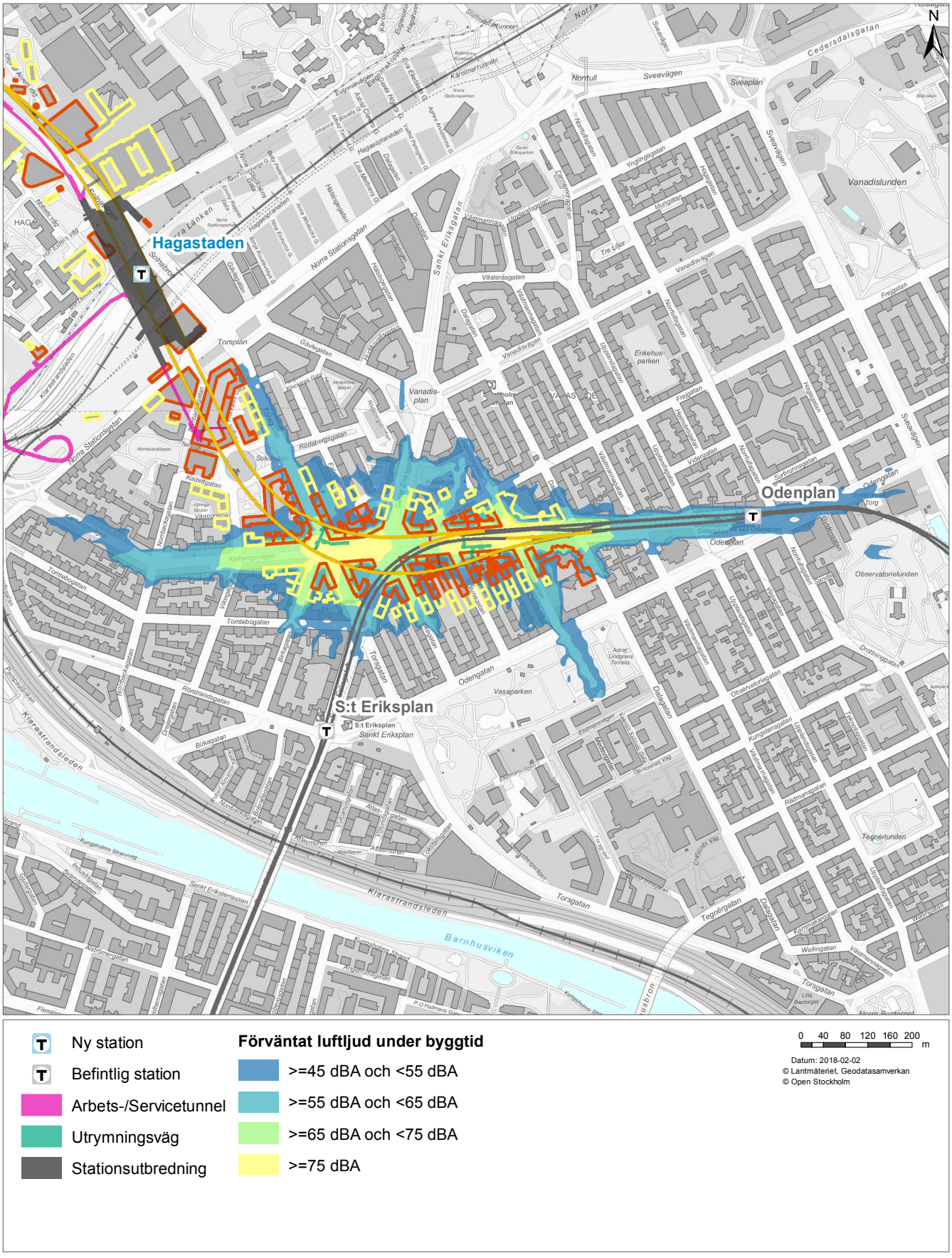
4.2.1 Vasastan

De bostadshus vid Karlbergsvägen som ligger i närheten av de två utrymningsschakt som planeras kommer påverkas av byggbuller. Byggarbeten som exempelvis spontning och schaktning kommer medföra bullernivåer över 75 dB(A) utomhus vid fasad på närliggande byggnader, se Figur 18. Fasader på byggnader dämpar ljudnivåerna inomhus. Med ett antagande om en schablonmässig dämpning på 30 dB(A) kan inomhusnivåer bli över 45 dB(A). Delar av byggarbetena kommer därmed medföra att riktvärdet inomhus överskrids. De höga bullernivåerna bedöms förekomma under en begränsad tid.

Karlbergsvägen har relativt mycket trafik och belastas därför av trafikbuller. Bebyggelsen längs Karlbergsvägen har i dagsläget ekvivalenta bullernivåer runt 65 dB(A) vid fasad[2]. Sannolikt har bostäderna längs Karlbergsvägen effektivare fasaddämpning än schablonen på 30 dB(A). Detta kommer utredas inför byggskedet.

Masstransporter kommer att gå på Norra Stationsgatan under cirka 3 år. Utfarten från arbetsområdet ligger i höjd med Norra Stationsgatan 97. Utöver det kan intransport av byggmaterial behöva göras under några år. Eftersom intransport av byggmaterial även kommer att ske via tunnelmynningen vid Tomtebodavägen är omfattningen av dessa transporter mindre än masstransporterna. Det är mest kontorsbebyggelse men även ett fåtal bostadshus längs transportvägen. Bebyggelsen längs Norra Stationsgatan påverkas idag av trafikbuller mellan 65-70 dB(A) ekvivalent ljudnivå. Den ekvivalenta ljudnivån kommer inte påverkas av ett tillskott på 200 transporter, däremot kommer antalet tillfällen med höga maximala ljudnivåer öka. Transporterna kommer medföra maximala ljudnivåer på 80-85 dB(A) vid närliggande byggnader. Eftersom det är ett mycket bullerstört område har byggnaderna sannolikt hög fasadisolering. Det finns inga balkonger ut mot gatan och sammantaget bedöms risken för bullerstörning som liten.

2 Stockholms stads bullerkartläggning.



Figur 17. Luftburet buller från exempelvis spontning och borrning ovan mark för byggande av utrymningsvägar i Vasastan.

4.2.2 Hagastaden

Byggarbeten som exempelvis spontning och schaktning kommer att medföra bullernivåer över 75 dB(A) vid närliggande byggnaders fasader i Hagastaden.

Solnavägen genererar idag trafikbullernivåer på 60 dB(A) vid närliggande bebyggelse. I och med att Solnavägen delvis kommer att stängas av under byggskedet får vägen mindre trafik och därmed genereras något lägre trafikbuller under byggskedet.

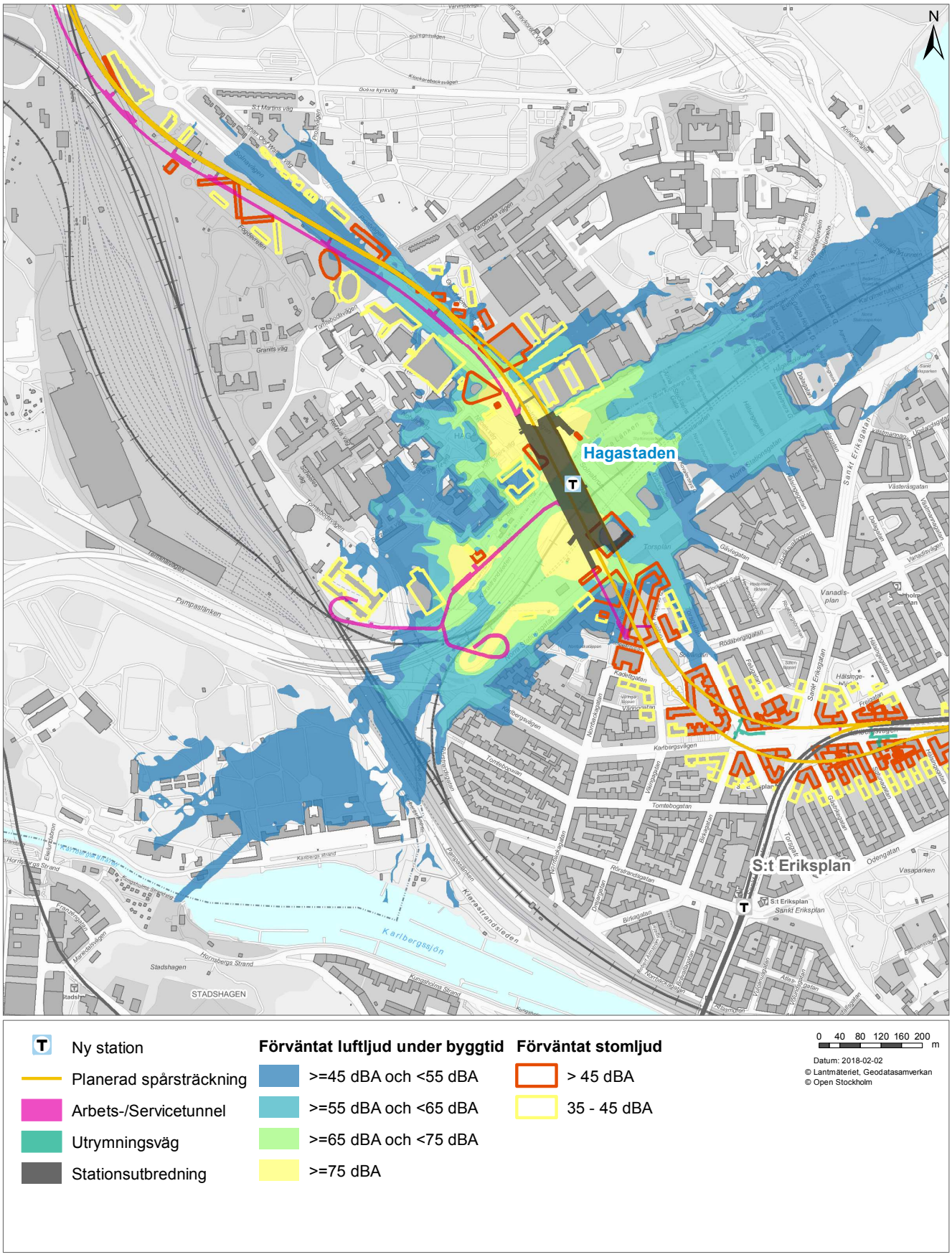
I det direkta närområdet till Hagastadens station finns inga bostäder. Närmsta bostäderna ligger på cirka 200 meters avstånd. Risken för att boende störs av de ovanmarksarbeten som sker vid denna station bedöms därför som liten. Byggarbetena bedöms dock medföra störningar för de som arbetar eller befinner sig i de verksamhets- och kontorsbyggnader som finns i anslutning till stationen, se Figur 18. Riktvärdet för byggbuller i vårdlokaler och arbetslokaler med tyst verksamhet är 45 dB(A). Med ett antagande om en schablonmässig dämpning på 30 dB(A) uppskattas inomhusnivåerna bli över 45 dB(A) och riktvärdet klaras därmed inte. Byggbullret bedöms medföra risk för störningar i Nobel Forum och andra byggnader inom Karolinska institutet samt i den närmast sjukhusbyggnaden i NKS, framför allt om tunneldrivningen pågår samtidigt.

4.2.3 Hagalund

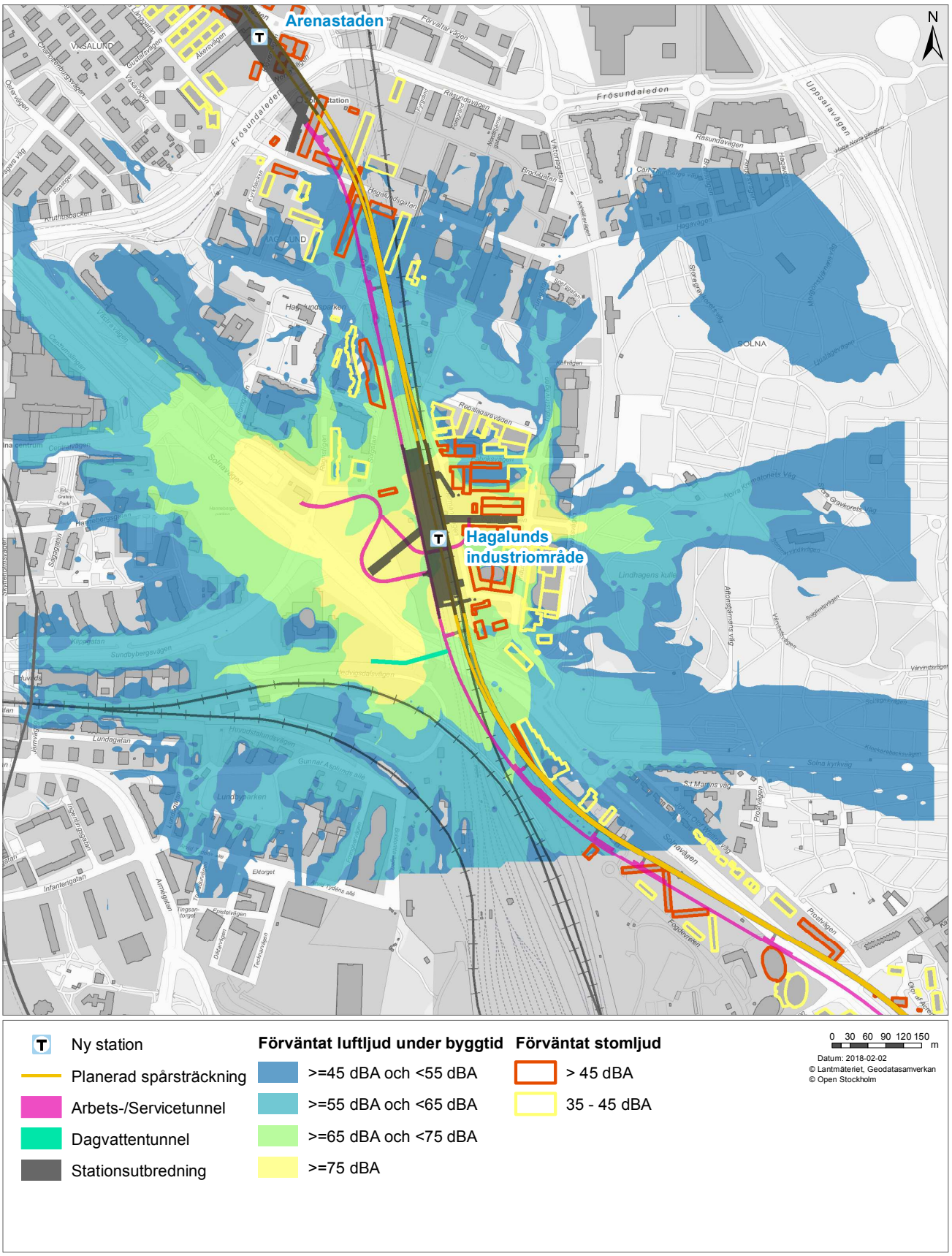
Boende längs Västra vägen och Regnstigen kommer först att påverkas av ovanmarksarbeten vid byggandet av tunnelmynningen till arbetstunneln. Bostäderna kommer få byggbullernivåer utomhus på mellan 65-75 dB(A) vid fasad och motsvarande inomhusnivåer beräknas bli mellan 35-45 dB(A). Delar av bostadshuset i korsningen Västra vägen/Regnstigen samt förskolan på Solgatan beräknas få byggbullernivåer mellan 55-65 dB(A). Inomhusnivåerna beräknas då bli under 35 dB(A). Därmed klaras riktvärdet för dagtid under vardagar för bostäder, högst 45 dB(A). Detta arbetsmoment varar i cirka 3 månader. Därefter kommer bostäderna att påverkas av stomljud från tunneldrivning under ett antal månader, se avsnitt 4.1 samt masstransporter från arbetstunnelmynningen.

Masstransporterna kommer att passera på 30-35 meters avstånd från bostäderna under cirka 3 år. Bostäderna längs Västra vägen och södra delen av Regnstigen har idag trafikbullernivåer på 60 dB(A) ekvivalent ljudnivå eller strax under. Förskolan på Solgatan påverkas framför allt av buller från Ostkustbanan vilken medför bullernivåer på 65 dB(A) vid byggnadens fasad och upp till 60 dB(A) på gården. De ekvivalenta ljudnivåerna kommer inte påverkas av ett tillskott på 200 transporter, däremot kommer antalet tillfällen med höga maximala ljudnivåer öka. Masstransporterna kommer medföra maximala ljudnivåer på runt 70 dB(A) vid närliggande bostäder på Västra vägen och Regnstigen. Det finns balkonger ut mot gatan och sammantaget bedöms det finnas en risk för bullerstörning, framför allt under sommaren då boende utnyttjar sina balkonger mer. Med skärm kring arbetsområdet kan störningarna minska. Från Västra vägen kör masstransporterna ut till Solnavägen. Trafikmängden på Solnavägen ligger runt 20 000 fordon/dygn och en ökning med cirka 200 fordon per dag påverkar inte de ekvivalenta ljudnivåerna längs vägen.

Byggandet av stationsentré och schakter i Hagalunds industriområde bedöms medföra bullernivåer över 75 dB(A) i direkt anslutning till schakter och arbetsområden, se Figur 19. Närliggande verksamheter och kontor i området kommer få mellan 65-75 dB(A) vid fasad. Inom Hagalunds industriområde ligger bullernivåerna i dagsläget på upp mot 60 dB(A). En mindre del av entrén till Haga Norra begravningsplats bedöms få byggbullernivåer mellan 65-75 dB(A). Kontorsbebyggelsen på andra sidan Solnavägen beräknas få byggbullernivåer mellan 65-75 dB(A) vid fasad och motsvarande inomhusnivåer blir då 35-45 dB(A) vilket innebär att riktvärdet klaras.



Figur 18. Luftburet buller från exempelvis spontning och borrning ovan mark för byggande av utrymningsvägar i Hagastaden.



Figur 19. Luftburet buller från exempelvis spontning och borrning ovan mark för byggande av station Hagalunds industriområde och andra ovanmarksanläggningar.

4.2.4 Norra Hagalund och Arenastaden

Byggandet av den södra stationsentrén vid Arenastaden kommer att genomföras nära bostadshus på Hagalundsgatan och de bedöms få byggbullernivåer över 75 dB(A) vid fasad, se Figur 20. Motsvarande inomhusnivåer beräknas blir över 45 dB(A) i rum som vetter mot byggplatsen, vilket är över riktvärdet för inomhusbuller. De mest bullrande arbetsmomenten kan ge bullernivåerna upp mot 80-95 dB(A) vid fasad vilket medför bullernivåer inomhus på 50-65 dB(A). Bullrande arbetsmoment beräknas pågå periodvis under cirka ett och ett halvt till två år.

Bebyggelsen på Hagalundsgatan påverkas idag av trafikbuller på 60 dB(A) eller strax under från både Frösundaleden och Hagalundsgatan. Bostäder på Kyrkbacken beräknas få byggbullernivåer mellan 65-75 dB(A) vid fasad och inomhusnivån blir därmed 35-45 dB(A) vilket innebär att riktvärdet inomhus vardagar under dagtid klaras.

Bostäder och förskolor på Klövervägen kommer få byggbullernivåer över 75 dB(A) när brandgasschaktet byggs. Detta medför att inomhusnivåerna kommer vara över 45 dB(A) vilket är över riktvärdet. Bostadshus samt verksamhet på Södra Långgatan bedöms få byggbullernivåer mellan 65-75 dB(A) vid fasad, inomhusnivåerna blir där 35-45 dB(A). I dessa bostäder klaras riktvärdet dagtid under vardagar.

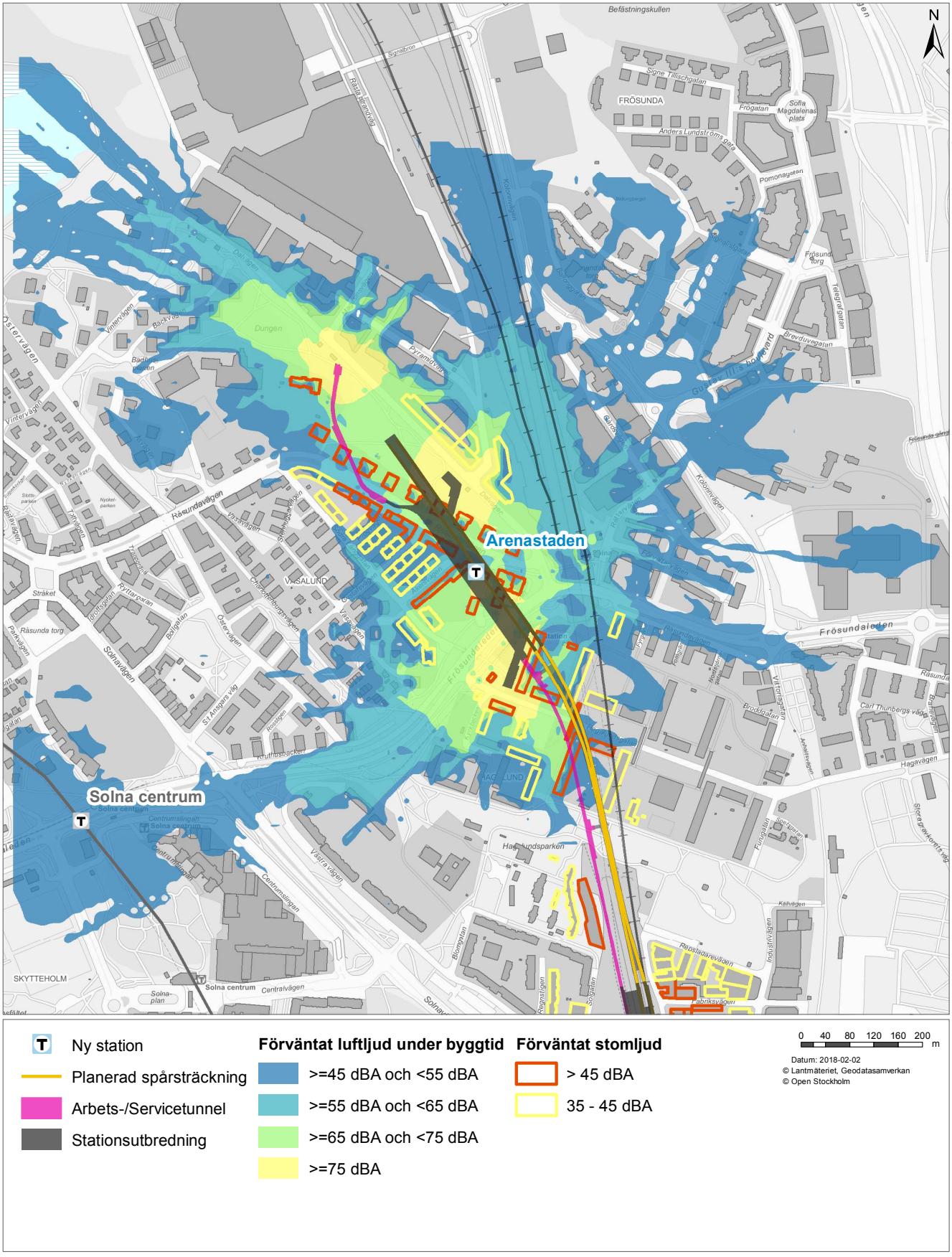
Byggandet av den nordliga stationsentrén vid Arenastaden kommer att genomföras relativt nära bostadsbebyggelse på Råsundavägen. Den närmast liggande bebyggelsen beräknas kunna få ljudnivåer över 75 dB(A) vid fasad och motsvarande ljudnivå inomhus beräknas bli över 45 dB(A). Även för dessa bostäder kommer riktvärdet inomhus att överskridas. De bullrande arbetsmomenten beräknas pågå periodvis under cirka ett och ett halvt till två år. Även delar av verksamheter på Dalvägen kommer få byggbullernivåer över 75 dB(A) vid fasad vilket innebär att motsvarande inomhusnivåer kommer ligga över riktvärdet 45 dB(A).

Byggandet av arbetstunnelns mynning vid Dalvägen kommer orsaka byggbullernivåer mellan 65-75 dB(A) vid fasad för delar av de närmast liggande verksamheter som ligger på Dalvägen samt i det grönområde där arbetsområdet planeras under en kort tid.

Övervägande delen av bebyggelsen längs Råsundavägen har idag strax över 60 dB(A) vid fasad mot Råsundavägen och mellan 55-60 dB(A) på den sida som vetter mot arbetsområdet längs Dalvägen. Undantag utgörs av byggnaderna närmast korsningen med Dalvägen som har över 65 eller över 60 dB(A) vid samtliga fasader. Under byggskedet kommer flera av dessa bostadshus att få ett väsentlig högre buller på den sida som idag är deras tystare sida.

Masstransporterna kommer att passera på som närmast 10 meters avstånd från bostäderna på Dalvägen och Råsundavägen under cirka 2 år. De ekvivalenta ljudnivåerna vid bostäderna kommer inte påverkas av ett tillskott på 200 transporter, däremot kommer antalet tillfällen med höga maximala ljudnivåer öka. Masstransporterna kommer medföra maximala ljudnivåer på 80-85 dB(A) vid de mest närliggande bostäderna. De flesta bostäder får under 70 dB(A).

Utan åtgärder finns det risk för att många boende kommer uppleva bullerstörning, framför allt i det närmast liggande bostadshuset på Hagalundsgatan och i bostäderna vid Råsundavägen. Dessa byggnader kommer även att beröras av stomljud från tunneldrivning vilket bedöms öka risken för störning, även för den bebyggelse där stomljudsnivåerna ligger under riktvärdet 45 dB(A).



Figur 20. Luftburet buller från exempelvis spontning och borrning ovan mark för byggande av station Arenastaden och andra ovanmarksanläggningar.

4.2.5 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- För beskrivning av landstingets upplägg för att minska risken för störning se avsnitt 4.1.3. För byggbuller består åtgärderna bland annat av bullerskyddsskärmar runt byggarbetsplatser och lokala bullerskärmar vid de mest störande källorna. Vid behov kommer förstärkning av byggnaderna, isolering mot buller, främst i form av fönsteråtgärder, att utredas. Dessa åtgärder kan minska risken för bullerstörning inomhus. Som en sista åtgärd kommer boende erbjudas tillfällig vistelse/ boende.
- Boende och andra berörda kommer få kontinuerlig information om byggverksamheten. Det kommer även finnas en störningsjour dit de som upplever sig störda kan vända sig.
- Det kommer att tas fram ett kontrollprogram för stomljud under byggskedet, vilken ska godkännas av aktuell miljömyndighet.

4.3 Vibrationer och luftstötvåg

Vibrationer uppkommer framförallt vid sprängning, men även vid pålning och spontning. Vibrationer kan upplevas som störande för människor, men eftersom vibrationen från en sprängning uppstår under så kort tid är de problem som kan uppkomma på grund av vibrationer istället främst kopplade till risk för skador på byggnader. Villkor för högsta vibrationsnivå för projektet kommer att fastställas i miljödomen eller av tillsynsmyndigheten.



Vibrationer och luftstötvåg

Vibrationer är vågor som rör sig i marken, i byggnader och i andra fastare material.

Vibrationer kan orsakas av sprängning och spontning och kan medföra skador på närliggande byggnader i form av sprickor och sättningar. Storleken på vibrationerna är framförallt beroende av markförhållandena samt avståndet mellan den vibrationsalstrande verksamheten och byggnaderna. Vibrationer kan även medföra störningseffekter (komfortstörningar) såsom irritation och minskad arbetskapacitet.

Vid tunnelsprängning uppstår en luftstötvåg som utbreder sig i tunnelmynningens riktning och som kan bli mycket kraftig. Luftstötvågor kan skada byggnader och är ohälsosamma för människor och djur.

Luftstötvågor kan framför allt medföra obehagskänslor där avståndet mellan tunnelmynning och fastigheter bara är några 10-tals meter. Avstånd mellan arbetstunnlarnas mynningar och närliggande byggnader är längre än 10 meter och därför bedöms luftstötvågor inte utgöra något problem.

Riktvärden för vibrationer kommer att räknas fram för varje enskild byggnad i enlighet med svensk standard SS 4604866:2011 *Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader* och svensk standard SS 25211 *Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader*. Riktvärdena kommer att sättas så att byggnadsskador undviks. Vilket riktvärde som sätts för en enskild byggnad beror på dess konstruktion, grundläggning, användning samt avstånd till byggarbetet.

Kulturhistoriska byggnader kommer att identifieras för att kunna bedöma om det finns behov av försiktig sprängning i närheten av dessa eller om det krävs andra åtgärder för att säkra de kulturhistoriska värdena. Mer om risker för påverkan på kulturhistoriska byggnader i samband med byggskedet finns i avsnitt *4.7 Kulturmiljö och stadsbild*.

Förutom byggnader krävs det även försiktighet vad gäller vibrationsalstrande byggarbeten i närheten av andra underjordiska anläggningar, som den Gröna linjen och Citybanan. På hela sträckan mellan anslutning till Grön linje och Hagastaden krävs försiktig sprängning på grund av det korta avståndet till bebyggelse och Grön linje.

4.3.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

Förutom byggnader och andra ovanmarksanläggningar krävs det även försiktighet vad gäller vibrationsalstrande byggarbeten i närheten av andra underjordiska anläggningar, exempelvis den Gröna linjen och Citybanan. På hela sträckan mellan anslutning till Grön linje och Hagastaden krävs försiktig sprängning på grund av det korta avståndet till bebyggelse och Grön linje. Passager nära Trafikverkets anläggningar har analyserats och redovisas i dokumentet Korsningspunkter med Trafikverkets anläggningar.

- Det kommer att genomföras riskanalyser för byggnader inom 150 meter från tunnlar samt för byggnader i anslutning till jord- och bergsschakter. Riskanalyser kommer även att genomföras för samtliga anläggningar som korsas eller berörs av tunnelbanan. Syftet med riskanalyserna är att identifiera de byggnader och anläggningar som kräver åtgärder eller anpassningar av tunneldrivningen för att undvika skador orsakade av vibrationer.
- Om en mätning visar att sprängningen orsakat vibrationer över det riktvärde som satts för den aktuella byggnaden eller anläggningen kommer sprängsalvorna att minskas så att de fortsatta sprängningarna sker varsammare.
- Det kommer att utföras för-, mellan- och slutbesiktningar.
- Vid risk för skadliga vibrationer kommer det att genomföras så kallad försiktig sprängning, vilket innebär sprängning med mindre mängd sprängämnen och därav mindre vibrationer.

4.4 Luftkvalitet

Under byggtiden genomförs ett antal aktiviteter som medför direkta och indirekta utsläpp till luft. Till exempel kan vissa arbetsmoment orsaka emissioner av partiklar till utomhusluft, exempelvis maskiner som utför schaktarbete ovan jord och lastbilar som genomför transporter. Tunneldrivning ger upphov till spränggaser (kolmonoxid och kväveoxider) och kvävehaltigt damm. Byggverksamhet ovanmark ger upphov till damning,

Utifrån produktionstidplanen har de första två produktionsåren identifierats som de år som medför störst utsläpp till luft och följaktligen dimensionerande för bedömning av eventuella överskridanden av miljökvalitetsnormen. Miljökvalitetsnormer (MKN) för luft är gränsvärden för föroreningsnivåer som inte får överskridas i utomhusluften. I urban miljö är framförallt miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar relevanta att undersöka. Miljökvalitetsnormerna gäller inte inom arbetsområden men ska klaras utanför dessa.

4.4.1 Tunneldrivning

För att tunnelarbetena ska kunna utföras på ett för arbetsmiljön acceptabelt sätt krävs att tunnlarna ventileras, se Figur 21. Radon kan avgå från berg till luft i samband med tunneldrivning. Även denna gas kommer att vädras ut med ventilationen. Utvädring av tunnelluften kommer att ske vid arbetstunnelmynningar och eventuella ventilationsschakt. Arbetstunnlarna kommer att förses med fläktar vid mynningarna som via ventilationstrummor leder ned friskluft samt trycker ut spränggaser, avgaser från fordon och radon.

Halterna av spränggaser varierar mellan olika sprängningstillfällen beroende på utsläppens storlek, avståndet till källan och väderlek. Skillnader i vindförhållanden har en avgörande betydelse för vilka halter som uppkommer. Högst halter uppkommer vid svag vind, medan spränggaserna sprids och blandas ut snabbt när det blåser.

En lukt av spränggaser kommer troligtvis att kännas efter varje sprängning i närheten av de platser där spränggaserna ventileras ut. Förhöjda halter av kvävedioxid och andra luftföroreningar avklingar successivt och efter cirka 60 minuter är halterna tillbaka till normala värden. De halter av kvävedioxid som kan uppkomma utanför arbetsområdena bedöms inte leda till att några miljökvalitetsnormer överskrids.[3]

Utvädring av spränggaser kan upplevas som störande om ventilationen mynnar i direkt anslutning till bostadsområden eller annan bebyggelse. Från tunnelmynningen nedanför Norra Stationsgatan är avståndet till bostäder cirka 80 meter. Från tunnelmynningen vid Dalvägen är avståndet till bostäder, skola och förskola cirka 60-100 meter. Höjdskillnaden mellan bebyggelse och dessa tunnelmynningar är stor och bebyggelsen ligger dessutom högre än tunnelmynningarna. Båda områdena kring mynningarna bedöms ha relativt god utvädring. Ventilationsförhållandena på platserna är därför goda. Risken för luktstörning från sprängningsarbeten bedöms som mycket liten.

Från tunnelmynningen vid Västra vägen är det cirka 30 meter till närmaste bostäder. Vissa bostäder ligger även i förhärskande vindriktning. Utan åtgärder bedöms det finnas en risk för luktstörning från sprängningsarbeten. Med åtgärder i form av en ventilationsanläggning med vilken spränggaserna förs upp på högre höjd kan störningarna minska.

---

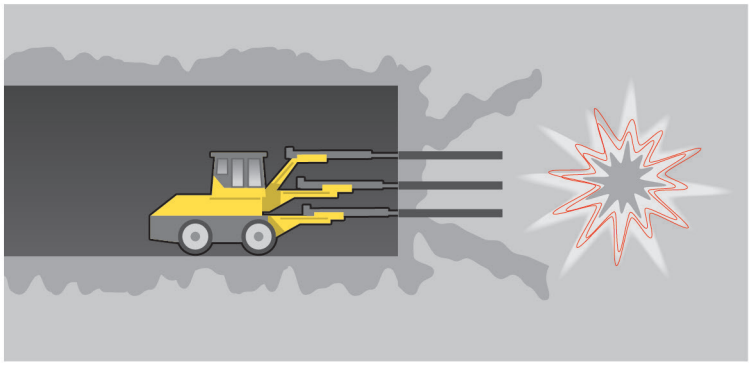
3 För Citybanan gjordes följande bedömning: Med utgångspunkt från de mätningar som genomfördes vid byggandet av Södra Länken var bedömningen att spränggaserna kan medföra en högsta halt av kvävedioxid (maxvärde för entimmesmedelvärden) på upp till 270 µg/m^3 inom ett område av 50 meter från de mest utsatta tunnelmynningarna. Entimmesmedelvärdet som 98-percentil bedömdes dock bli lägre, för Södra Länken uppmättes halter kring 70 µg/m^3. Med utgångspunkt från ovanstående bedöms miljökvalitetsnormen för kvävedioxid, 90 µg/m^3 räknat som timmedelvärde 98-percentil, inte överskridas. De halter som uppkommer bedöms inte ge någon betydelsefull påverkan på hälsan för de människor som utsätts för dem. (Banverket, 2007)

4.4.2 Ovanmarksarbeten och transporter

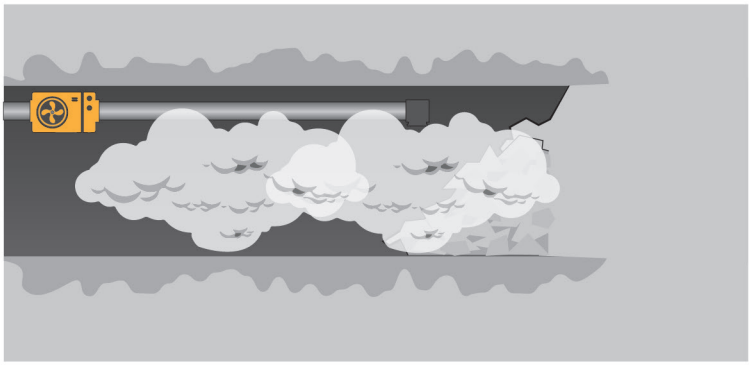
Inom etableringsytor och arbetsområden uppkommer luftföroreningar från fordon och arbetsmaskiner. Detta kommer att bidra till försämrad luftkvalitet på lokal nivå. Påverkan på luftkvalitet och risken för störningar bedöms vara liten.

När byggtrafiken kommer ut på det allmänna vägnätet kommer den vara liten i förhållande till trafiken på berörda gator och vägar. Byggtrafiken kommer därför endast att medföra en obetydlig ökning av luftföroreningshalterna. Byggtrafiken kommer dock att nyttja vägar och gator där halter av luftföroreningar redan är höga. Det är därför viktigt att planera byggtrafiken samt att ställa krav på de fordon, maskiner och bränslen som används under byggskedet.

Byggarbeten ger upphov till damning som kan vara störande för närliggande bostäder.



Sprängning



Spränggasventilering

Figur 21. Illustration av spränggasventilering.

4.4.3 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- För att minimera utsläppen av luftföroreningar kommer det att ställas krav på de fordon, arbetsmaskiner och bränslen som används under byggskedet.
- Om det finns en risk för höga halter kvävedioxid i de områden där människor vistas, kommer det genomföras åtgärder. Exempelvis kan den förorenade luften släppas ut på högre höjd.
- För att minska dammbildning kommer arbetsområden, etableringsytor och massor bevattnas vid torr väderlek.

4.5 Mark och vatten

4.5.1 Påverkan på grundvatten

Vid byggnation av tunnlar i berg finns det en risk att grundvatten läcker in vilket kan påverka grundvattennivån, se Figur 22. För att undvika negativa konsekvenser till följd av tunnelbyggande behövs därför åtgärder. Projektets påverkan på grundvatten beskrivs mer detaljerat i tillståndsansökan för vattenverksamhet med tillhörande MKB. Villkor för att undvika negativ påverkan kommer att läggas fast i miljödomen för vattenverksamheten och förutsätts vara tillräckliga för att undvika permanenta skador till följd av påverkan på yt- och grundvatten.

För att begränsa volymen inläckande vatten till tunnelbanan kommer berget runt tunnlarna att tätas i samband med anläggandet. Tätningen kommer främst att utföras genom så kallad förinjektering med cementsuspension, vilket är en konventionell metod vid svenska tunnelbyggen. Förinjektering utförs i borrhål vid tunnelfronten och innebär att cementsuspension trycks in i bergets sprickor så att en tätande skärm bildas i berget innan sprängning, se faktaruta i avsnitt 2.3.

Förinjekteringen anpassas efter de geologiska och hydrogeologiska förhållandena på platsen. Vid behov kompletteras förinjekteringen med efterinjektering efter sprängning. Vid efterinjektering används cementsuspension, och i vissa fall godkända kemiska tätningsmedel. Tätningseffekten är emellertid begränsad vid efterinjektering och därför kommer projektet huvudsakligen koncentrera arbetet med tätning till förinjektering.

Trots att tunnlar tätas kommer ett visst inläckage att kvarstå. Detta inläckage kan variera längs med tunneln, beroende på hur tätt berget är och om sprick- eller krosszoner passeras. Inläckande grundvatten kan resultera i en grundvattensänkning om skyddsinfiltration inte används för att återställa grundvattennivån. Skyddsinfiltration innebär att vatten återförs till grundvattenmagasinet via infiltrationsbrunnar. Vid behov kommer det att utföras skyddsinfiltration för att upprätthålla grundvattennivåer i tunnelbanans omgivning och på så sätt motverkas risk för sättningar eller andra skador till följd av grundvattennivåsänkningen.

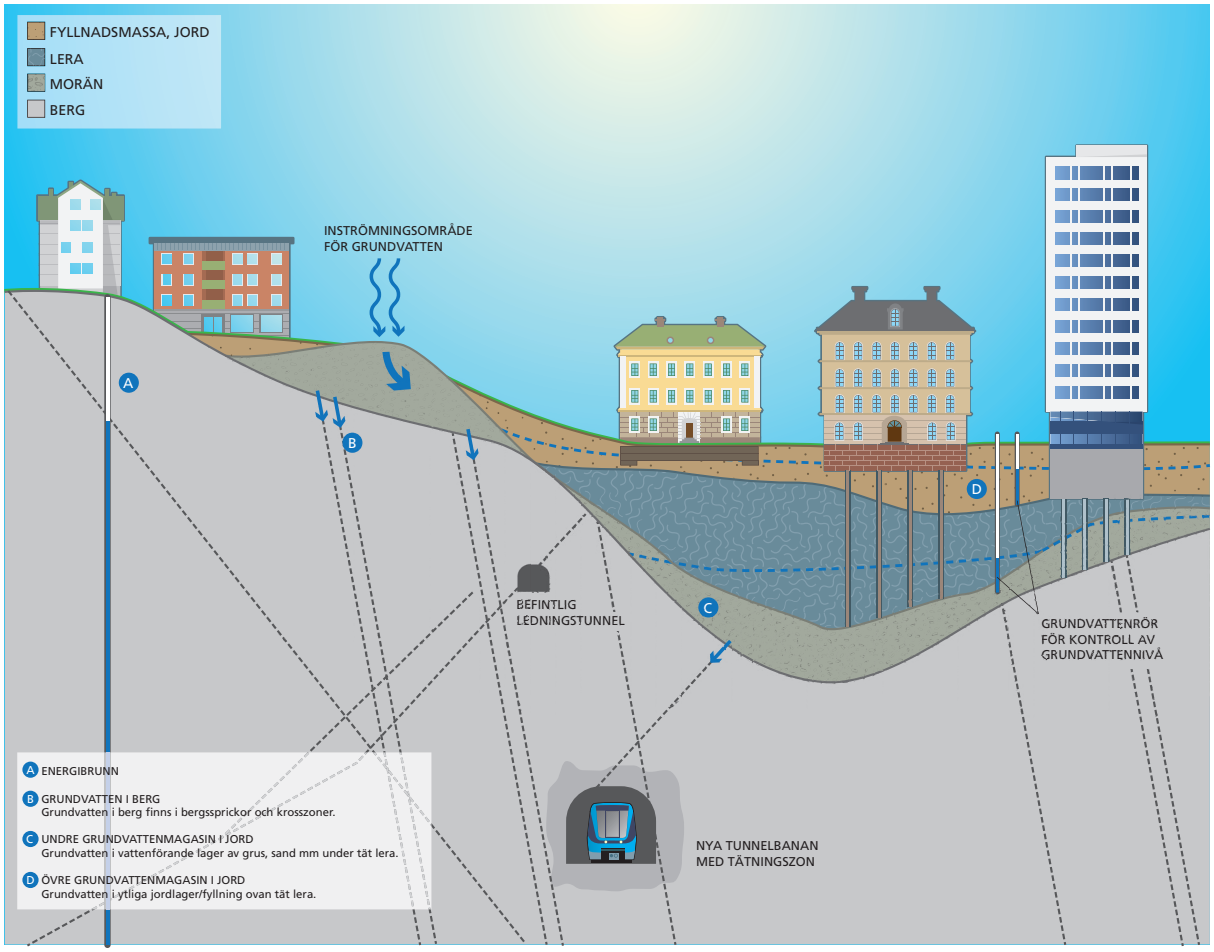
Det område som förväntas kunna påverkas vid en grundvattennivåsänkning benämns influensområdet. Influensområdet har bedömts utifrån att tätning utförs i hela tunnelanläggningen. Däremot har skyddsinfiltration inte beaktats. I Figur 23 redovisas influensområdet för grundvattenpåverkan för byggandet av Gul linje.

Utöver arbeten i berg kan även de schaktarbeten som görs i jord under byggskedet leda till en sänkning av grundvattennivån, främst i jordlagren. Tätning av schakter i jord kommer därför att utföras. Utgångspunkten är att tillfälliga stödkonstruktioner ska vara täta. Erfarenheter visar dock att det är svårt att få helt tätt om berget är uppsprucket i ytan. Särskild vikt kommer att läggas kring sådana områden. De färdiga anläggningar som byggs i jord är täta och kommer inte påverka grundvattnet under driftskedet.

Temporära och lokala grundvattensänkningar under byggskedet är oundvikliga. Grundvattensänkningar kan, i sin tur, påverka grundvattennivåkänsliga objekt. De objekt som har bedömts kunna påverkas av förändringar i grundvattennivåer och andra förändringar är:

- Byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning i sättningskänsliga områden
- Byggnader med trägrundläggning.
- Ledningar i sättningskänsliga områden
- Brunnar för vatten- och energiförsörjning.
- Naturobjekt, kulturobjekt och fornlämningar. Detta beskrivs i avsnitt 4.6 respektive 4.7.

Förutom påverkan på ovanstående objekt kan en förändring av grundvattennivån kunna medföra förändrad vattenkvalitet och spridning av föroreningar, se kapitel 4.5.4 för mer information om föroreningsspridning.



Figur 22. Tunnelbyggande och påverkan på grundvatten.

4.5.2 Sättningar

Inläckage av vatten i tunneln sänker grundvattennivån i bergets sprickor, vilket kan resultera i sänkt grundvattennivå i jordlagret ovanför berget. En sådan sänkning av grundvattennivån kan leda till att lera trycks ihop (konsolideras), vilket kan resultera i sättningar. Risk för sättningar finns främst inom sättningskänsliga leromården inom influensområdet, men det är byggnadens/anläggningens grundläggning som avgör om en byggnad påverkas eller inte. Vid sättningar kan det exempelvis uppstå sprickor i byggnaders fasader och, i värre fall, skador i bärande konstruktioner. I Figur 24 nedan redovisas byggnader i sättningskänsliga områden inom influensområdet för grundvatten. Det gula lagret redovisar lera och det röda redovisar växellagring med sand och grus. Under växellagringen kan det finnas lera vilket innebär att det även för byggnader inom detta område finns risk för sättningar. Övriga anläggningar som kan påverkas av sättningar utgörs exempelvis av ledningar samt vägar och järnvägsspår inom sättningskänsliga områden.

Större och tyngre bebyggelse är normalt grundlagd på ett sådant sätt att sättningar inte uppstår. Detta gäller även större och känsliga ledningar. Det är företrädesvis mindre och lättare bebyggelse samt klenare ledningar som har en grundläggning som kan vara känslig för grundvattenpåverkan.

För byggnader som har grundläggning med träkonstruktioner, till exempel träpålar, kan en grundvattensänkning medföra att konstruktionerna ruttnar och förstörs då syre får tillträde. Som en konsekvens av detta kan det uppstå skador i byggnaders fasader såsom sprickor och, i värre fall, skador i bärande konstruktioner.

Ledningar för el- och tele/bredband bedöms inte vara känsliga för mindre sättningsrörelser. Större vatten- och fjärrvärmeledningar är så tunga att de behöver vara grundlagda ned till fast jordart eller berg när de är förlagda inom ett sättningskänsligt område för att inte riskera att skadas. Äldre ledningar är vanligtvis inte fast grundlagda och därför ofta sättningskänsliga.

Inom influensområdet för byggandet av Gul linje finns några byggnader med sättningskänslig grundläggning. I området nordväst om Vasaparken finns exempelvis flerbostadshus som är grundlagda på träpålar eller på lera. Dessa byggnader måste bevakas noga under byggskedet.

4.5.3 Brunnar

Cirka 400 brunnar har identifierats inom influensområdet, se Figur 25. De utgörs framförallt av energibrunnar, men privata brunnar och brunnar med okänd användning finns också. Uppgifter om brunnar inom influensområdet har insamlats från Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) brunnsarkiv samt berörda kommuner.

Sänkt grundvattennivå i berg eller jord kan medföra minskad uttagskapacitet i enskilda brunnar. För enskilda brunnar kan detta resultera i att vattenförsörjningen inte kan upprätthållas och för energibrunnar att effektuttaget minskar.

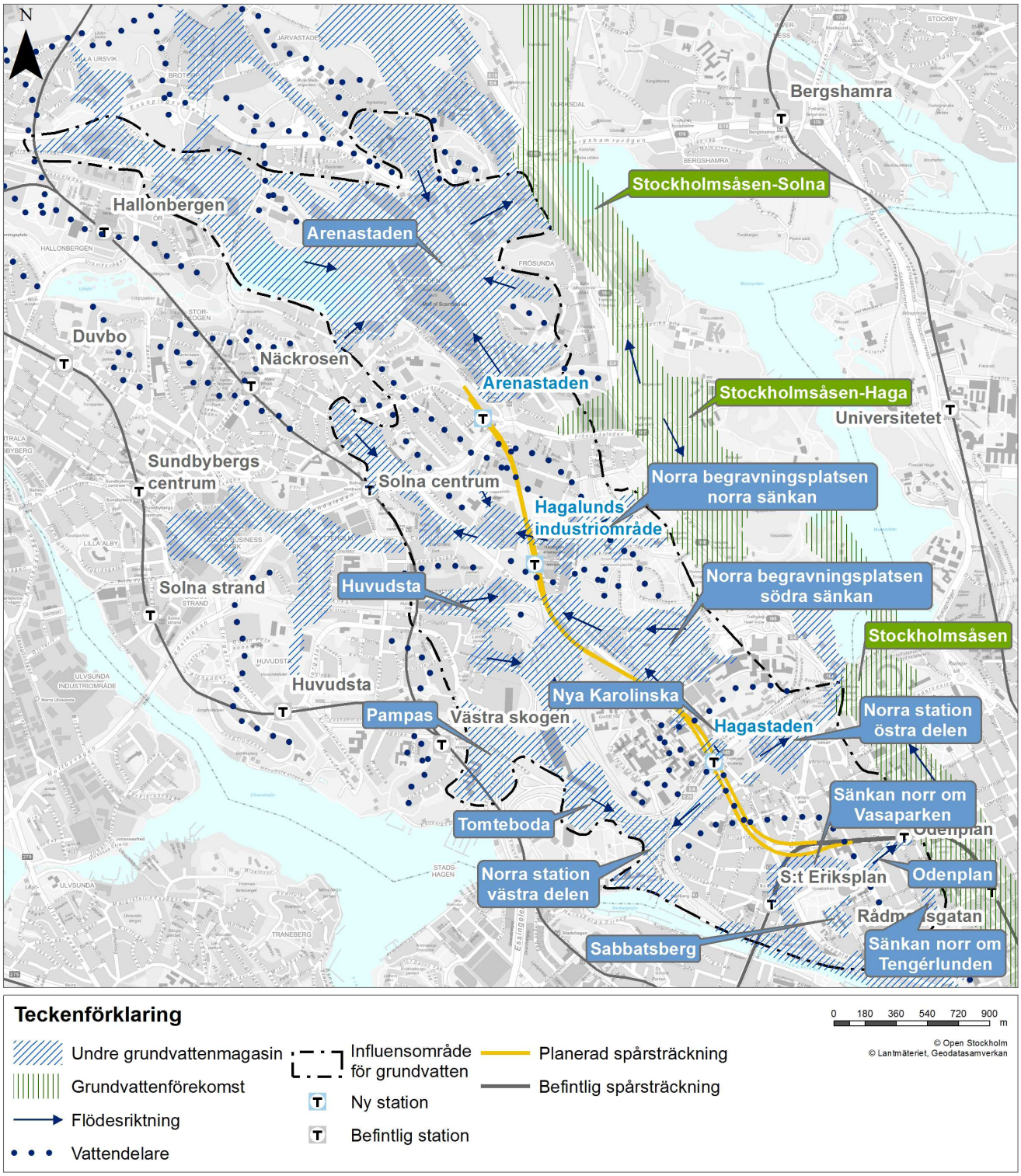
En bedömning av eventuell påverkan på varje enskild brunn kommer inte att kunna utföras inför byggskedet, eftersom varje brunn påverkas av enskilda vattenförande sprickor i berget. Eventuell påverkan på enskilda brunnar kommer att följas upp med mätningar före och under byggskedet.

4.5.4 Föroreningsspridning i mark och vatten

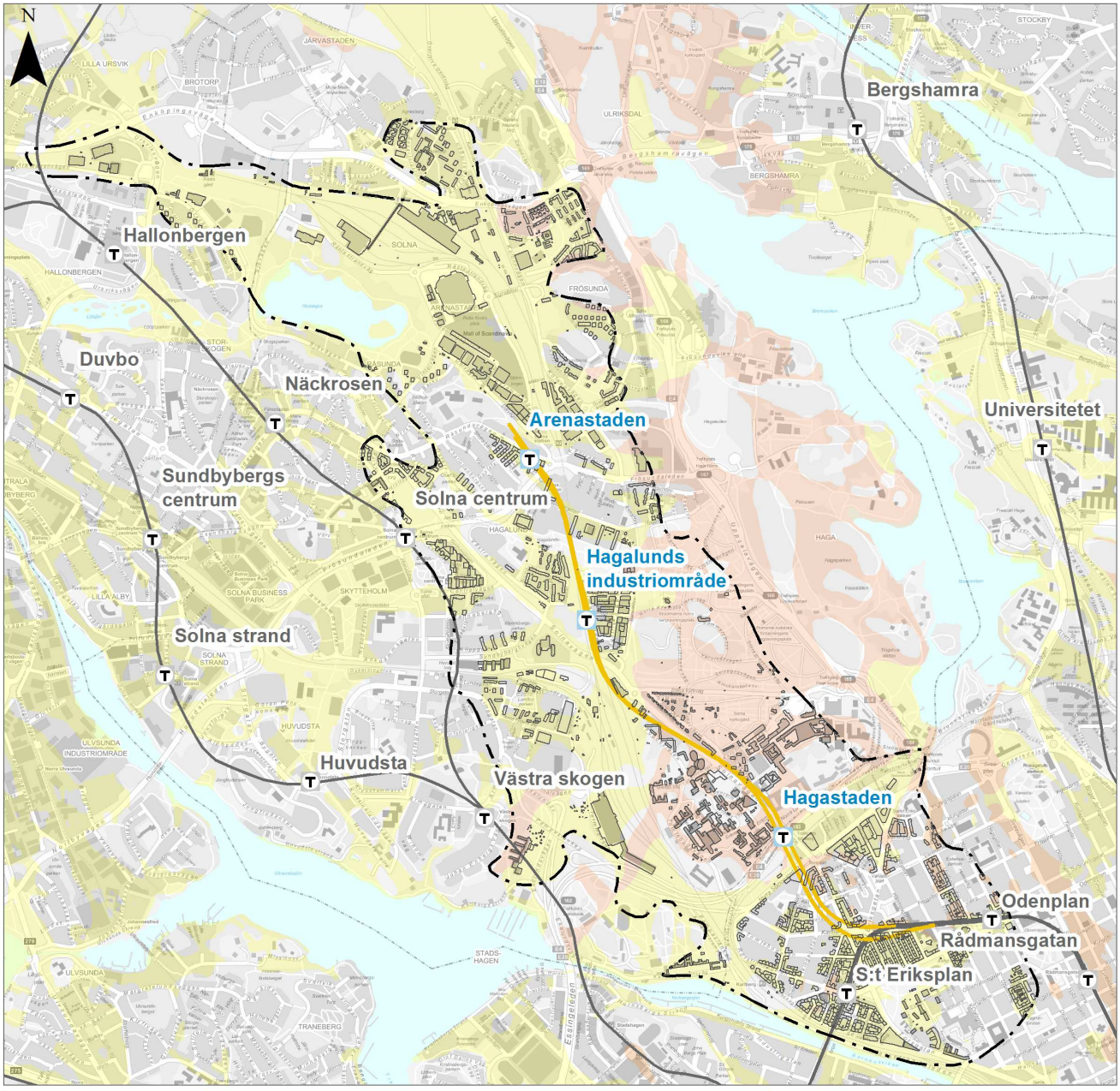
Grundvattennivåsänkning kan medföra att föroreningar sprids med grundvattnet. Dels kan redan förorenat grundvatten spridas till andra områden, dels kan en ändrad grundvattennivå och grundvattenströmning utlösa en föroreningssituation för grundvattnet. Detta eftersom en sänkt grundvattennivå påverkar markförhållandena och markprocesserna på ett sådant sätt att utlakningen av föroreningar kan öka. Vilka konsekvenser detta kan få beror på föroreningens typ och omfattning.

Ett område med förhöjda föroreningshalter i grundvattnet har hittills identifierats utmed sträckan. Det aktuella området ligger runt station Arenastaden och höga koncentrationer av klorerade lösningsmedel har påvisats. Kompletterande provtagning och särskilda åtgärder vid hanteringen av länshållningsvatten kommer därför krävas i detta område under byggskedet.

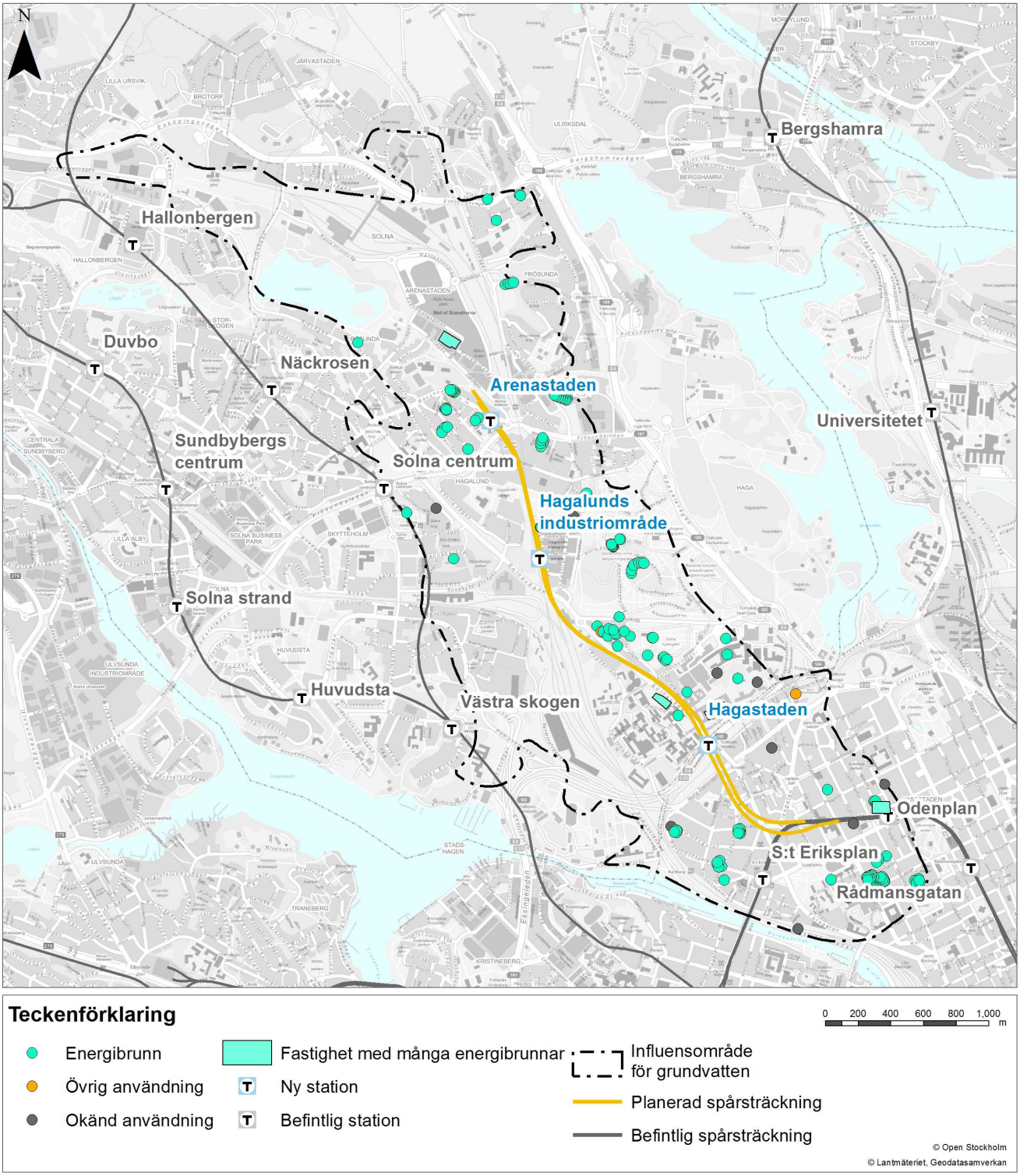
Utförd provtagning av jord vid planerade stationer visar generellt föroreningshalter under Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM), vilket motsvarar områdets markanvändning. Halter över MKM har endast påträffats i enstaka punkter. Förhöjda halter av metaller och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) har påvisats i fyllningsjord, vilket är normalt i storstadsmiljö. Hantering av uppschaktad jord i byggskedet beror av föroreningsinnehåll och eftersom förhöjda halter påvisats kan jorden inte hanteras fritt. Inför schakt kommer därför kompletterande provtagning och analyser behöva utföras för att säkerställa att massorna hanteras korrekt.



Figur 23. Undre magasin samt grundvattenförekomster inom influensområdet. I textrutorna syns namnet på respektive grundvattenmagasin.



Figur 24. Byggnader i sättningskänsliga områden inom influensområdet för Gul linje.



Figur 25. Inventerade brunnar i influensområdet för Gul linje.

4.5.5 Länshållningsvatten

Det grundvatten som tränger in i tunnlar och schakt blandas med nederbörd och processvatten och bildar ett länshållningsvatten, se faktaruta i avsnitt 2.8. Detta vatten kan innehålla cementrester från injektering och förstärkning, sprängämnesrester, borrkax, samt oljespill från maskiner och hydraulsystem. Länshållningsvatten hanteras på arbetsplatsen genom att det samlas upp i tillfälliga pumpgropar där det genomgår sedimentation, oljeavskiljning och eventuell övrig rening.

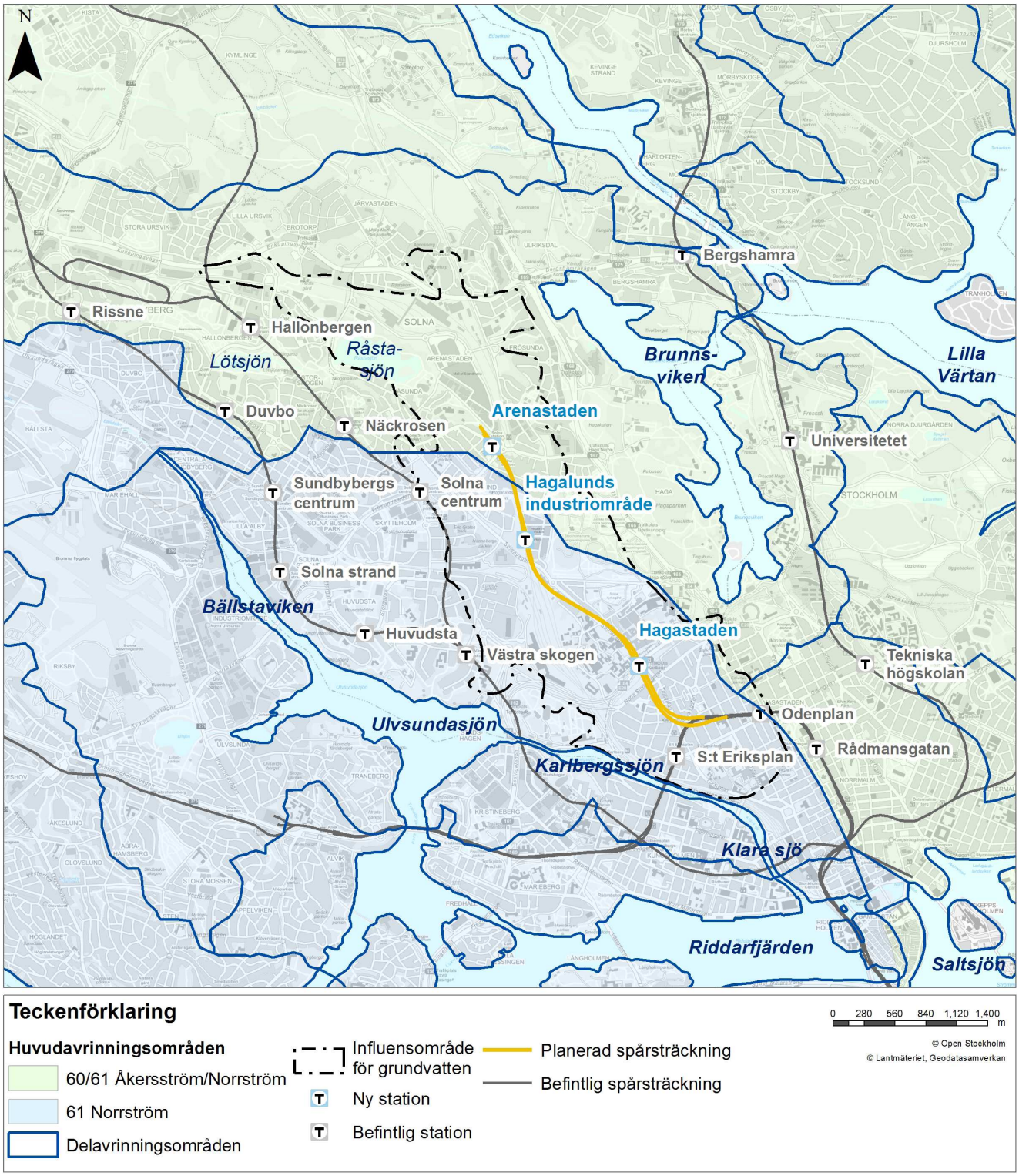
För att minska andelen kvävespill vid sprängning kan åtgärder bestå av val av sprängämne samt hantering och laddning. För att minska mängden kväve i sprängstensmassorna kan dessa spolas av. Innan utlastning vattenbegjuts normalt sprängstenshögen med vatten för att binda dammet.

Länshållningsvattnet kommer under byggtiden i huvudsak att avledas till spillvattennätet och behandlas i reningsverk. Enbart om länshållningsvattnet är tillräckligt rent släpps det ut till recipient, vilket kan bli Ulvsundasjön eller Brunnsviken, se Figur 26.

För att säkerställa att vattnet hanteras rätt kommer kontroll av anläggningar samt provtagningar av vattnet att ske under hela byggtiden.

4.5.6 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Det kommer att upprättas ett kontrollprogram för övervakning av grundvattennivåer och sättningar under byggskedet.
- För att begränsa volymen inläckande vatten i tunneln kommer berget runt tunnlarna att tätas i samband med anläggandet. Det samma gäller vid olika typer av schakter som går upp till markytan.
- Vid behov kommer det att utföras skyddsinfiltration för att upprätthålla grundvattennivåer i tunnelbanans omgivning och på så sätt motverkas risk för sättningar eller andra skador till följd av grundvattennivåsänkningen.
- Det kan bli aktuellt med kompletterande åtgärder vid sidan av tätning och infiltration. De kan bestå i att mindre sättningar i gatumark eller i källargolv repareras istället för att det genomförs permanent infiltration.
- I de fall förändringar i grundvattennivåer resulterar i att bergvärmebrunnar får ett minskat effektuttag kommer det genomföras åtgärder. Exempelvis kan det borras en ny brunn, den befintliga brunnen kan göras djupare eller så kan mediet för värmeöverföring bytas ut.
- Förorenat process- och länshållningsvatten kommer att pumpas till lokala reningsanläggningar och vidare till spillvattennätet. I reningsanläggningarna avskiljs sediment och olja och eventuellt genomförs pH-justering. Riktvärden för föroreningshalter bestäms i samråd med aktuella ledningsägare/tillsynsmyndighet.
- Länshållningsvattnet i det område av Arenastaden där det kan finnas höga halter av klorerade lösningsmedel kommer hanteras separat i en filteranläggning.



Figur 26. Avrinningsområden dit renat länshållningsvatten eventuellt kan släppas.

4.6 Naturmiljö och rekreation

Träd och markvegetation på fast mark nyttjar främst det markvatten som finns i jordlagren och som fylls på av nederbörd och snösmältning. Det finns dock växter som är grundvattenberoende och för dessa kan en sänkning av grundvattennivån i jordlager resultera i negativa konsekvenser. I dagsläget har inte något grundvattenberoende naturområde identifierats inom utredningsområdet för naturmiljö. Eftersom träd och markvegetation främst nyttjar markvatten och bedöms det som osannolikt att några naturvärden skulle skadas av en tillfällig grundvattenpåverkan under byggskedet.

Ianspråktagande av mark under byggskedet medför att ett antal träd behöver avverkas, bland annat i alléen längs Karlbergsvägen. Detta beskrivs i järnvägsplanen och MKB:n. Se även nedan.

Arbetstunneln och etableringsytan vid Dalvägen ligger i norra delen av det grönområde som löper längs med Dalvägen, se G i Figur 28. Området hyser ett antal ekar och är en del av Solnas eklandskap. Grönområdet har mestadels tät vegetation men det finns ett antal gräsytor i varierande storlek. I området finns såväl promenadvägar som bänkar och lekplatser och i dess mellersta del finns även en inhägnad grusplan avsedd för bollsporter. Grönområdet bedöms i sig inneha rekreativa värden. Tillsammans med cykelvägen fungerar det även som ett stråk mellan Solna station och området kring Råstasjön, som är ett välbesökt rekreationsområde.

Etableringsytorna kring den nya stationsentrén för Hagalunds industriområde (K i Figur 28) ligger i ett grönområde som till stora delar har klass 2 *Högt naturvärde* och som hyser ett antal rödlistade arter och värdefulla träd, däribland tallar. Området används även för närrekreation, bland annat av en näraliggande förskola.

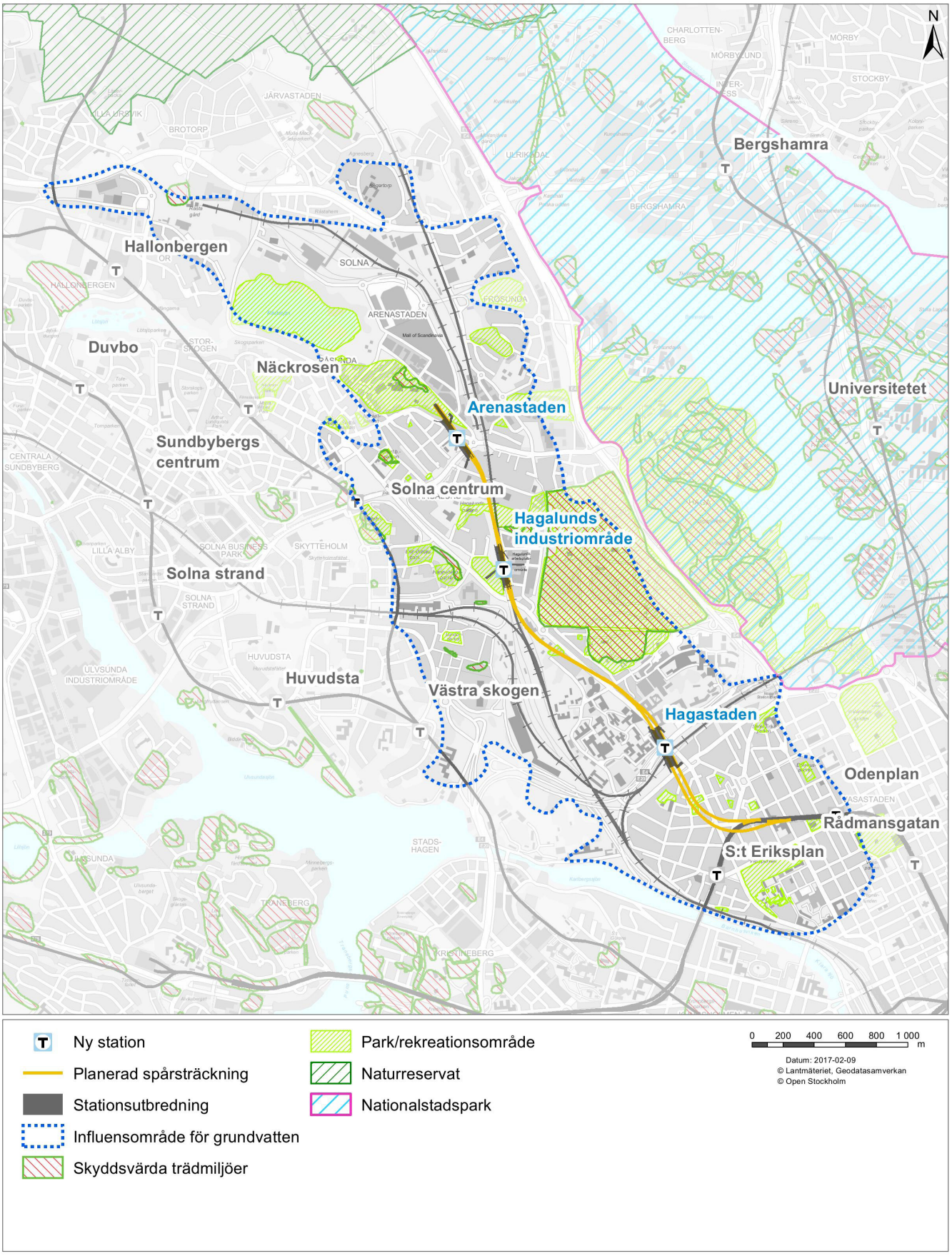
Byggandet av arbetstunneln vid Dalvägen och anläggandet av etableringsytor vid Dalvägen och Hagalunds industriområde medför risk för att närliggande träd skadas under byggskedet till följd av påkörning, kompaktering av jord, spill av kemikalier med mera. Åtgärder krävs för att undvika sådana skador.

Utöver den påverkan på naturvärden som sker i såväl grönområdet vid Hagalund som grönområdet vid Dalvägen, bedöms byggskedet även medföra negativa konsekvenser för de två områdenas rekreativa värden. Dels kommer delar av grönområdena att rent fysiskt tas i anspråk, dels kommer det rekreativa värdet på resterande ytor att minska temporärt under byggskedet, framförallt på grund av buller från transporter.

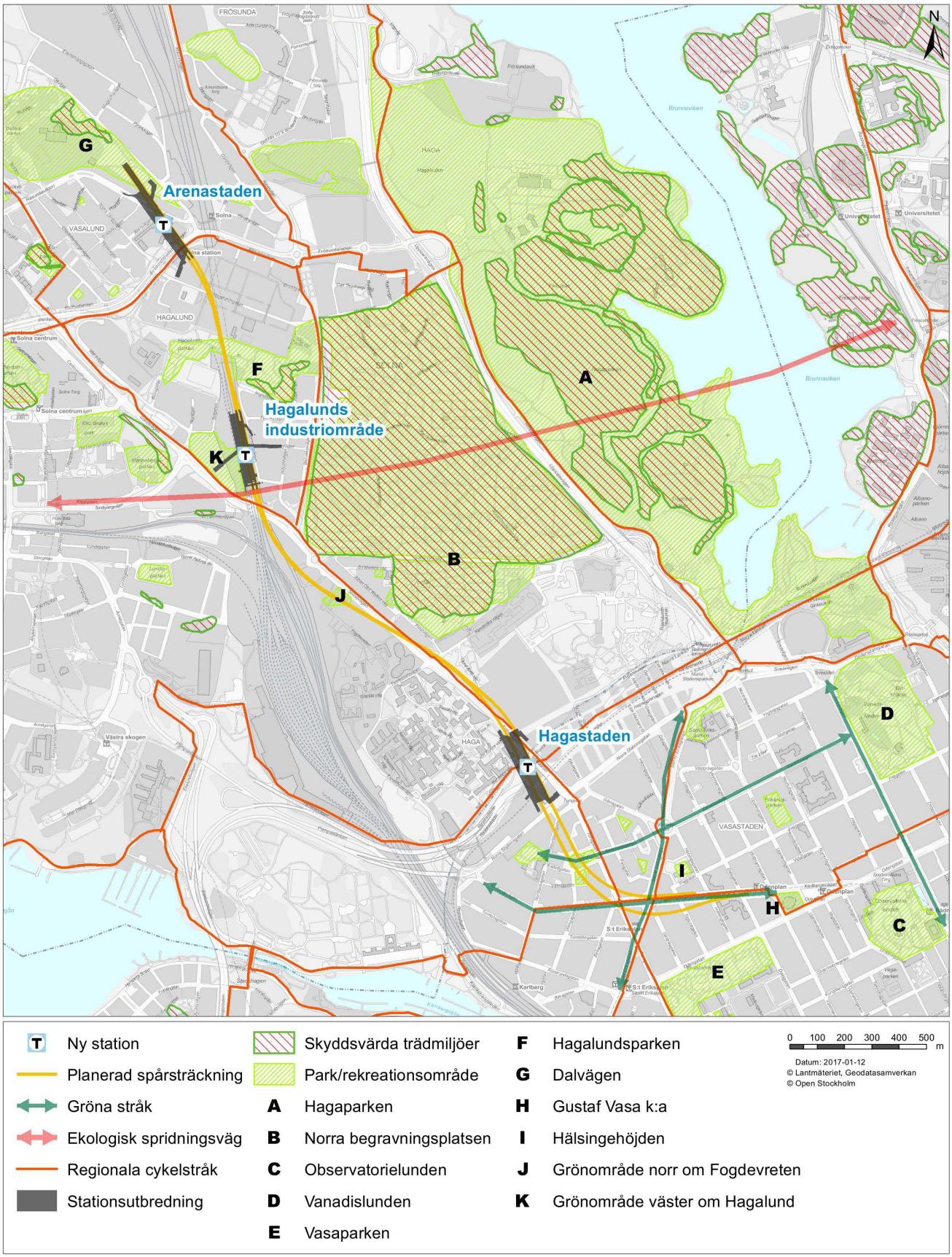
Byggandet av stationerna i Hagastaden och Hagalunds industriområde innebär att cykelstråket längs Solnavägen troligtvis kommer påverkas då byggtransporter sannolikt behöver korsa stråket för att köra ut på Solnavägen. Det innebär att det periodvis kan bli svårare att cykla längs med cykelstråket. Även lokala cykelstråk kan påverkas periodvis under byggskedet, bland annat i Hagalund och längs med Dalvägen.

4.6.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Negativa effekter vad gäller tillgängligheten på cykelstråket längs med Solnavägen begränsas genom tydlig skyltning av tillfälliga omledningar och alternativa cykelvägar.
- Träd inom etableringsytor och träd i närheten av arbets- och etableringsområden ska skyddas med stängsel. Denna inhängning bör helst omfatta området en meter utanför trädkronans linje.
- De träd som avverkas eller får stora skador under byggskedet kommer ersättas genom återplantering av träd där det är möjligt.
- De träd som avverkas under byggskedet kommer att lämnas kvar som död ved.



Figur 27. Skyddsvärda trädmiljöer, park- och rekreationsområden, naturreservat samt nationalstadsparken.



Figur 28. Gröna stråk, regionala cykelstråk samt skyddsvärda trädmiljöer och park/rekreationsområden i närhet/anslutning till den planerade spårsträckningen för Gul linje.

4.7 Kulturmiljö och stadsbild

Det finns en risk för påverkan på kulturhistoriskt värdefulla byggnader till följd av vibrationer och grundvattennivåsänkningar under byggskedet. Det finns sammantaget ett mycket stort antal kulturhistoriskt värdefulla byggnader längs Gul linjes sträckning.

Äldre byggnadskonstruktioner innehåller i många fall trä och murat tegel som kan agera mer elastiskt än senare tiders mer hårda konstruktioner. Trots detta kan spänningar med tiden byggas upp i äldre, såväl som yngre, konstruktioner. Dessa spänningar kan utlösas av vibrationer, utan att vibrationen normalt skulle orsaka motsvarande skador eller sprickbildningar.

Det finns en risk för att byggandet av tunnelbanan resulterar i grundvattennivåsänkningar. En del av de kulturhistoriskt värdefulla byggnaderna som finns utmed Gul linje har grundläggning som är känsliga för sådan grundvattenpåverkan. Bland annat kan byggnader med trägrundläggning skadas och kulturhistoriska värden kan därmed förstöras. Skador orsakade av sänkning av grundvattennivån uppkommer generellt långsamt. De flesta byggnader i området är dock grundlagda på berg vilket innebär en lägre risk för skador till följd av grundvattennivåsänkning. Av de kända fornlämningarna inom utredningsområdet finns det en som skulle kunna påverkas av en grundvattennivåsänkning. Detta beskrivs i järnvägsplanen och i MKB:n.

På relativt stort avstånd från Gul linje finns Solna kyrka med tillhörande kyrkomiljö. Miljön hyser stora kulturhistoriska värden och är belägen på sättningsbenägen mark vilket gör den känslig för vibrationer och eventuella sänkningar av grundvattennivån. Kyrkan och dess omgivning kommer därför övervakas under byggskedet.

Risk för negativ påverkan av vibrationer och grundvattennivåsänkningar under byggskedet gör att det inte kan uteslutas att kulturhistoriskt värdefull bebyggelse och kulturhistoriska lämningar ovan och intill spårtunnlar och schakt skadas i samband med byggskedet.

De arbetsområden och etableringsytor som kommer att finnas kring de nya stationerna bedöms påverka stadsbilden under många år. Buller och vibrationer bedöms även medföra negativ påverkan på själva upplevelsen av kulturmiljön.

Det kommer att upprättas noggranna åtgärdsprogram för att minimera risken för skador. I de fall skador likväl uppstår på byggnader kommer dessa att så långt som möjligt begränsas och åtgärdas. Vissa kulturhistoriska värden går dock inte att återskapa varför bestående skador inte kan uteslutas.

4.7.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

En åtgärdsplan *(Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader)* med instruktioner för hur kulturmiljön ska övervakas och kontrolleras under byggskedet har upprättats. I ett åtgärdsprogram definieras åtgärder och löpande rutiner för kontroll anpassade till såväl enskilda byggnader som hela bebyggelsemiljöer. Inventering av kulturhistoriska byggnader genomförs enligt åtgärdsprogrammet i fyra steg och resulterar sedan i ett kontrollprogram. Inventeringsområdet för vibrationer är 75-100 meter på vardera sidan om tunneln.

4.8 Olycksrisker

I detta avsnitt beskrivs översiktligt de risker som är förknippade med Gul linjes byggskede. (För en utförligare beskrivning, se bilaga 2 till MKB:n, *Olycksrisker.)*

Vid bergarbeten finns det risk för att de samhällsviktiga verksamheter som finns utmed sträckan påverkas. För att känslig medicinsk utrustning i sjukhusområdet vid Hagastaden inte ska skadas av vibrationer kommer det att upprättas ett kontrollprogram för vibrationer. Vid passager av befintliga

tunnlar såsom Citybanan och under Värtabanan och E4 kommer stor vikt att läggas vid planering av tunneldrivning förbi dessa känsliga snitt.

Vid byggandet av Gul linje krävs sprängningsarbeten vilket innebär att sprängämnen behöver transporteras till arbetsområdena. Transporten av dessa sprängämnen kommer till viss del att ske inom förbudszonen för farligt gods i Stockholms innerstad. I de fall det sker en olycka kopplad till dessa transporter kan det medföra mycket stora konsekvenser. Hur stora konsekvenserna blir beror på vilken typ av sprängmedel som väljs samt vilka transportvägar som används.

Under byggskedet kommer risken för trafikolyckor att öka med anledning av byggtrafiken. Denna risk kommer att hanteras genom den trafikanordningsplan (TA-plan) som upprättas av entreprenören och genom att trafiken i anslutning till arbetsområden till viss del leds om.

Vid stationsentréerna för station Hagalunds industriområde kommer arbete att ske nära befintliga spår för Ostkustbanan. Arbete nära spår medför en påkörningsrisk för personal samt en risk för påverkan på befintliga spår. Vid södra stationsentrén Arenastaden medför arbete intill Tvärbanan liknande risker.

Öppna schakt medför en risk för att trafikanter kör ner i dessa. Vid station Hagastaden kommer öppet schakt dessutom ligga intill Solnavägen, på vilken det transporteras farligt gods. Hänsyn behöver tas för att säkerställa att brandfarlig vätska inte kan nå schaktet, till exempel genom att anlägga ett temporärt avvattningssystem under byggskedet.

Under byggskedet är risken för brand förhöjd, eftersom alla tekniska brandåtgärder ännu inte är på plats och utrymningssituationen kan vara problematisk. Detta kommer att hanteras genom att en plan för brandskydd under byggskedet upprättas. Vid de öppna schakten finns det en risk för att räddningstjänstens möjlighet till insats försvåras. Detta hanteras genom att bygget kommer genomföras i olika etapper, där räddningstjänstens insatsmöjligheter beaktas i planeringen av varje etapp. Som en del i arbetet med riskfrågor i projektet hålls samråd med Räddningstjänsten.

4.8.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Omfattande förstärkningsarbeten kommer att genomföras i de områden där bergtäckningen är bristfällig, samt i anslutning till befintliga anläggningar.
- De transporter som behövs under byggskedet kommer att planeras noggrant så att risken för trafikolyckor minimeras.
- Aktuell entreprenör kommer vid behov att upprätta en trafikanordningsplan (TA-plan).
- En plan för brandskydd under byggskedet kommer att upprättas.
- Bygget kommer att genomföras i etapper för att framkomligheten för till exempel räddningstjänsten inte ska påverkas under byggskedet.

4.9 Klimatanpassning

Under byggskedet riskerar två områden att påverkas av häftiga skyfall, det gäller området intill tunnelmynningen till arbetstunneln vid Västra vägen och området intill tunnelmynningen till arbetstunneln till Hagastaden, se Figur 29.

Infarten till arbetstunneln, via tunnelmynningen vid Västra vägen bör kunna höjdsättas så att översvämningsrisken blir försumbar, men det kan vid ett skyfall ändå vara svårt att ta sig till och från tunneln eftersom infarten är lokaliserad vid ett översvämningsområde.

Arbetstunneln till Station Hagastaden, den som ligger strax norr om Norra Stationsgatan, riskerar att översvämmas under byggskedet, med risk för arbetsplatsolyckor som följd.

4.10 Klimatpåverkan

I Sverige släpptes det år 2013 ut 55,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter[4] och transportsektorn står för cirka en tredjedel av utsläppen. År 2012 svarade järnvägen för cirka två procent av de totala utsläppen av växthusgaser.

Vad gäller järnvägsinfrastruktur bidrar trafikeringen till en mindre del av klimatbelastningen. Istället är det byggande, drift och underhåll som står för den största delen. Det material som används såsom cement, stål och beläggning är en viktig post, en annan är arbetsmaskiner som drivs med fossila drivmedel. För järnvägen bedöms infrastrukturen (byggande, drift och underhåll) stå för knappt två tredjedelar av järnvägens utsläpp av växthusgaser och drygt en tredjedel av järnvägens energianvändning.[5]

En klimatkalkyl har tagits fram för de nya tunnelbanelinjerna, inklusive Gul linje. Klimatkalkylen har beräknat klimatpåverkan för en typisk station och för olika tunnelalternativ. Klimatkalkylen avser hela livscykelperspektivet med en livslängd på 120 år. Det innebär att klimatpåverkan från brytning och framställning av material, transporter, drift av anläggningsfordon samt underhåll är inkluderade. Baserat på beräkningar från klimatkalkylen bedöms byggandet av spårtunnlarna och de tre stationerna för Gul linje totalt sett ha en klimatbelastning motsvarande cirka 46 000 ton koldioxidekvivalenter.



Energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan

Det finns en stor utmaning i att bedöma energieffektivisering i infrastrukturhållningen, det vill säga byggskede, drift och underhåll. Förbättringspotentialen bedöms vara upp till några tiotal procent om bästa möjliga material och teknik väljs. Inte minst vad gäller spårbunden trafik där byggskedet står för en större andel av klimatpåverkan jämfört med vid byggande av väginfrastruktur.

4.10.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

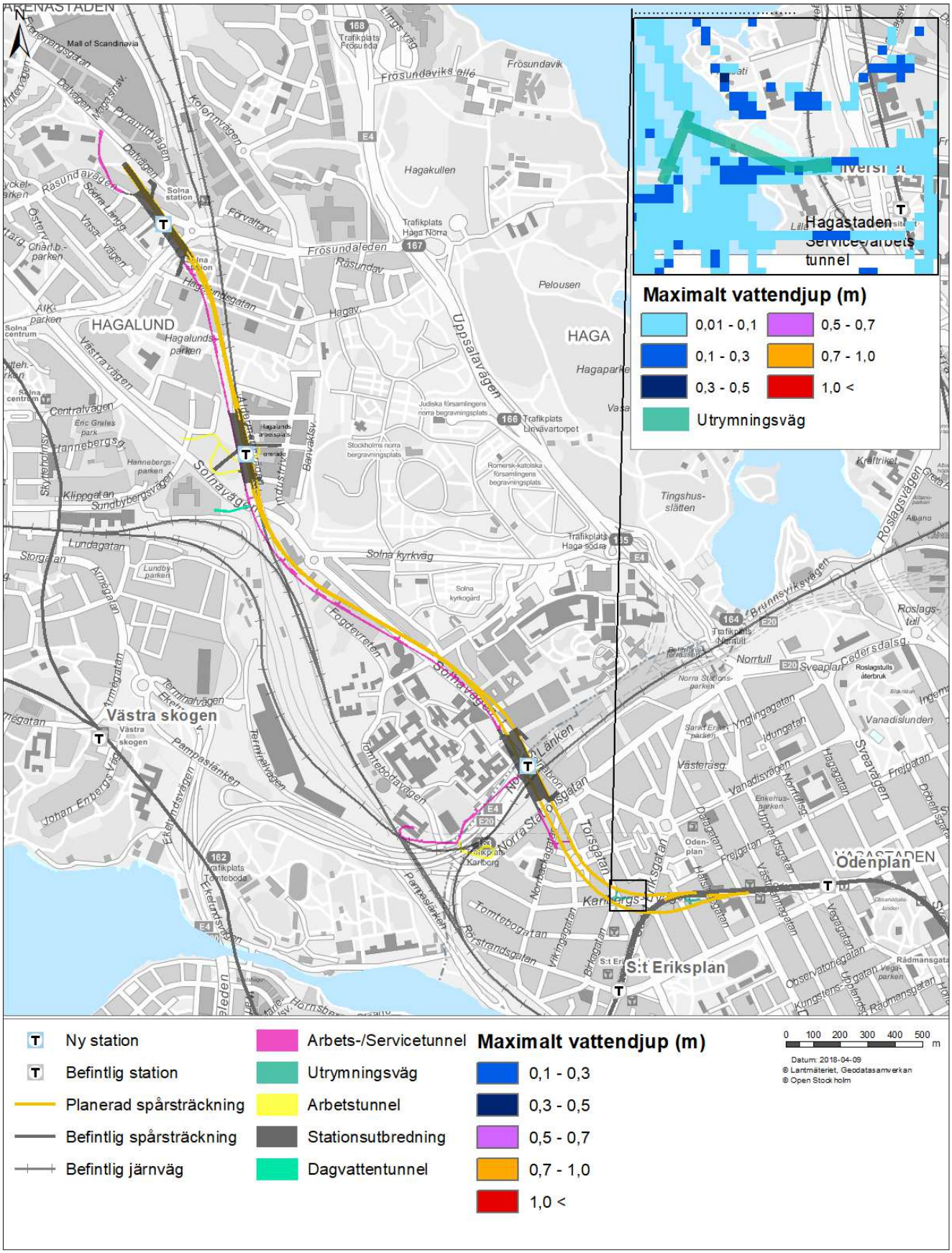
- Under fortsatt arbete med bygghandling och anläggningsarbete kommer klimatfrågan tas om hand kontinuerligt. Bland annat genom ett systematiskt arbete med val av material. Planering av masshantering och byggtrafikens transporter är exempel på åtgärder som kan begränsa utsläppen ytterligare.

4.11 Sociala konsekvenser

Byggarbeten kan medföra en risk för olyckor. Etableringsytor och schakt kommer att avskärmas med plank eller stängsel vilket är positivt för säkerheten då risken för att en obehörig ska komma in och skada sig begränsas. Emellertid kan avskärmningar skapa otrygga miljöer då siktlinjer bryts vilket försämrar överblickbarheten. Avskärmningar kan också skapa otrygga miljöer i form av trånga passager och undanskymda hörn. Plank utsätts också ofta för klotter och annan skadegörelse och undanskymda hörn kan användas som toalett. Detta bidrar till en känsla av att platsen är övergiven vilket kan påverka känslan av otrygghet. Speciellt utsatta är gruppen kvinnor och unga vuxna som oftare än andra upplever rädsla för att utsättas för våld och övergrepp i den offentliga miljön.

4 Koldioxidekvivalenter eller CO2e är ett mått på utsläpp av växthusgaser som tar hänsyn till att olika sådana gaser har olika förmåga att bidra till växthuseffekten. När man uttrycker utsläppen av en viss växthusgas i koldioxidekvivalenter anger man hur mycket koldioxid som skulle behöva släppas ut för att ge samma verkan på klimatet.

5 Samlat planeringsunderlag för energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan (Publikation 2012:152)



Figur 29. Områden med risk för översvämning under byggskedet.

Arbets- och etableringsområden kan innebära att tillgängligheten begränsas, exempelvis om trottoarer, cykelbanor och gator tas i anspråk. För verksamheter kan detta innebära att besökare och kunder kan få svårare att nå fram. Det kan också bli svårare för leveranser av varor och annat att nå fram. Detta kan medföra minskade intäkter för berörda verksamheter.

Barn och ungdomar, som generellt kan betraktas som en känsligare grupp än vuxna, kan också komma att påverkas av begränsningar i framkomlighet. I en barnkonsekvensanalys (BKA) har barn och ungas rörelsemönster och målpunkter kartlagts i syfte att identifiera sådant som är viktigt att ta hänsyn till i planeringen av byggskedet, för att undvika eller begränsa negativa effekter på barns och ungas möjlighet att röra sig och vistas i det som är deras vardagsmiljö. BKA:n omfattar byggskedet som berör station Arenastaden, Hagalund och dess omedelbara närområde. Station Hagastaden omfattas inte i analysen.

4.11.1 Vasastan

Vid Odenplan byggs ingen ny station och området påverkas därmed inte av ovanjordsarbeten. Emellertid planeras för två utrymningsvägar, se Figur 31 nedan. Arbetena med utrymningsvägarna innebär bland annat borrning och spontning vilket alstrar höga bullernivåer. Tunneldrivning medför stomljud i närliggande byggnader. Eventuell blockering av gångvägar och cykelbanor kan påverka tillgängligheten i närområdet. Själva etableringsytan och schaktet samt arbetsfordon kan påverka säkerheten. Ett av de öppna schakten på Karlbergsvägen ligger nära grundskolan Vasa Real. Stomljud och byggbuller kan medföra försämrad studiemiljö. Byggskedet för utrymningsvägarna vid Karlbergsvägen bedöms kunna påverka tillgängligheten till och trivseln på ett mindre antal verksamheter.

Masstransporter från en av arbets-/servicetunnlarna kommer att gå på Norra Stationsgatan. Detta ökar risken för störningar av trafikbuller i bostäder längs med Norra Stationsgatan.

4.11.2 Hagastaden

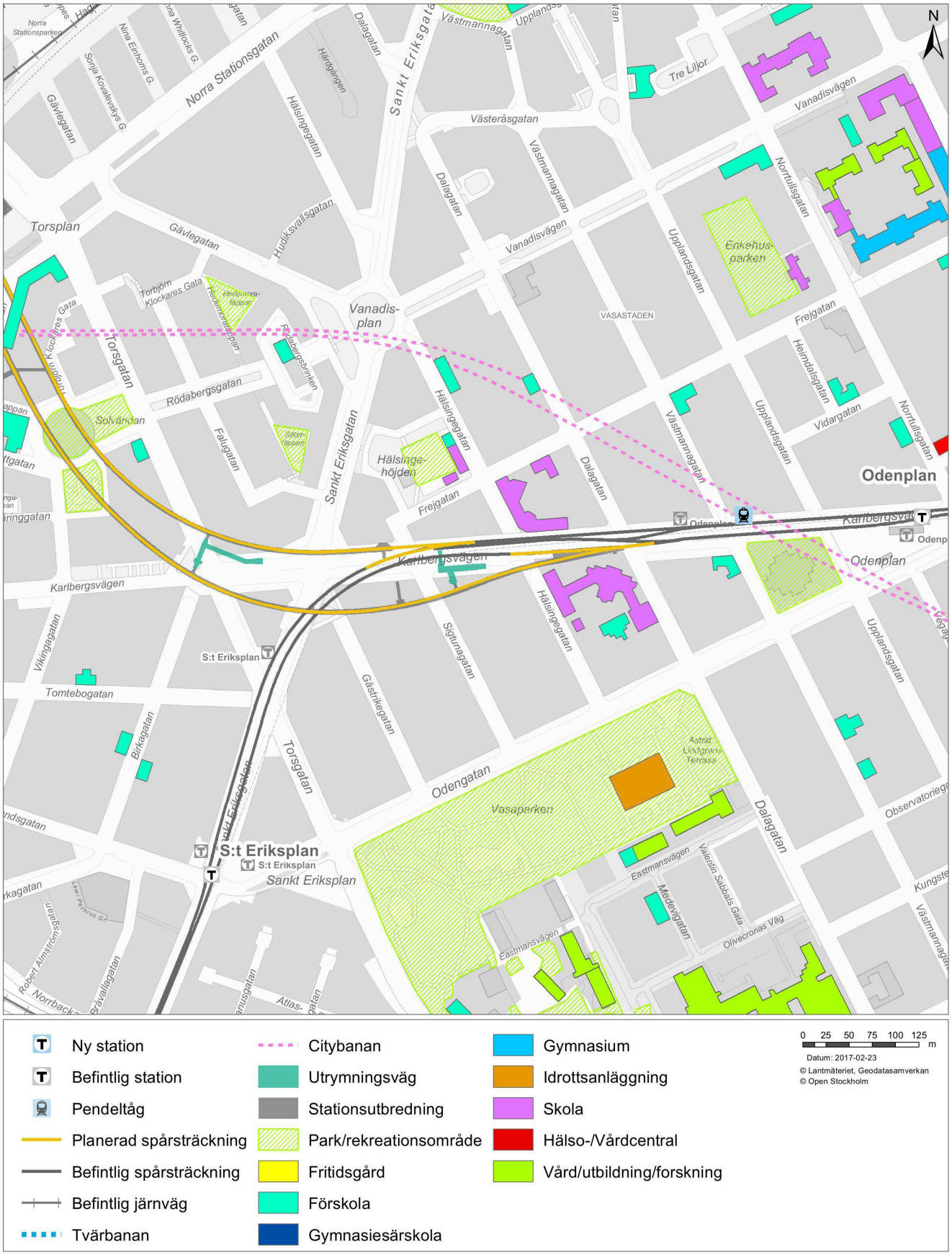
Byggskedet för station Hagastaden innefattar bland annat att gång-, cykel-, buss- och biltrafik behöver ledas om då det behövs ett öppet schakt på Solnavägen, se Figur 8 och Figur 31. Detta innebär eventuella förändringar i framkomlighet och tillgänglighet.

Nya Karolinska Solna, NKS, utgör en mycket viktig social servicefunktion i området med ett stort upptagningsområde. Utöver det finns få servicefunktioner i området idag, men Karolinska Institutet utgör en betydelsefull målpunkt. En gymnasieskola, Johan Movingers gymnasium, samt en skola för yrkesförberedande studier finns i områdets västra del och en anläggning för idrott i dess norra del. Troligtvis kommer det att finnas fler viktiga sociala servicefunktioner när tunnelbanan byggs eftersom vissa av de bostäder som ska byggas i Hagastaden planeras vara inflyttningsklara redan 2017.

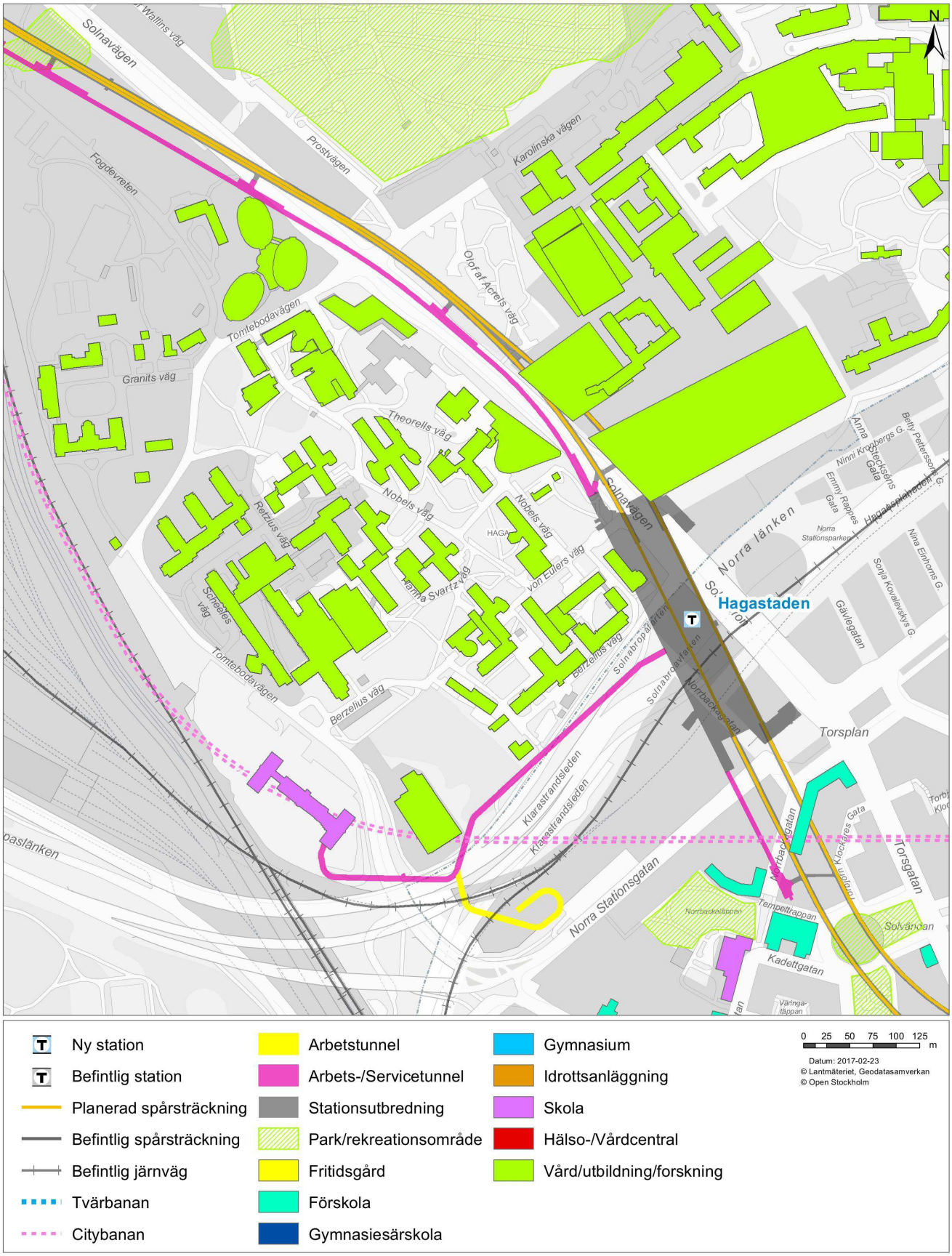
Den stomljudsberäkning som gjorts visar att byggskedet kan medföra störningar i NKS samt i bostäder, kontor och lokaler. Endast ett fåtal bostäder bedöms beröras.

Längs med Solnavägen går ett regionalt cykelstråk vilket kommer påverkas under byggskedet. Framkomligheten för buss- och biltrafik begränsas också. Hur detta påverkar tillgängligheten till Karolinska Institutet och NKS är inte möjligt att bedöma utifrån de underlag som i dagsläget finns tillgängliga.

En av arbets-/servicetunnelns mynningar ligger strax bredvid Johan Movingers gymnasium och byggtransporter kan komma att köra förbi skolan vilket skulle medföra störningar i form av buller och försämrad tillgänglighet i området.



Figur 30. Lokalisering av samhällsviktiga funktioner i området för den nya Gula linjen.



Figur 31. Samhällsviktiga funktioner i närhet till Gula linjens sträckning i Vasastan.

4.11.3 Hagalund

I Hagalunds industriområde, öster om den planerade stationen, ligger Psykologigymnasiet och fritidsgården Black Sheep, se Figur 33 nedan. Väster om stationen, på Solgatan, ligger två förskolor och på Västra vägen ligger ytterligare två förskolor. På Blomgatan ligger en förskola. Längs med Solnavägen går ett regionalt cykelstråk, vilket visas i Figur 28.

Stomljud, byggbuller, byggtrafik och markanspråk kan medföra försämrad studie- och boendemiljö samt medföra effekter på rörligheten i området. Transporter till och från arbetstunneln kommer köra ut direkt från etableringsområdet till Solnavägen men bedöms ändå medföra störningar för framför allt boende vid Västra vägen.

Det regionala cykelstråk som ligger längs med Solnavägen kommer att påverkas av ökat antal korsande lastbilar. Under byggskedet stängs in- och utfarten till Västra vägen.

4.11.4 Norra Hagalund och Arenastaden

Arbetet med stationsuppgången vid Hagalundsgatan och vid Dalvägen kommer medföra höga bullernivåer. Tunneldrivningen medför även stomljud i byggnaderna. Blockering av gångvägar och cykelbanor kan påverka tillgängligheten i närområdet. Själva etableringsytorna och schakten tar mark i anspråk och byggtransporter kan påverka säkerheten. Närhet till bostäder, undervisningslokaler, lekplatser, verksamheter etcetera innebär att konflikter kan uppstå.

Entrén vid Hagalundsgatan ligger i bostadsområdet Hagalund. Etableringsytan tar i anspråk delar av den gång- och cykelväg som binder samman Hagalund med Vasalund, som leder till tvärbanan och Solna station samt den gång- och cykelväg som binder samman bostadshusen på norra sidan av Hagalundsgatan med Hagalundsgatan. Dessa gång- och cykelvägar bedöms som betydelsefulla då de fyller viktiga funktioner vad gäller tillgängligheten till kommunikationer, mellan stadsdelar samt inom Hagalund. I nära anslutning ligger flerbostadshus, en förskola samt en vårdcentral, se Figur 34 nedan. Dessa byggnader kommer få byggbullernivåer över riktvärdet inomhus under en lång tid. Bostadshus samt gymnasiesärskolan Haga VIP som ligger vid Hagalundsgatan bedöms få stomljudsnivåer strax under riktvärdet till följd av tunneldrivning. Elever vid Haga VIP kan vara speciellt känsliga för störningar. Risken för att människor upplever sig störda under byggskedet bedöms som mycket stor i detta område.

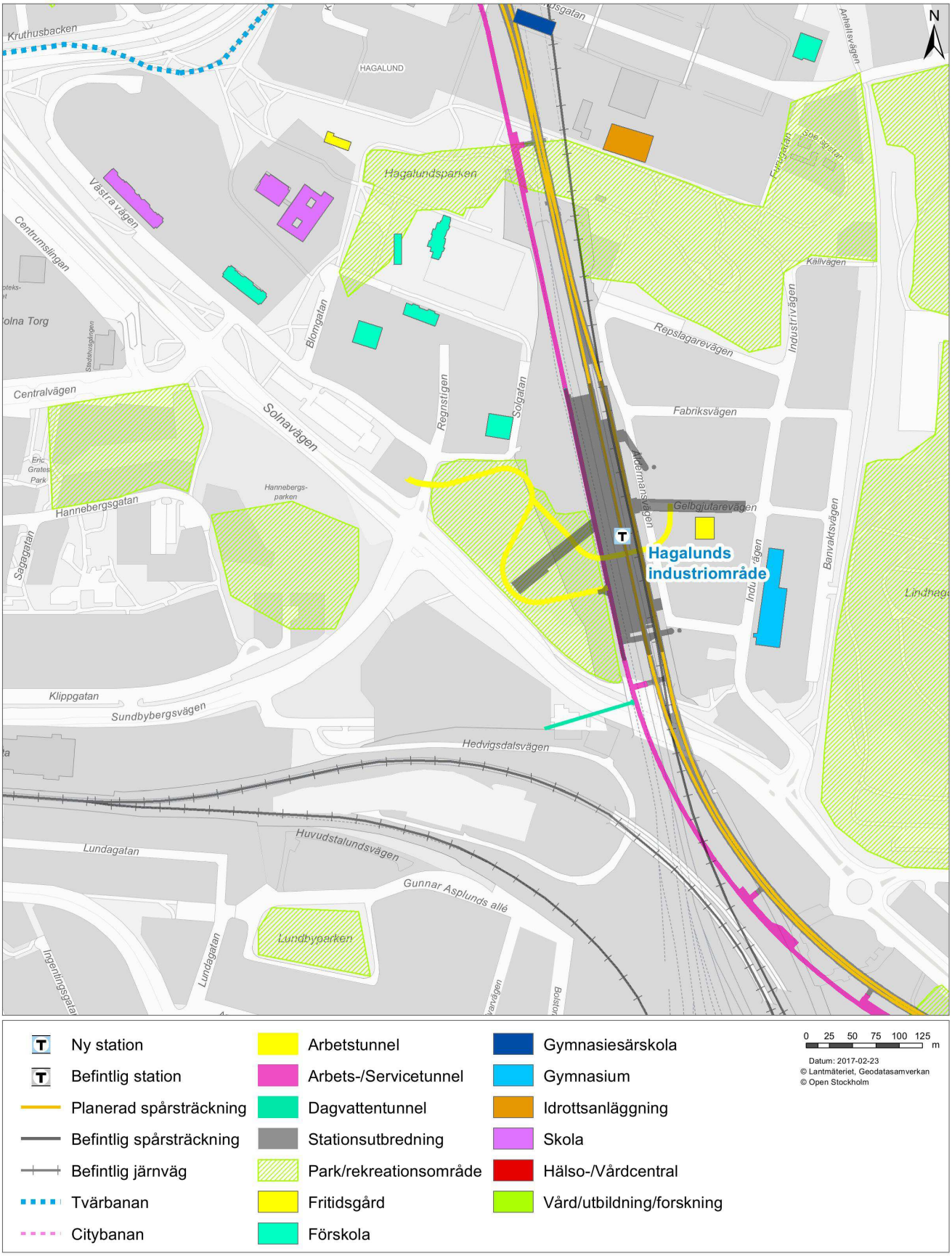
Stationsentrén mot Dalvägen byggs i nära bostadsområdet Vasalund. I nära anslutning till etableringsytan och det öppna schaktet ligger bostadshus längs med Råsundavägen. Etableringsytan och det öppna schaktet för arbetstunneln ligger nära förskolan Juvelen, dock finns det en höjdskillnad vilket innebär att risker för störningar och olyckor blir mindre. Arbetsmoment som spontning och schaktning kommer medföra höga bullernivåer. Tunneldrivning kommer ske under bostadshus vid Råsundavägen och förskolorna Klövern, Fyrklövern och Juvelen. Dessa bedöms få stomljudsnivåer över riktvärdet inomhus, se tidigare kapitel *4.1 Stomljud*.

Brandgasschaktet på Klövervägen är placerat på förskolorna Klöverns och Fyrklöverns gård, vilket innebär att olycksrisken och buller ökar under byggskedet.

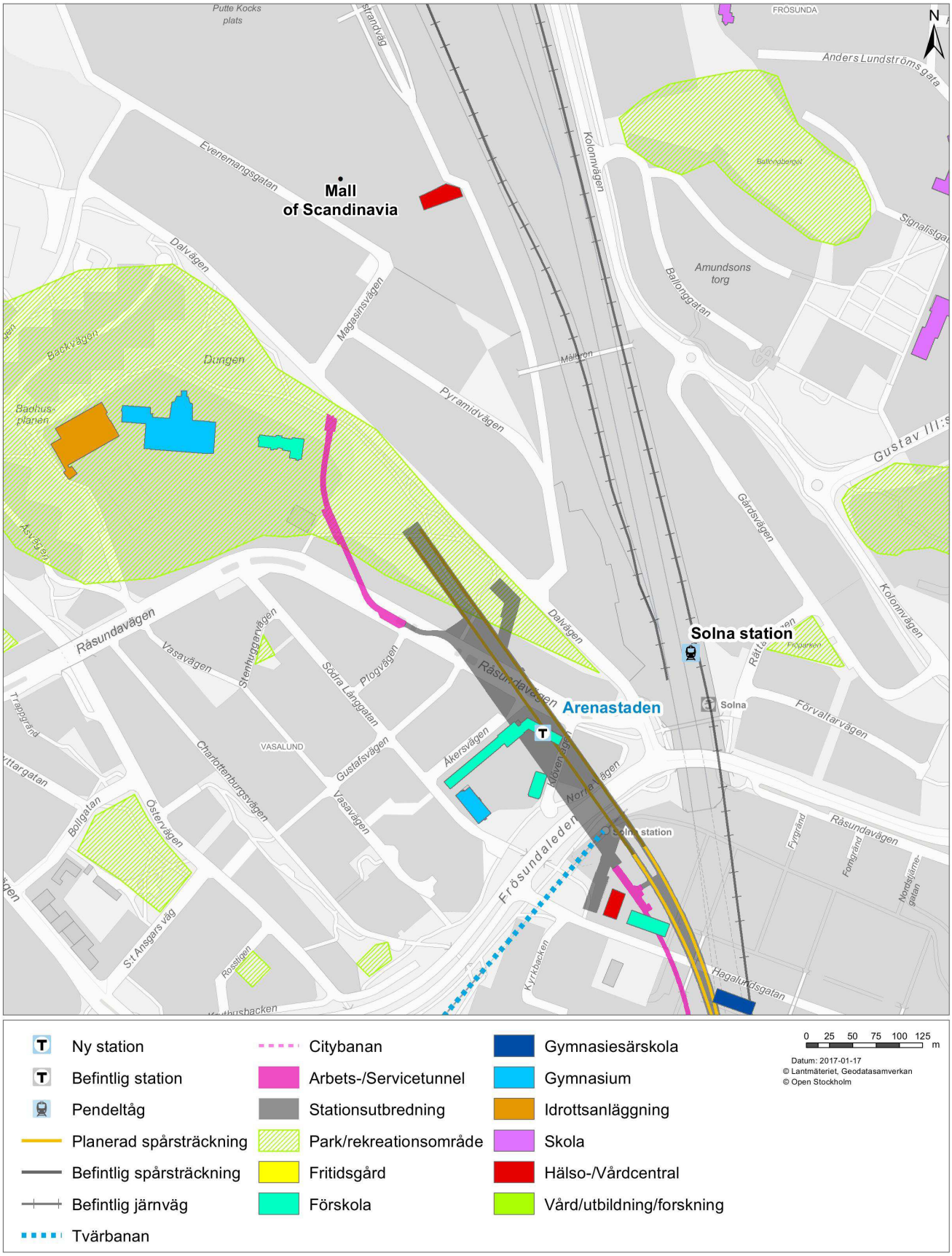
Förekomsten av förskolor och bostäder innebär att många barn kan förväntas röra sig och uppehålla sig i området. De mest betydande konsekvenserna bedöms vara att barns vardagsmiljöer, det vill säga förskolornas och skolornas inomhus- och utomhusmiljöer, försämras på grund av buller och minskad framkomlighet och eventuellt ökad risk i och med de ökade transporterna i området. Boendemiljön försämras också på grund av höga stomljudsnivåer. Den försämrade tillgängligheten bedöms främst medföra begränsningar för barn, äldre och personer med funktionsnedsättning att röra sig dels mellan Vasalund och Hagalund dels inom Hagalund.

4.11.5 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

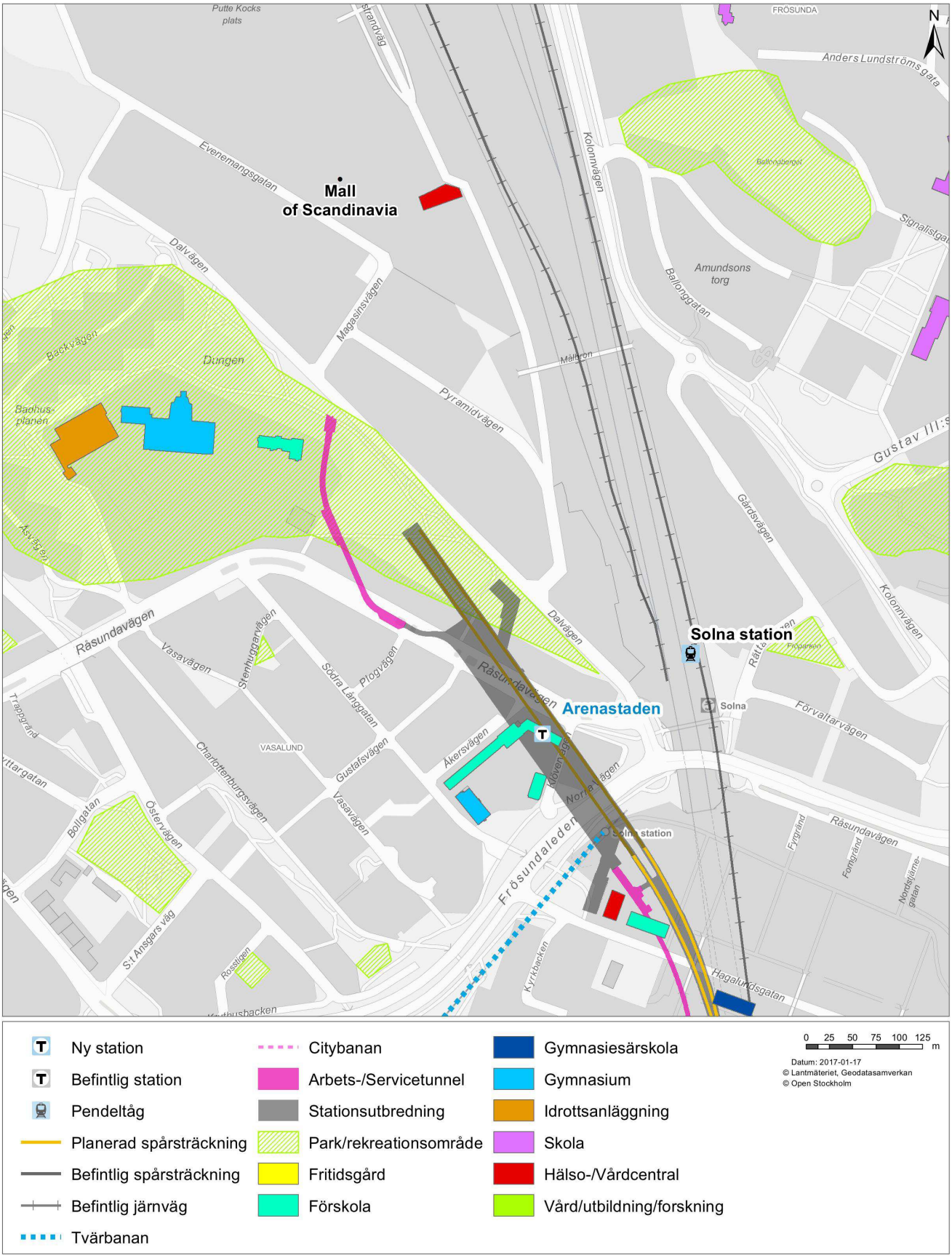
- Eftersom det inte är möjligt att dämpa stomljud kommer det utredas vidare vilka åtgärder som bör vidtas vid berörda skolor, förskolor och sjukhus för att minska risken för störningar orsakade av stomljud. En lösning kan vara att förlägga störande arbeten under tidpunkter då verksamheten vid förskolorna och skolorna är som lägst. En annan möjlig lösning är att skolor och förskolor tillfälligt flyttas under den tid de störande arbetena pågår. Att erbjuda tillfällig vistelse är sannolikt inte en realistisk åtgärd för NKS varför begränsningar vad gäller arbetstiden för bullrande arbeten kan komma att krävas.
- För beskrivning av landstingets upplägg för att minska risken för störning se avsnitt 4.1.3.
- För att begränsa påverkan på tillgänglighet vid etableringsytor och öppna schakt kommer tydlig skyltning ordnas för gång- och cykeltrafik. Skyltningen ska fungera för olika grupper, speciellt viktigt är det att den fungerar för barn, personer med funktionsnedsättning (exempelvis syn men också kognitiva funktionshinder) samt personer som talar annat språk än svenska. Vid omflyttning av gång- och cykeltrafik bör långsiktiga lösningar eftersträvas.
- För att minska risken för att miljöerna kring etableringsytor och öppna schakt ska upplevas som otrygga, bör avskärmningar kring dessa ytor planeras så att mörka hörn och trånga passager så långt som möjligt undviks. Vidare bör plank hållas hela och klotterfria.
- I den barnkonsekvensanalys (BKA) som finns framtagen kan ytterligare åtgärder föreslås för att ta hänsyn till barn och unga.



Figur 32. Samhällsviktiga funktioner i närhet till Gula linjens sträckning vid station Hagastaden.



Figur 33. Samhällsviktiga funktioner längs med Gula linjens sträckning vid station Hagalunds industriområde.



Figur 34. Samhällsviktiga funktioner i närhet till Gula linjens sträckning vid station Arenastaden.

5. Underlagsmaterial och källor

Stomljud och vibrationer i byggskedet – underlagsrapport. Tunnelbanan till Arenastaden. Stockholms Läns Landsting, 2017-03-01.

Citybanan i Stockholm. Pendeltågstunnel Tomteboda. Stockholms södra. PM Barnkonsekvensanalys - Tillfartstunnel Odenplan. Banverket, 2005-10-07.

*Korsningspunkter med Trafikverkets anläggningar. T*unnelbanan till Arenastaden. Stockholms Läns Landsting, 2018-04-09.

Masshanteringsplan. Utbyggnad av tunnelbanan, Förvaltningen, 2015-11-25.

Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser. Naturvårdsverkets författningssamling, NFS 2004:15.

PM Översvämningsrisker för Gula linjen via ovanmarksanläggningar. Underlag till MKB för järnvägsplan. Stockholms läns landsting. Stockholms Läns Landsting, 2017-02-21.
Trafikverkets kunskapsunderlag och klimatscenario för energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan. Publikation 2014:137.

Underlagsrapport olycksrisker. Tunnelbana till Arenastaden vid Hagastaden. Stockholms Läns Landsting, 2017-02-17.

Årsstatistik 2014 för Stockholms län och landsting.

Åtgärdsplan för buller och stomljud under byggtiden. Stockholms läns landsting, 205-11-20.

Åtgärdsplan för vibrationer gällande kulturbyggnader. Stockholms läns landsting, 205-12-07.

Digitala källor:

Riksintressen för kulturmiljövården: http://www.raa.se/kulturarvet/samhallsplanering/riksintressen/

Statistik årsmedelvärden PM10 Stockholm. 2015-06-24. Naturvårdverkets hemsida: http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Partiklar-PM10-halter-i-luft-gaturum-arsmedelvarden/

Stockholms stads bullerkartläggning: http://www.stockholm.se/TrafikStadsplanering/Trafik-och-resor-/Trafik-och-miljo/Trafikbuller/Bullerkartor/

Stockholms stadsmuseums byggnadsklassificering: kartor.stockholm.se/bios/dpwebmap/cust_sth/kul/klassificering/DPWebMap.html

Solna stads bullerkartläggning:
https: www.solna.se/sv/boende-miljo/inomhusmiljo/buller/buller-fran-trafik/

Vårt uppdrag är att genomföra tunnelbanans utbyggnad och övriga åtgärder inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling Det innebär planering, projektering och byggnation av ny tunnelbana och nya stationer på fyra olika sträckor. I vårt uppdrag ingår också planering och projektering av nya fordonsdepåer samt upphandling av signalsystem och vagnar.

Byggstarten för nya tunnelbanan till Arenastaden beräknas till år 2018 och byggtiden planeras till 6 år.

Stockholms läns landsting
Förvaltning för utbyggd tunnelbana
Box 225 50, 10422 Stockholm
Telefon: 08-737 25 00

Stockholms läns landsting