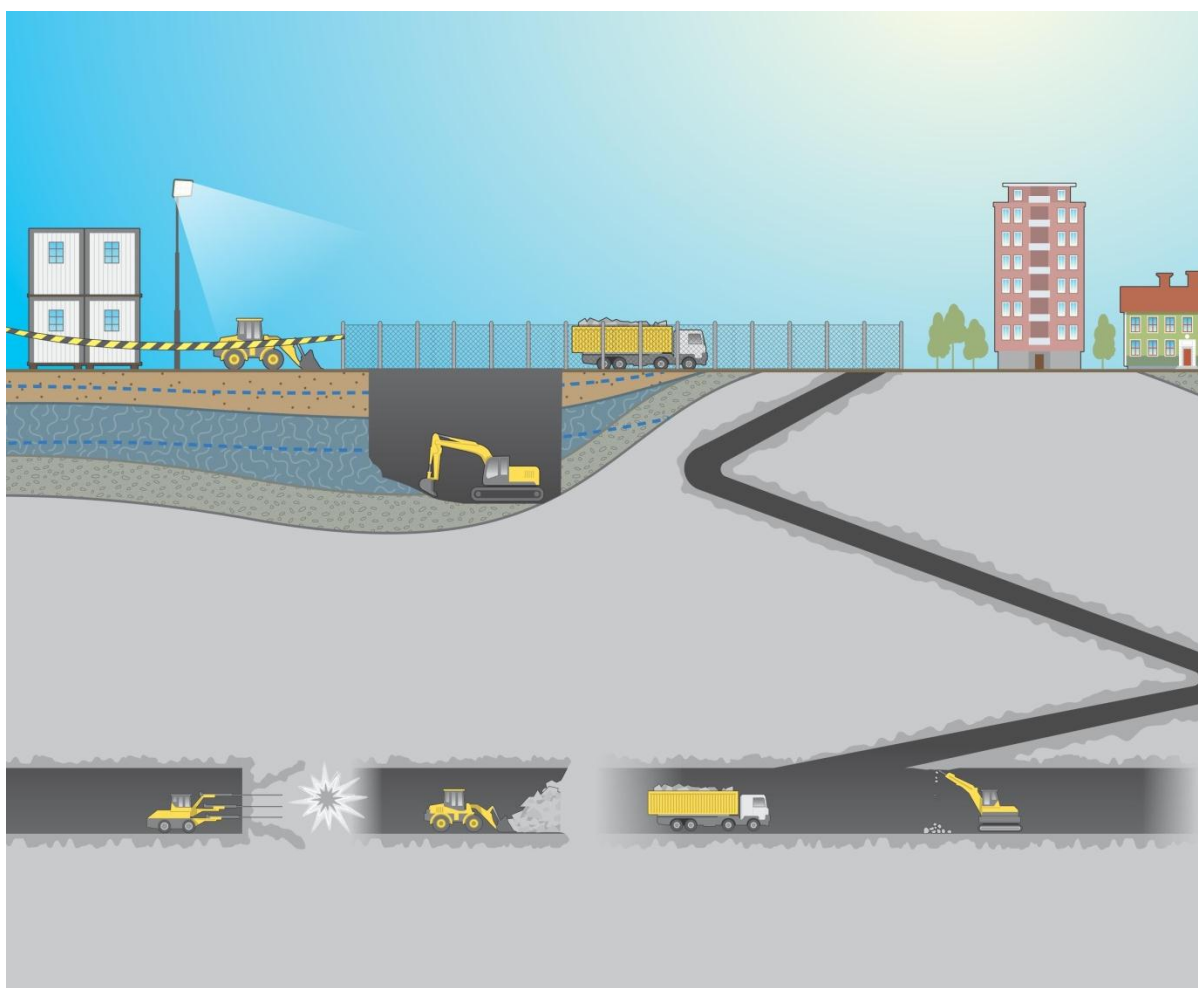


Tunnelbana mellan Odenplan och Arenastaden

Byggskedets påverkan, effekter och konsekvenser

Samrådshandling 2015-11-26



Titel: Tunnelbana mellan Odenplan och Arenastaden. Byggskedets påverkan, effekter och konsekvenser

Projektchef: Malin Harders, FUT

Bilder & illustrationer: FUT/WSP om inte annat anges

Dokumentid: 3320-M31-24-01001

Diarienummer: FUT 1509-0132

Utgivningsdatum: 2015-11-26

Distributör: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan@sll.se

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte.....	4
1.1	Syftet med denna rapport.....	4
1.2	Plan- och tillståndprocesserna.....	5
2	Gul linje – Planförslaget.....	6
3	Generell beskrivning av byggskedet.....	9
3.1	Förberedande arbeten	10
3.2	Arbetstunnlar samt etableringsytor och arbetsområden	10
3.3	Tunneldrivningsmetod	11
3.4	Byggarbeten i jord	12
3.5	Byggande av bergschakt	12
3.6	Masshantering och byggtransporter	12
3.7	Trafik under byggskedet.....	13
3.8	Processvatten.....	13
3.9	Arbetstider.....	14
4	Byggandet av stationer och andra ovanmarksanläggningar för Gul linje.....	15
4.1	Odenplan	15
4.2	Hagastaden.....	16
4.3	Arenastaden.....	17
4.4	Återställning av arbetsområden och etableringsytor	18
5	Byggskedets påverkan, effekter och konsekvenser.....	19
5.1	Stomljud	20
5.2	Bygg- och trafikbuller	24
5.3	Vibrationer.....	26
5.4	Luftkvalitet	27
5.5	Vatten	28
5.6	Naturmiljö och rekreation	33
5.7	Kulturmiljö och stadsbild	34
5.8	Olycksrisker	35
5.9	Klimatpåverkan	36
5.10	Sociala konsekvenser.....	37
6	Underlagsmaterial och källor.....	44

1 Bakgrund och syfte

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. Det ligger en utmaning i att möta tillväxten 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.

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) har åtagit sig att bygga 78 000 bostäder i tunnelbanans influensområde. Utbyggnaden av tunnelbanan mellan Odenplan och Arenastaden förväntas bidra till 3 000 nya bostäder i Stockholms stad och 4 500 nya bostäder i Solna stad. 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 från Odenplan till Arenastaden via Hagastaden.
- 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.

1.1 Syftet med denna rapport

Denna rapport har tagits fram inom ramen för arbetet med den Gula tunnelbanelinjen. Den Gula linjen utgörs av en ny tunnelbana mellan Odenplan och Arenastaden med en mellanliggande station i Hagastaden. Syftet med rapporten är att beskriva byggskedet av den Gula linjen samt den påverkan och de tillfälliga störningar byggverksamheten resulterar i. Rapporten utgör en underlagsrapport till *Miljökonsekvensbeskrivningen tillhörande järnvägsplan för ny tunnelbana mellan Odenplan och Arenastaden*.



Figur 1. Karta över framtida tunnelbanenät i Stockholms län efter utbyggnad enligt Stockholms-överenskommelsen. Källa: Förvaltning för utbyggd tunnelbana.

1.2 Plan- och tillståndprocesserna

För att säkerställa tillgång till den mark som behövs för att anlägga tunnelbanan tillämpas lag (1995:1649) om byggande av järnväg. Denna lag reglerar processen för att ta fram en järnvägsplan. Planläggningsprocessen för tunnelbanans utbyggnad mellan Odenplan och Arenastaden inkluderar en lokaliseringsutredning och en järnvägsplan (JP) med tillhörande miljökonsekvensbeskrivning (MKB).

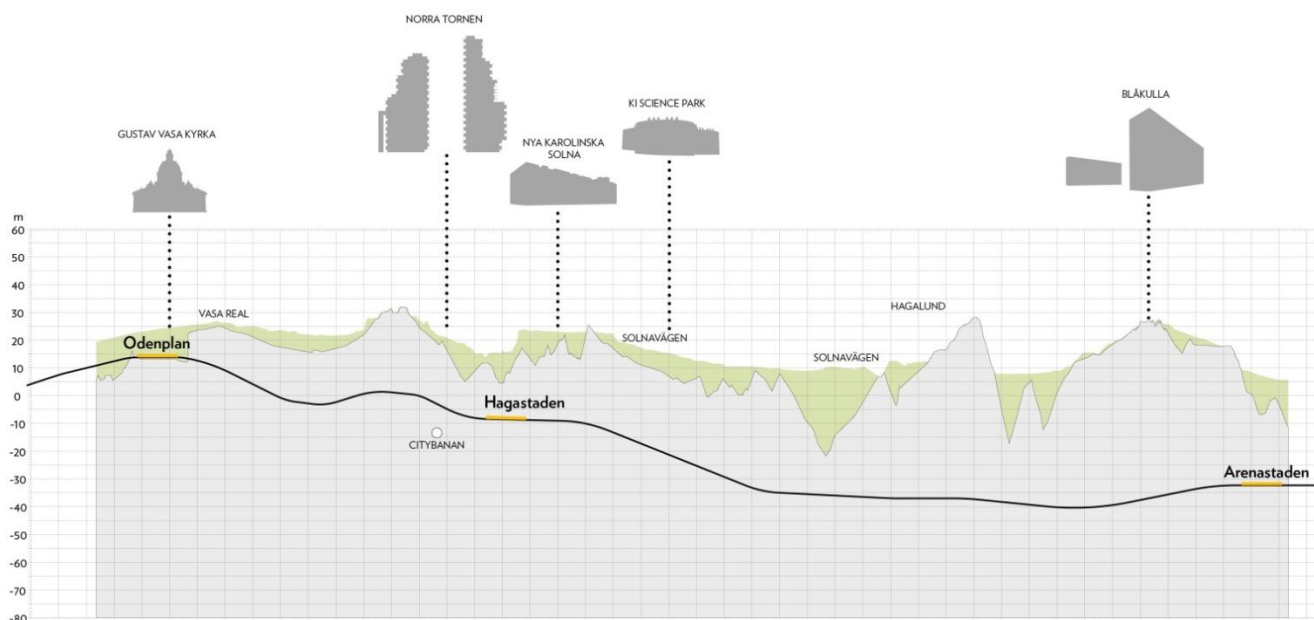
I arbetet med planen sker samråd med myndigheter, organisationer och särskilt berörda, till exempel fastighetsägare. Järnvägsplanen med tillhörande MKB kommer att skickas ut på samråd under vintern 2015-2016. Efter genomförda samråd och eventuella revideringar kommer MKB:n att skickas för godkännande av Länsstyrelsen. Järnvägsplan inklusive godkänd MKB kommer sedan att ställas ut för granskning och slutligen fastställelseprövas av Trafikverket.

Parallellt med utarbetandet av järnvägsplanen arbetar Stockholms stad och Solna stad med att genomföra de detaljplaneändringar som krävs för att tunnelbanan ska kunna byggas. Detaljplaneändringarna sker samordnat med järnvägsplanen. Eftersom detaljplanerna enbart behandlar åtgärder som prövas genom järnvägsplan, behövs inga särskilda detaljplanehandlingar i samråds-skedet, utan järnvägsplanens samråd kan tillgodoräknas även i detaljplaneärendena. Samråds-kretsen måste täcka in kraven enligt PBL och utredningsmaterialet ska vara tillräckligt även för de detaljplaner som senare ställs ut för granskning. Ingen MKB upprättas särskilt för detaljplane-ärendena så länge dessa enbart behandlar järnvägsanläggningen.

Bergtunnlar påverkar grundvattnet under såväl byggskedet som driftskedet. För byggande av tunnelbanan krävs därför tillstånd enligt miljöbalken. Tillståndsansökan kommer att prövas av mark- och miljödomstolen (miljöprövning). I miljödomen kommer även byggbuller och vibrationer från byggandet att regleras. Samråden enligt ovan är även en del av tillstånds-prövningen.

2 Gul linje - Planförslaget

Den Gula tunnelbanelinjen utgörs av 4,1 kilometer långa spårtunnlar under mark mellan Odenplan och Arenastaden. Längs sträckan byggs tre underjordiska tunnelbanestationer; Odenplan, Hagastaden och Arenastaden (se Figur 2 och Figur 3).

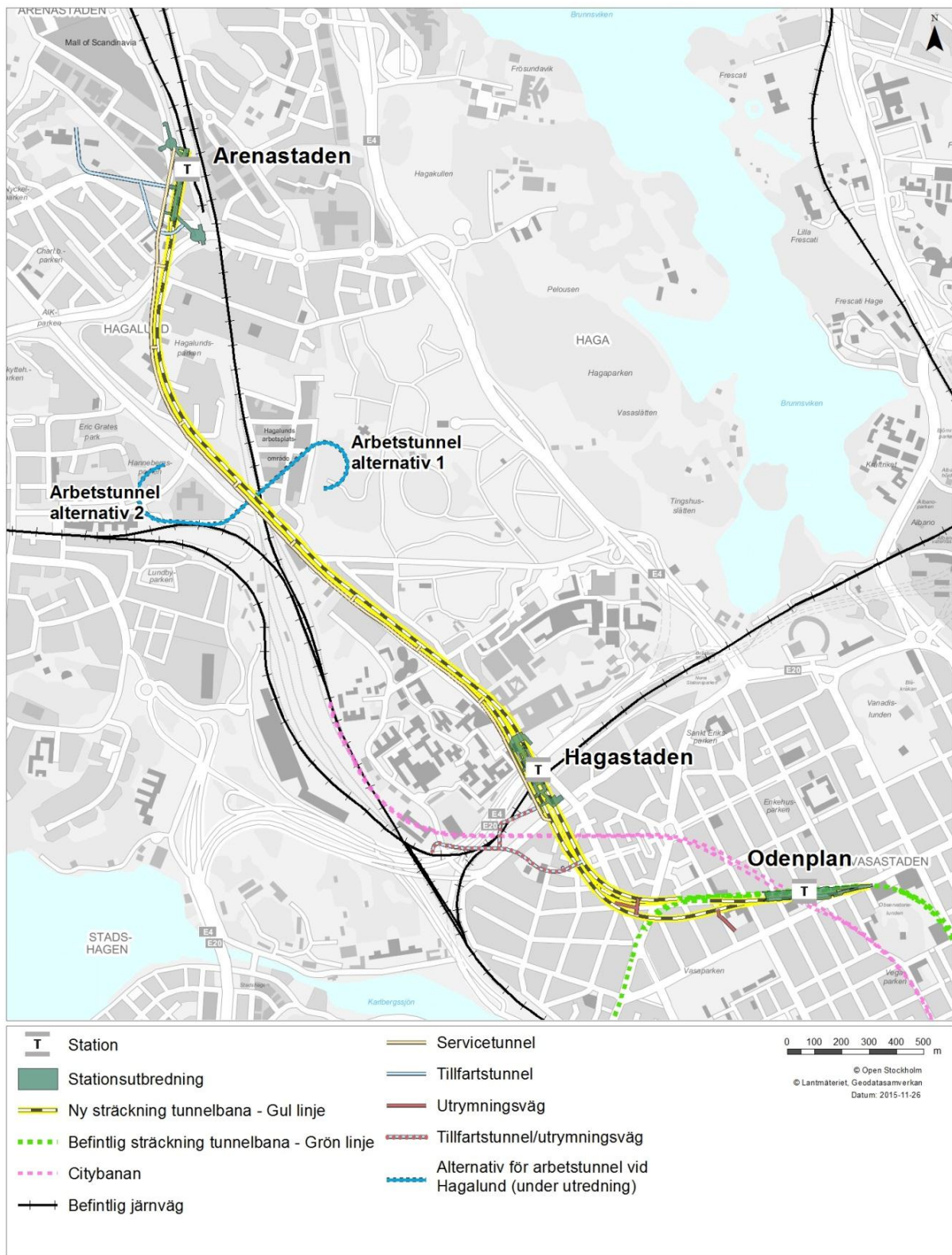


Figur 2. Tunnelbanans sträckning mellan Odenplan och Hagastaden.

Den nya stationen vid Odenplan förläggs direkt söder om befintlig station för Grön linje och i samma nivå med denna, varför plattformens golv kommer att ligga cirka tio meter under markytan. Spåren från den Gula linjen ansluter dels till den nya plattformen, dels till den befintliga plattformen för Grön linje. Placeringen av stationen möjliggör en enkel omstigning för resenärer mellan tunnelbanelinjerna och mellan tunnelbana och Citybanan. Gul linje, Grön linje och Citybanan kommer att ha en gemensam entré vid Odenplan. Inom ramen för utbyggnaden av Gul linje skapas även en ny entré vid Karlbergsvägens södra trottoar strax väster om Gustaf Vasa kyrka.

Vid Hagastaden kommer en ny station att byggas cirka 25 meter under markytan. Stationen kommer att ha en sydlig entré vid Torsplan och tre nordliga entréer; en i Nya Karolinska Solnas, NKS, entré, en vid Hagaplan, söder om sjukhuset, och en vid Karolinska Institutet.

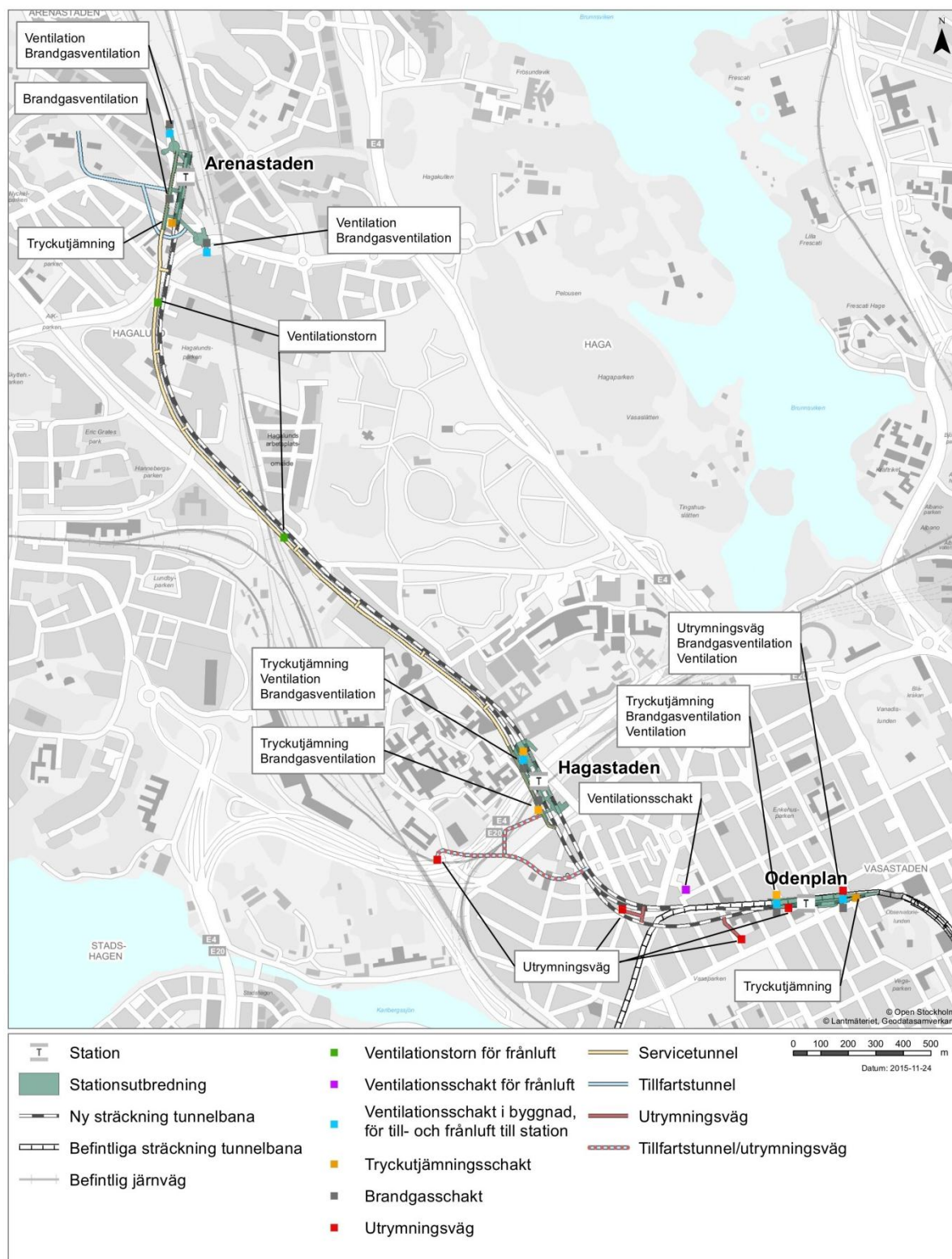
Vid Arenastaden kommer en ny station att byggas cirka 35 meter under markytan, norr om Frösundaleden. Stationen kommer att ha en sydlig entré och två nordliga. Den södra entrén kommer att placeras i korsningen Råsundavägen/Frösundaleden, och mynna i den tunnel som idag finns under Frösundaleden och som sammanbinder Tvärbanans hållplats med Solna station. De två nordliga entréerna kommer att ansluta till Målbron, som sammanbinder köpcentret med Solna station, respektive korsningen Pyramidvägen och Råsta strandväg.



Figur 3. Sträckning och stationslägen för tunnelbanan mellan Odenplan och Arenastaden.

Tunnelbanan är till övervägande del en anläggning under mark. De anläggningar som kommer att byggas ovan mark visas i Figur 4. De är följande:

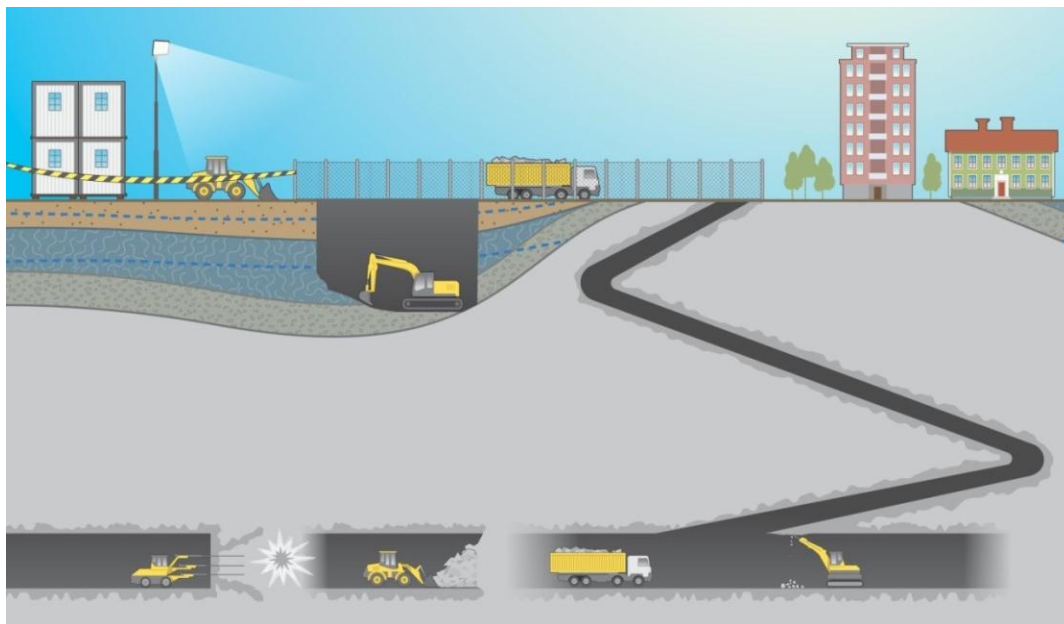
- Entrébyggnader
- Utrymningsvägar
- Tryckutjämningsschakt
- Brandgasschakt
- Ventilationstorn- och schakt
- Tunnelöppningar för service- och utrykningsfordon



Figur 4. Planerade lokaliseringar för byggande av ovanmarksanläggningar.

3 Generell beskrivning av byggskedet

Byggskedet omfattar byggande av spårtunnlar, arbetstunnlar, utrymningstunnlar och en service-tunnel, se Figur 5. Det omfattar också byggnation av och andra ovanmarksanläggningar, se kapitel 2. 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. Illustration som visar byggandet av tunnelbanan.

Val av byggmetoder avgörs vanligtvis av den entreprenör som upphandlas. I detta skede är det därför inte möjligt att exakt beskriva vilka metoder som kommer att användas under byggskedet. Undantag från detta kan förekomma om byggherren, i detta fall FUT, ställer krav på en viss byggmetod i förfrågningsunderlaget. Detta kan komma att ske inom några av områdena för Gul linje.

Förutom eventuella krav på byggmetod kommer FUT att ställa krav på entreprenören 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.

Under förutsättning att inga överklaganden sker planeras byggskedet för Gul linje starta med upphandling av entreprenörer under 2016. Byggandet bedöms sammantaget ta sex år och linjen beräknas således vara klar för trafik år 2022.

I detta kapitel finns generell information om byggandet av den Gula linjen. I kapitel 4 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 3 och 4 som ligger till grund för de konsekvensbedömningar för miljö och hälsa som redovisas i kapitel 5.

3.1 Förberedande arbeten

Innan själva 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 de planerade stationslägena och i anslutning till arbetstunnlarnas mynningar, se avsnitt 3.2. Trafikomläggning planeras och genomförs.

Vissa förberedande arbeten för framtida stationsuppgångar vid Torsplan, i NKS och vid Hagaplan utförs redan under hösten 2015 som del i de byggnationer som pågår i området.

De förberedande arbetena är sådana som kan genomföras utan en gällande järnvägsplan. Däremot kan andra tillstånd krävas.

3.2 Arbetstunnlar samt etableringsytor och arbetsområden

Vid byggnationen av den nya tunnelbanan kommer det att behövas arbetstunnlar under mark. Tre arbetstunnlar planeras:

- En arbetstunnel med mynning i Citybanans tillfartstunnel vid Tomtebodan. Denna kommer att förgrena sig så att en tunneldel går mot servicetunneln vid station Hagastaden och en tunneldel ansluter mot spårtunneln mot Odenplan, se Figur 3.
- En arbetstunnel mitt på sträckan för att ansluta mot servicetunneln under Hagalund. Två alternativa lägen för denna arbetstunnel håller på att utredas.
- En arbetstunnel som ansluter till servicetunneln vid station Arenastaden. Mynningen för denna arbetstunnel ligger vid Dalvägen.

Från arbetstunnlarna kommer bergmassor att lastas ut. En mindre mängd bergmassor kommer även transporteras ut från arbetsområdet invid Karlbergsvägen väster om Odenplan. Störningar vid arbetstunnlarnas mynningar är främst kopplade till tunga transporter, men även under vissa perioder till sprängningsarbeten. Arbetstunnlarna vid station Hagastaden och station Arenastaden kommer att permanenteras och blir då tillfartstunnlar till den färdiga anläggningens service-tunnel.

Etableringsytor och arbetsområden kommer att behövas vid såväl stationer som vid arbetstunnelmynningar. Inom arbetsområdena genomförs byggarbeten, exempelvis schaktning. Etableringsytor är ytor för kontor och personalbodar, uppställning av byggkranar och arbetsfordon samt för att tillfälligt förvara byggmaterial, teknisk utrustning och inredning 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 4.

Störningar från arbetet vid stationerna kommer att uppstå i form av motorljud från maskiner, från trafik till och från området och från byggarbeten som exempelvis spantning och borrhning. För att undvika stora mängder transporter i de tätbebyggda miljöer där stationerna placeras, kommer så mycket arbete som möjligt att ske under mark och så många av transporterna som möjligt kommer att ske via arbetstunnlarna. Där det är nödvändigt kommer etablerings- och arbetsområden att avskärmas mot omgivningen för att byggarbetena ska störa så lite som möjligt och för att minimera risken för olyckor.

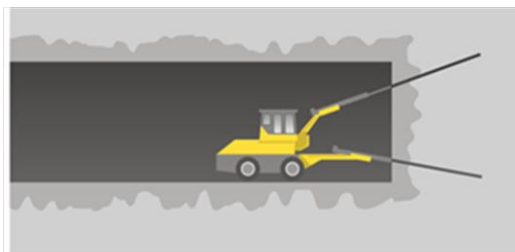
Målsättningen är att minimera ytanspråket under byggskedet för att på så vis minimera omgivningspåverkan. När byggskedet är över kommer marken inom de arbets- och etableringsområden som tagits i anspråk under byggskedet att återställas.

3.3 Tunneldrivningsmetod

Majoriteten av byggarbetena kommer att ske i berg under mark. Spårtunnlarna och stationerna kommer till största del att drivas (tillskapas) med konventionell borrar och sprängning. De huvudsakliga arbetsmomenten vid tunneldrivning är förinjektering, salvbörning, laddning och sprängning, bergrensning samt bergförstärkning och eventuellt efterinjektering. Mer information om dessa arbetsmoment finns i faktarutan nedan.

Faktaruta: Tunneldrivning i berg

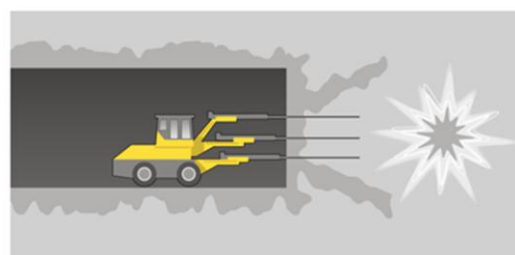
Borrning för injektering: 15-25 meter långa hål borrar runt den blivande tunneln.



Förinjektering: Betong sprutas in i borrhålen 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.



Salvbörning, laddning och sprängning: 1-5 meter långa hål borrar i tunneln och laddas med sprängämne. Sprängningsarbetena 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 sprutbetong och bultar. Bergytan spolas ren med vatten och de utsprängda massorna bevattnas för att reducera dammspridning. Slutligen lastas massorna ut och transporteras bort.



Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn per front. Vissa sträckor kan kräva försiktigt berggutttag, vilket innebär 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 och det innebär att det kommer finnas flera fronter där byggverksamhet pågår.

I övergångarna mellan jord och berg, det vill säga vid bergtunnelpåslagen, 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.

3.4 Byggarbeten i jord

Vid byggnation av stationsentréer och andra anläggningar ovan mark kommer det att krävas byggarbeten i jord. Det finns flera alternativa byggmetoder för arbeten i jord; *Top-down*, *jordtunnel* och *öppet schakt*. Med *Top-down*-metoden byggs anläggningens tak på stödkonstruktionens väggar så snart schakten nått nivån för taket. Det innebär att marken ovan kan användas medan byggarbeten pågår under mark. Metoden *jordtunnel* innebär att tunneln borrar i jord under mark.

Den metod för byggande i jord som i första hand bedöms vara aktuell vid byggandet av Gul linje är *öppet 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, borrar eller bergskärning tar vid. I det öppna schaktet byggs sedan en betongkonstruktion. När arbetet är klart sker återfyllnad av jord runt anläggningen alternativt så däckas hela anläggningen över och marken återställs. Slutligt val av sponttyp kommer att baseras på geotekniska förhållanden och eventuellt restriktioner med avseende på buller, vibrationer i närliggande anläggningar och byggnader.

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 kontaktingjektering. Denna åtgärd begränsar vattenflödet in i schaktgropen.

3.5 Byggande av bergschakt

Vertikalschakter i berg, för exempelvis ventilationsschakt, kan byggas på olika sätt. Antingen borrar och sprängs schakten på konventionellt sätt, se avsnitt 3.3, eller så utförs sågning eller spräckning av berg eller så kallad raiseborrning. Sågning eller spräckning av berg utförs när det finns känsliga verksamheter eller bostäder mycket nära arbetsområdet. Raiseborrning innebär att ett litet hål borrar från mark ned till tunneln. Därefter borrar hålet större genom att ett borraraggregat dras upp genom berget och lämnar efter sig ett runt borrhål. Det berg som borrar loss faller ned till den lägre nivån.

3.6 Masshantering och byggtransporter

Byggandet av den Gula linjen kommer att kräva transporter av stora mängder berg- och jordmassor samt byggmaterial. Enligt en översiktlig uppskattning kommer i storleksordningen cirka 630 000 m³ fast berg att behöva transporteras ut. Huvuddelen av alla bergmassor kommer att transporteras ut via arbetstunnlarna i Tomtebodan och vid Dalvägen i Arenastaden samt eventuellt via en arbetstunnel i Hagalund.

Bergmassorna 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. Generellt är det så att ju större lastbilar som används desto färre blir transporterna. 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 upp till 200 masstransporter per dygn från respektive arbetstunnelmynning. Varje lastbil kör fram och tillbaka vilket innebär som mest 400 fordonsrörelser per dygn från respektive tunnelmynning för masstransporter. Utöver det tillkommer även vissa andra byggtransporter.

Utöver transporter från arbetstunnlarna kommer mindre mängder berg- och jord transporteras bort från de platser där ovanmarksanläggningar byggs.

Under de första åren kommer masstransporter att dominera transportflödet, men under de sista åren kommer det att vara mer intransporter av byggmaterial. Exakt vilka vägar i det befintliga vägnätet som kommer att användas som transportvägar är inte möjligt att närmare ange i detta skede.

3.7 Trafik under byggskedet

Byggandet av de tre stationerna kommer att kräva trafikomläggningar under vissa perioder. Vilka vägar som eventuellt påverkas beskrivs i kapitel 4.

Gröna linjen kommer behöva stängas av under längre perioder, detta föreslås ske under sommaren. Sannolikt behövs även kortare avstängningar göras av Gröna linjen exempelvis kvälls-/natttid samt över helger.

Citybanan och Norra Länken kan komma att påverkas tillfälligt. Utredning om detta pågår.

3.8 Processvatten

Vatten kommer att användas vid borrhning, injektering samt vid renspolning av tunnarnas väggar och tak samt bergmassor. Detta vatten kan innehålla cementrester från injektering och förstärkning, sprängämnesrester, borrhax 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. 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.

Stockholm och Solna stad har riktlinjer för hur vatten från byggarbetsplatser ska hanteras. Vart vatten kan ledas beror på föroreningsinnehåll och förutsättningar på platsen. Normalt sker olje- och slamavskiljning på plats. Är vattnet kvävehaltigt förs det därefter normalt till ett reningsverk. Eftersom vatten från sprängning och borrning kan innehålla höga halter av kväve från sprängmedel bör allt process- och länshållningsvatten behandlas i reningsverk.

Faktaruta: Skillnaden mellan processvatten och länshållningsvatten

Vid tunneldrivning i berg bildas stora mängder förorenat *processvatten*, exempelvis vatten som använts för att kyla borrarerna 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.

3.9 Arbetstider

För att tunnelbanan så snart som möjligt ska komma i drift kommer byggarbeten att behöva ske dygnet runt. Eftersom tunnelbanan byggs i närheten till bostäder och känsliga verksamheter måste dock byggmetoder väljas och produktionen planeras så att störningar för omgivningen begränsas. Många arbetsmoment i tunnlar kommer inte att märkas för de som bor intill tunnlar eller vid något av arbetsområdena. Andra arbeten kommer att märkas.

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 5.1.

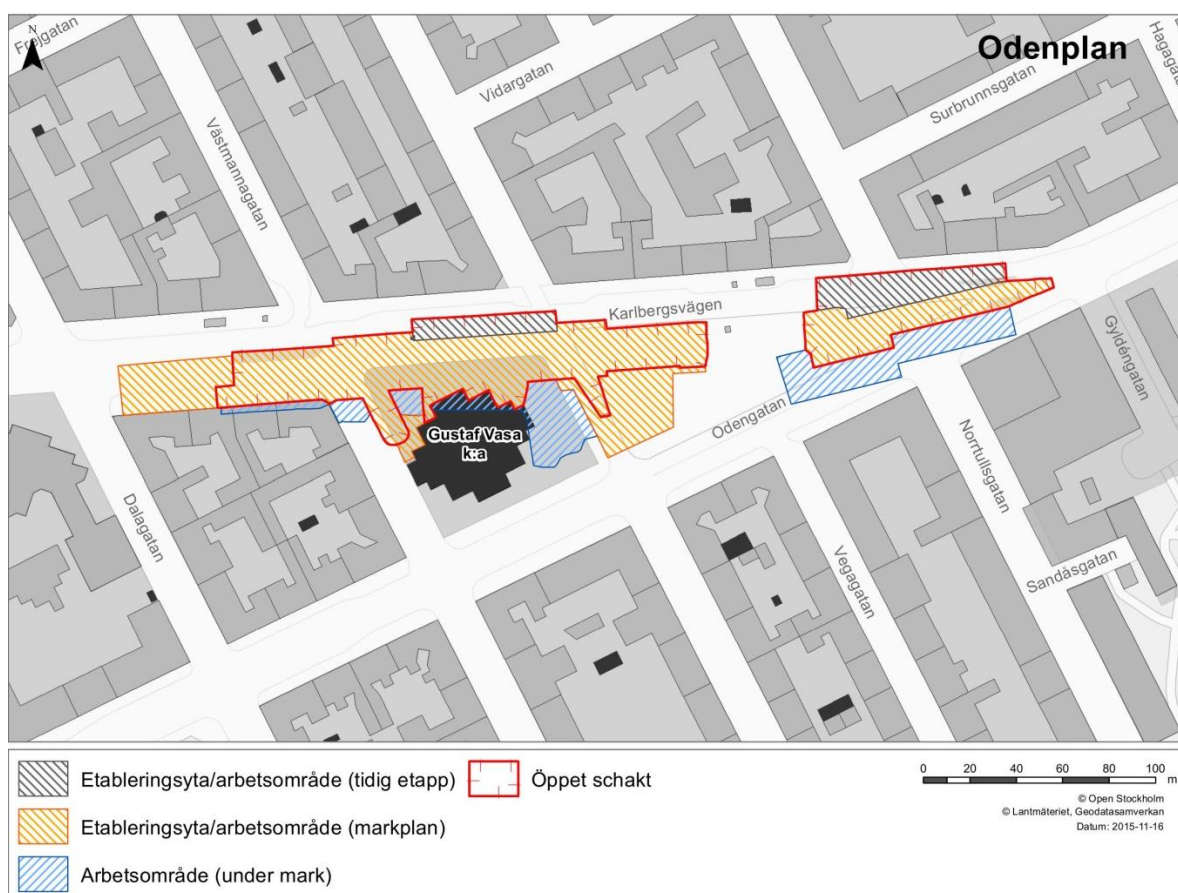
Ibland kan det bli aktuellt att frånga riktvärdena. I så fall görs det i samråd med tillsynsmyndigheten. Vid sådana tillfällen måste det dock ske en avvägning mellan de vinster som uppnås i form av snabbare byggande och de följder i form av störningar som riskerar att uppstå. Restriktioner av arbetstiden kan förlänga byggskedet och därmed också tidsperioden för störningarna. En förlängning av byggskedet innebär oftast även att kostnaden för projektet ökar.

4 Byggandet av stationer och andra ovanmarksanläggningar för Gul linje

4.1 Odenplan

På Odenplan och längs Karlbergsvägen väster om Odenplan kommer det att bedrivas arbete i öppna schakt inom två områden, se Figur 6. Det ena området är beläget i östra delen av Odenplan, i spetsen där Karlbergsvägen och Odengatan möts. Det andra området (västra) sträcker sig utmed Karlbergsvägen mellan Odenplan och kvarteret Snöklockan, en sträcka på omkring 200 meter.

Anledningen till arbetet vid Odenplan kommer att bedrivas i öppna schakt är att befintlig station för den Gröna tunnelbanelinjen ligger grunt och att den Gula linjen ska ansluta med ett spår intill befintlig station. Jord- och bergschakter kommer att utföras till ett schaktdjup på cirka 10-13 meter. Tre alternativa byggmetoder har studerats för byggandet av nytt plattformsutrymme på sträckan norr om Gustaf Vasa kyrka. Bortvalda metoder och motiv till vald metod redovisas i *PM Alternativa produktionsmetoder nytt plattformsrum Odenplan*.



Figur 6. Mark kring station Odenplan som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och etableringsytor.

Flera olika sponttyper kommer sannolikt att användas vid Odenplan eftersom de geotekniska förutsättningarna varierar inom området. Restriktioner med avseende på buller och vibrationer i närliggande anläggningar och byggnader kan också komma att påverka val av spont. Där vibrationskänsligheten är som högst kommer troligtvis borrade rörsponter att användas. Från Odenplan sänks tunnelns profil successivt och när tillräcklig bergtäckning erhålls övergår byggarbetena till tunneldrivning i berg.

Byggarbetena vid Odenplan beräknas totalt sett pågå under fem år, inklusive förberedande arbeten. Spontning, borrning och sågning av berg, schaktning och andra byggmoment som medför buller beräknas pågå periodvis under två till tre år.

En ramp kommer att byggas på Upplandsgatan vid Odenplan för byggtransporter till och från byggarbetsplatsen för Odenplans station. De schaktmassor som kommer av tunnelbyggandet i anslutning till Odenplans station, en tunnelsträcka på cirka 50 meter, kommer även de att transporteras ut denna väg.

I östra delen av Odenplan kommer en cirka 50 meter lång betongtunnel att byggas. Det planeras för en ramp i anslutning till korsningen Odengatan – Karlbergsvägen öster om Odenplan för detta arbete. Schaktmassor från byggandet av betongtunneln kommer att transporteras ut via denna ramp.

Byggverksamheten vid Odenplan kommer att medföra restriktioner för trafiken i närområdet. Odengatan och Karlbergsvägen kommer periodvis att behöva stängas av för genomfartstrafik. Det innebär att genomfartstrafiken behöver ledas om på andra gator. Det kommer att vara stort fokus på framkomligheten för gående, cyklister och busstrafik, men det kommer ändå att bli begränsningar. Transporter till och från fastigheter i området ska fungera under hela byggperioden.

Det har genomförts en trafiksimulering för att se hur biltrafiken kommer förflyttas vid begränsad framkomlighet på Odengatan och Karlbergsvägen. Simuleringen visar att den största trafikökningen kommer att ske på Odengatan väster om Odenplan följt av Frejgatan, Dalagatan, Hälsingegatan och Karlbergsvägen väster om Odenplan. De största trafikminskningarna sker givetvis på Odengatan och Karlbergsvägen vid Odenplan samt på båda dessa gator en bit öster- och västerut. Minskningar sker även på Upplandsgatan söder om Odengatan samt Vegagatan. Risken för ökad köbildning är som störst på Odengatan väster om Odenplan, på Sankt Eriksgatan och Gävlegatan.

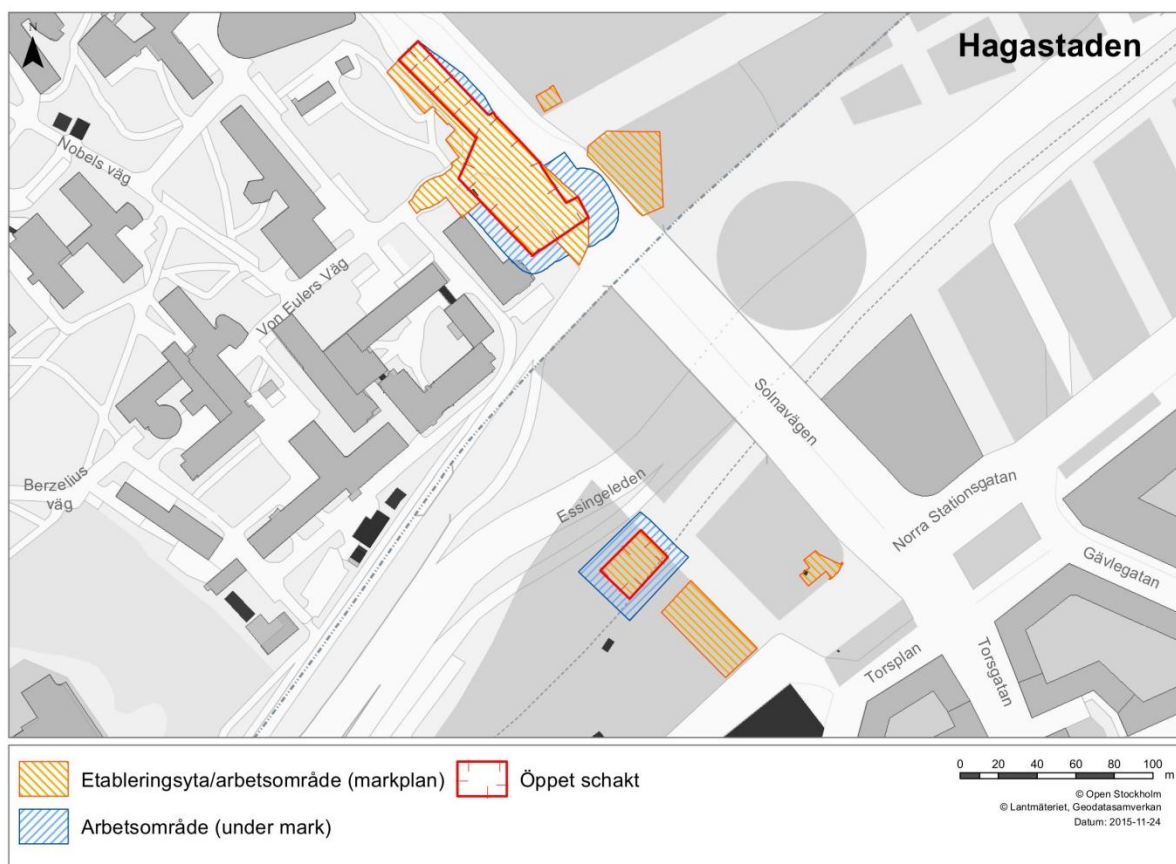
Den ramp som behöver byggas på Upplandsgatan gör att större delen av gatan stängs av mellan Karlbergsvägen och Odengatan. Schaktet som krävs för att bygga den nya uppgången på Karlbergsvägen ligger under Västmannagatans anslutning mot Karlbergsvägen. Anslutningen måste därför stängas under hela byggperioden.

4.2 Hagastaden

Vid station Hagastaden kommer det att bedrivas arbete i öppna schakt inom två områden, se Figur 7. Det är dels i söder, invid den södra entrén mot Torsplan, och dels ett större område beläget längre norrut vid de två nordliga stationsentréerna vid Hagaplan och Karolinska Institutet.

Schakterna kommer att vara omkring 10 meter djupa och måste stabiliseras med en stödkonstruktion i form av exempelvis spont. Restriktioner med avseende på buller och vibrationer i närliggande anläggningar och byggnader kan komma att påverka val av sponttyp. Vid Hagastaden är det framförallt vibrationskänsliga verksamheter i Karolinska sjukhuset och Karolinska Institutet som måste beaktas. I övrigt byggs station Hagastaden som en berganläggning.

Förberedande arbeten för stationsentrén vid Torsplan, i NKS och vid Hagaplan har redan påbörjats inom ramen för de byggprojekt som nu pågår. Genom att göra dessa förberedande arbeten redan nu kan störningarna för verksamheterna i den färdigställda byggnaden vid Torsplan och i NKS bli mindre.



Figur 7. Mark kring station Hagastaden som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och etableringsytor.

Byggarbetena vid station Hagastaden beräknas totalt sett pågå under fem till sex år, inklusive förberedande arbeten. Spontningen för öppet schakt, som kommer att medföra höga bullernivåer, beräknas pågå under cirka ett år i det norra arbetsområdet.

Det norra arbets- och etableringsområdet innebär restriktioner för trafiken på Solnavägen. Byggarbetena kommer att planeras så att ett körfält i vardera körriktningen på Solnavägen alltid är öppet för trafik.

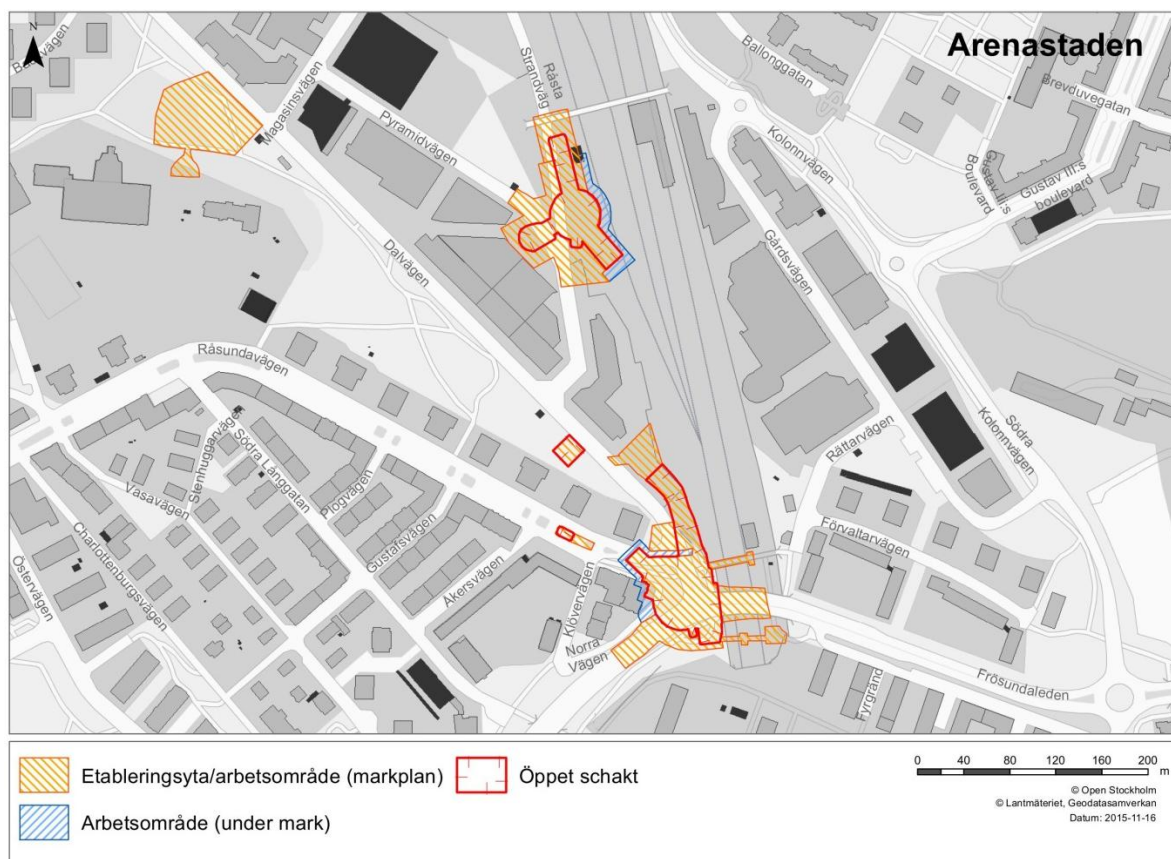
4.3 Arenastaden

Vid station Arenastaden kommer det att behövas arbets- och etableringsområden ovan mark på fem platser, se Figur 8. Inom fyra av dessa områden kommer det att genomföras arbeten i öppna schakt. Det är dels två mindre områden vid Dalvägen respektive Råsundavägen, dels två större områden vid de två biljetthallarna. Det större arbets- och etableringsområdet i norra delen av Dalvägen ligger i anslutning till arbetstunnelmynningen. Byggandet av arbetstunneln börjar med sprängning ovan mark. Utöver ovanstående schakter ska ett ventilationstorn byggas söder om Frösundaleden vid Kyrkbacken. I övrigt byggs station Arenastaden som en berganläggning.

Det kommer att krävas 15-20 meter djupa jordschakt. Dessa måste stabiliseras med en stödkonstruktion. Vilken sponttyp som kommer att användas beror på de geotekniska förutsättningarna. Restriktioner med avseende på buller och vibrationer i närliggande

anläggningar och byggnader kan också komma att påverka val av spont. Detta gäller framför allt för schakterna för stationerna vilka kommer göras nära befintliga byggnader.

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 till ett och ett halvt år i det större norra arbetsområdet och etappvis under totalt ett till två år i det större södra området.



Figur 8. Mark kring station Arenastaden som tas i anspråk under byggskedet som arbetsområden och etableringsytor.

Byggarbetena med den södra biljetthallen under Frösundaleden innebär att trafiken kommer begränsas. Trafiken in mot Vasalund, bland annat busstrafiken, kommer behöva ledas om då avfarten till Råsundavägen kommer att behöva stängas av under delar av byggskedet. Gång- och cykeltrafiken längs med Frösundaleden säkerställs genom att det byggs en tillfällig bro över spåren söder om Frösundaleden.

Bergmassor från tunneldrivningen kommer att transporteras ut via arbetstunneln vid Dalvägen och troligtvis vidare norrut mot Enköpingsvägen via Evenemangsgatan, Råsta Strandväg och Sjövägen. Massor från de öppna schakten vid station Arenastadens norra och södra biljetthall kommer sannolikt att transporteras samma väg.

4.4 Återställning av arbetsområden och etableringsytor

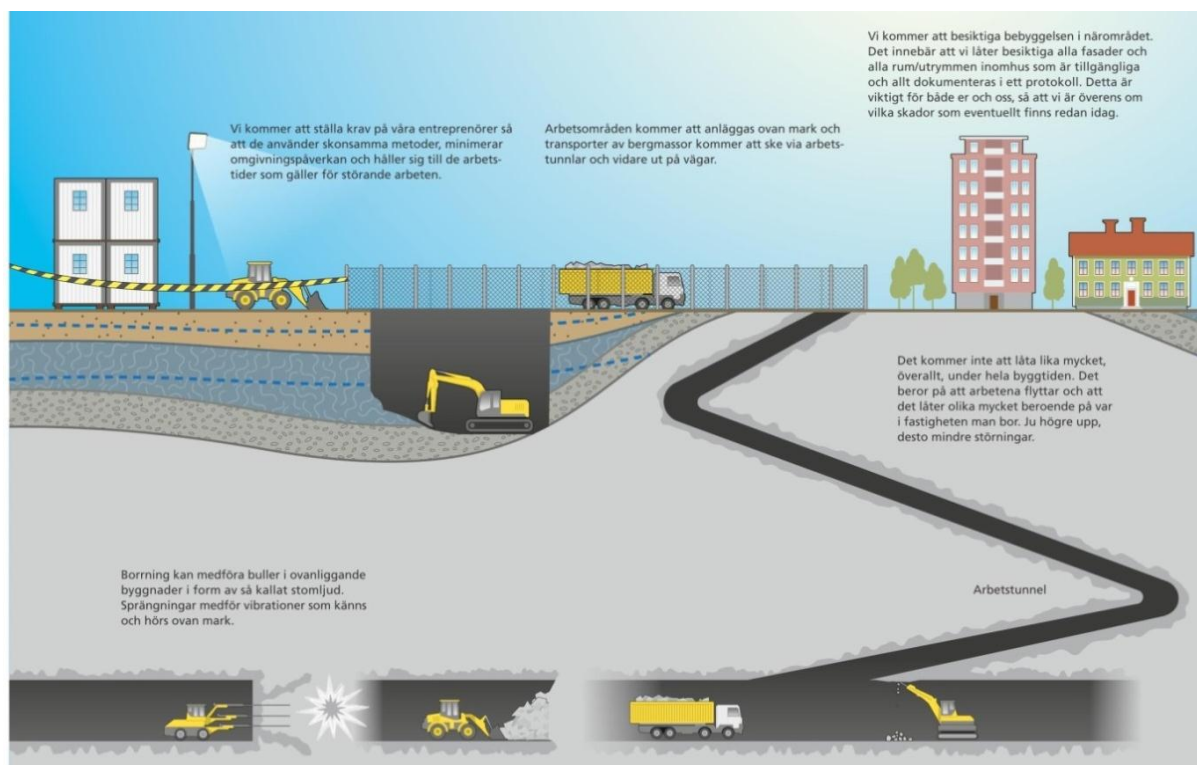
Efter att ovanmarksarbetena är färdiga kommer marken inom arbetsområden och etableringsytor att återställas. Där träd tagits ned kommer om möjligt nya träd att planteras.

5 Byggskedets påverkan, effekter och konsekvenser

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
- Luftkvalitet
- Vatten
- Naturmiljö och rekreation
- Kulturmiljö och stadsbild
- Olycksrisker
- Klimatpåverkan
- Sociala konsekvenser

För varje aspekt som beskrivs i efterföljande avsnitt (5.1 - 5.10) föreslås åtgärder som kan genomföras för att minska byggskedets konsekvenser. Dessa åtgärder kan inte regleras med järnvägsplan eller detaljplan utan kommer att hanteras i det fortsatta projekteringsarbetet genom bland annat miljökrav i upphandling och kontrollprogram. FUT kommer att ha en omfattande miljöstyrning i syfte att säkerställa att dessa krav omhändertas av entreprenörerna, se Figur 9. En del av åtgärderna kommer att regleras vid tillståndsprövning enligt miljöbalken eller genom ansökan hos kommunen.



Figur 9. Miljökonsekvenser under byggskedet.

5.1 Stomljud

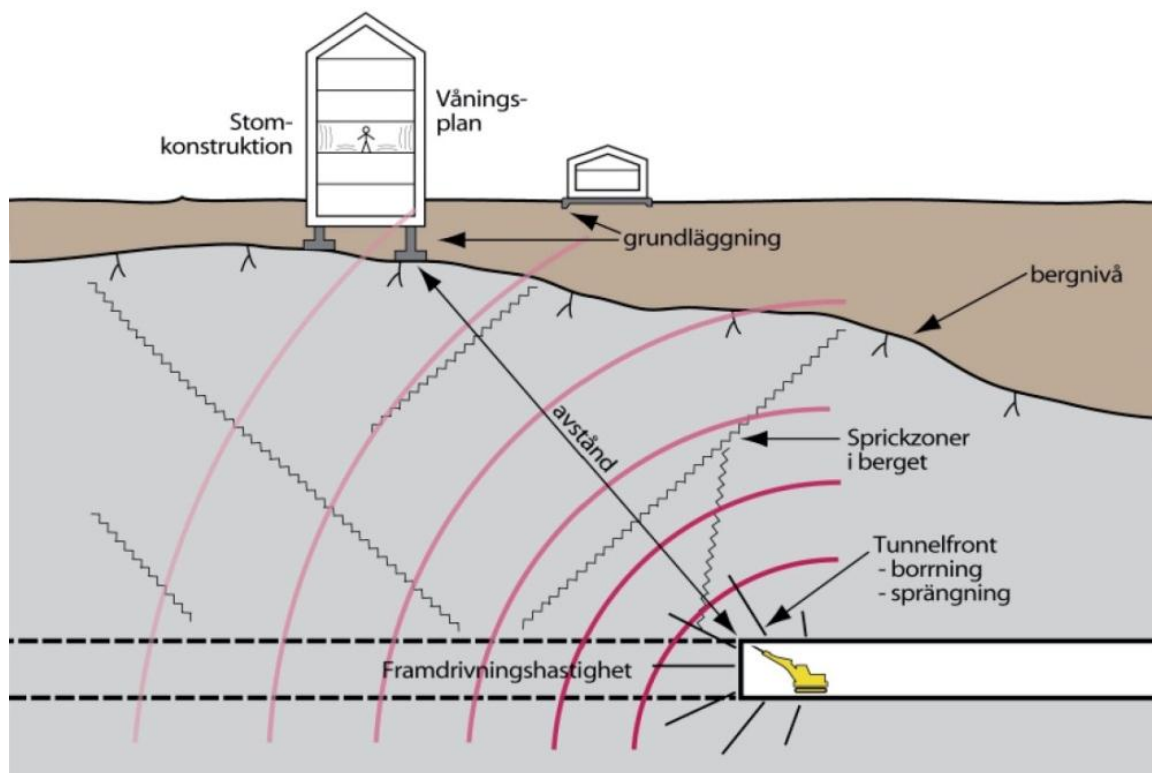
Borrning, sprängning och spontning ger upphov till stomljud i närliggande byggnader. Stomljud avtar med stigande avstånd vilket innebär att störst risk för störning är när borrhningen sker under den plats där bygganden står. Enligt Naturvårdsverkets riktvärden bör stomljudsnivån dagtid inomhus i bostäder och vårdlokaler 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 borrhning, 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 bormaskiner i drift samtidigt, byggnadens grundläggning och stomkonstruktioner samt på bostadens/lokalens läge i byggnaden. Faktorer som påverkar stomljud illustreras i Figur 10.

Erfarenheter från de senaste årens tunnelprojekt har visat att boende riskerar att störas av stomljud från borrhning 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 10. Faktorer som påverkar stomljuds nivåer i en byggnad (Källa: E4 Förbifart Stockholm Miljökonsekvensbeskrivning).

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 Tabell 1. Byggbullernivåerna för byggande av Gula linjen kommer att fastställas i miljödomen och de krav som läggs fast kan skilja sig åt från Naturvårdsverkets riktvärden.

Tabell 1. Riktlinjer för byggbuller inomhus enligt Naturvårdsverket, NFS 2004:15.

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 LAmx
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)	-	-	-	-	-

* 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.

Framdriften för spår- och arbetstunnlarna är 5-25 meter per vecka. Det innebär att de som bor eller arbetar rakt ovanför tunneln kan uppleva stomljud först ganska lågt i cirka fem veckor, därefter starkare i cirka tio veckor för att sedan avta igen under ytterligare fem veckor. Därefter kommer stomljuden att vara små.

5.1.1 Odenplan - Hagastaden

Där tunneln byggs väster om Odenplan är avståndet mellan tunnel och bebyggelse som minst åtta meter. I byggnader nära spårtunneln, som är grundlagda direkt på berg, visar beräkningar på stomljuds nivåer från borrhning på upp till 65-75 dB(A) inomhus, se Figur 11. Det är 20-30 dB(A) över riktvärdet inomhus dagtid, 45 dB(A).

I exempelvis kvarteret Snöklockan kommer 45 dB(A) överskridas under 5-7 månader beroende på våning. Närmare Norra Stationsgatan, där avståndet mellan tunnlar och markyta är något större (cirka 20-25 meter), bedöms stomljuds nivåerna vara lägre men fortfarande upp mot 65 dB(A) för de nedre våningsplanen. Många bostäder men även kontor och lokaler, som ofta ligger i markplan, kommer att få höga stomljuds nivåer.

Vid Hagastaden är avståndet mellan tunnlar och markyta cirka 20-30 meter. I den västra sjukhusbyggnaden i NKS beräknas samtliga 10 våningsplan, varav sex plan med vårdavdelningar, få stomljuds nivåer som överskrider 45 dB(A). De nedre vårdavdelningarna får nivåer upp mot 55-60 dB(A) i några veckor och riktvärdet 45 dB(A) överskrids i cirka två månader. Delar av Karolinska Institutet, bland annat Nobel Forum och nya aulan samt den forskningsbyggnad som byggs norr om NKS får stomljuds nivåer på upp mot 50-55 dB(A) vilket innebär att riktvärdet dagtid, 45 dB(A), överskrids.

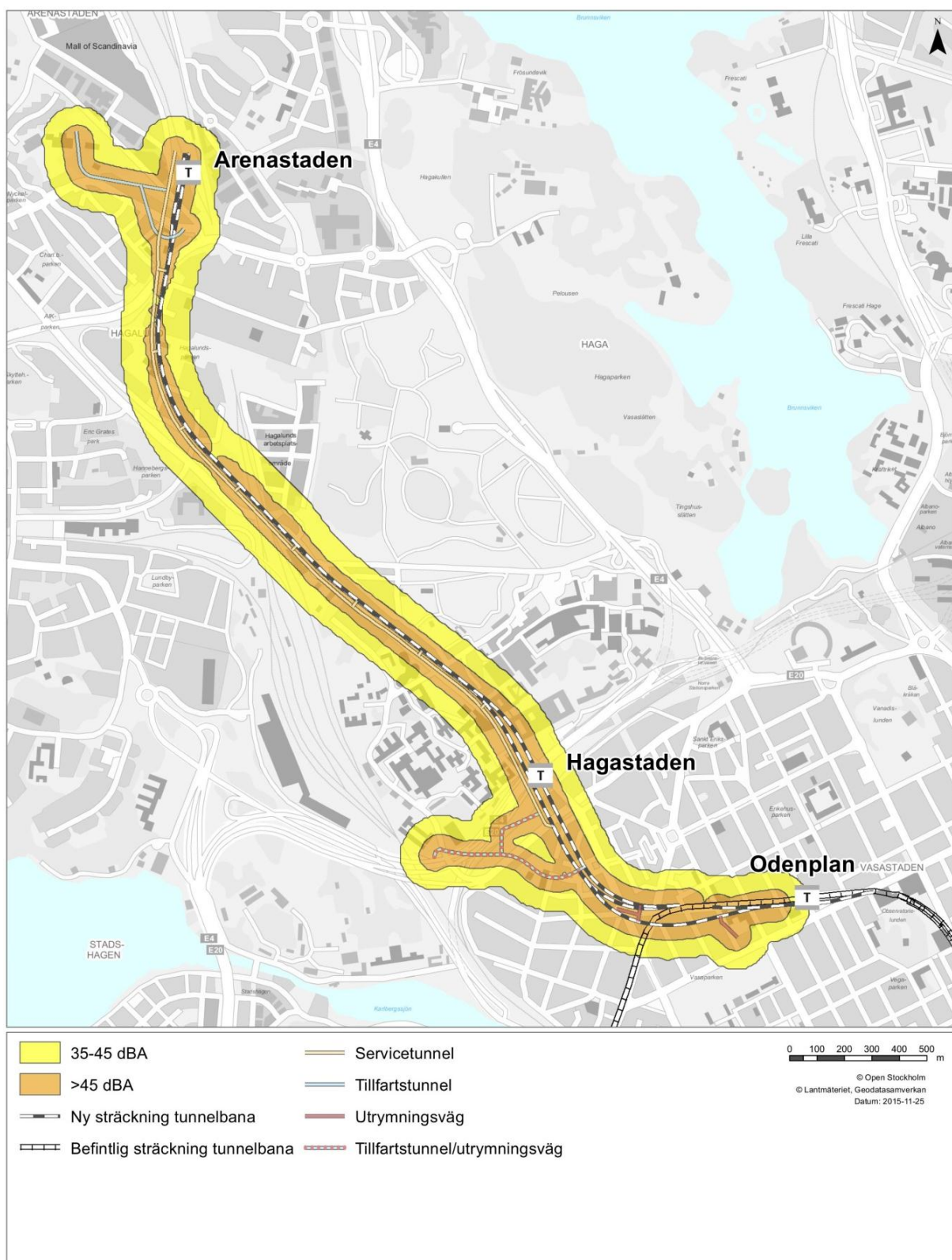
Flera skolor och förskolor kommer även få stomljuds nivåer över 45 dB(A), bland annat Vasa Real.

Byggskedet bedöms medföra stora störningar i NKS samt i bostäder, kontor och lokaler. För boende kan behovet av tillfälliga boenden och tillfälliga vistelser bli stort. Eftersom det inte finns någon möjlighet att dämpa stömljud, 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.

5.1.2 Hagastaden - Arenastaden

All bebyggelse direkt ovanför tunnelarna kommer att få stomljuds nivåer över 45 dB(A), förutom Blåkulla, se Figur 11. Den bostadsbebyggelse som berörs av dessa stomljuds nivåer finns direkt norr om Hagastaden, vid och nära Västra vägen, vid Hagalund samt kring och söder om Råsundavägen. Flera skolor och förskolor kommer även få stomljuds nivåer över 45 dB(A), bland annat Hagalundsskolan, Fridhemsskolan och Solna gymnasium.

Avstånden mellan tunneldrivningen och bebyggelse är generellt sett större utmed sträckan Hagastaden-Arenastaden än utmed sträckan Odenplan-Hagastaden, varför stomljuds nivåerna blir lägre. Stomljuds nivåerna beräknas generellt som högst vara strax över 45 dB(A). Den tidsperiod under vilken stomljuds nivåerna är höga kommer även att vara kortare än på föregående sträcka. Sammantaget bedöms därför störningar orsakade av stömljud vara mindre utmed sträckan Hagastaden-Arenastaden.



Figur 11. Stomljudsnivåer från tunneldrivning. Arbetstunneln vid Hagalund som håller på att utredas saknas i bilden.

5.1.3 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- De hushåll som får höga stomljuds nivåer kommer att erbjudas tillfälligt boende/vistelse.
- Det kommer att tas fram ett kontrollprogram för stömljud under byggskedet.
- Boende och andra berörda kommer få kontinuerlig information om byggverksamheten.. Det gäller information om själva bygget samt när och hur länge olika arbeten ska pågå. Det kommer även finnas en kontaktperson som de som upplever sig störda kan vända sig till.

5.2 Bygg- och trafikbuller

Byggmoment från ovanmarksarbeten, exempelvis spontning och borrhning, medför luftburet byggbuller som kan medföra störningar. Sprängning bedöms endast ge kortvariga störningar. Ett moment som kan skapa mycket höga ljudnivåer är då grävmaskinerna gräver upp sprängsten och lastar den på lastbilsflak.

Faktaruta: 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.

De riktvärden för byggbuller som Naturvårdsverket har tagit fram redovisas i Tabell 1 i föregående avsnitt, *5.1 Stömljud*.

Ovanmarksarbeten såsom spontning och schaktning kommer att genomföras i mycket nära anslutning till bebyggelsen vid Odenplan, se Figur 6. Vid de flesta fasader vid Odenplan och fasader längs Karlbergsvägen närmast Odenplan beräknas det bli ljudnivåer på mellan 70-90 dB(A) ekvivalent ljudnivå. De högsta ljudnivåerna orsakade av spontningsarbeten beräknas uppstå i byggnader precis väster om Gustaf Vasa kyrka, där ljudnivån beräknas överstiga 90 dB(A) ekvivalent nivå. Risken för bullerstörning vid Odenplan bedöms vara stor.

I det direkta närområdet till Hagastadens station finns inga bostäder. Risken för att boende störs av de ovanmarksarbeten som sker vid denna station bedöms därför vara liten. Ovanmarksarbetena bedöms dock medföra störningar för de som arbetar eller befinner sig i de verksamhets- och kontorsbyggnader som finns i anslutning till stationen. Byggbullret kommer påverka den närmsta byggnaden i NKS, vilket är samma byggnad som kommer beröras av stömljud.

Byggandet av den södra stationsentrén vid Arenastaden kommer att genomföras mycket nära bostadsbebyggelsen vid Norra vägen och Råsundvägen, se Figur 8. Den närmast liggande bebyggelsen beräknas kunna få ljudnivåer upp mot 70-80 dB(A) ekvivalent ljudnivå vid fasad. Risken för störning bedöms vara stor för boende i närheten av den södra entrén. I närheten till de två norra entréerna finns risk för störning för kontor och verksamheter.

Med en hög bullerskärm i arbetsområdenas ytterkanter kan en viss skärmande effekt för kringliggande byggnadernas bottenvåning 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.

Riktvärdena för utomhusmiljön kommer, trots åtgärder såsom bullerskärmar och ljuddämpande utrustning, vara svåra att uppfylla vid såväl Odenplan som Arenastaden. Därför kommer projektet rikta in sig på att försöka klara de riktvärden som är gällande för inomhusmiljön. Många av byggnaderna runt Odenplan har redan förstärka fönster på grund av det höga trafikbullret. Dessa fönster bedöms även på ett effektivt sätt skärma av byggbullret. 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.

Byggtransporter inom etableringsområden och från arbetstunnlarnas mynningar kommer att generera buller. Övriga arbetsmoment inom etableringsytorna bedöms inte generera störande buller. I princip alla massor kommer att transporteras ut via arbetstunnlarna i Tomtebodan och vid Dalvägen och eventuellt i Hagalund. Endast en mindre mängd massor kommer att tas ut från Odenplan.

Från Tomtebodan är det en kort väg förbi kontor och verksamheter innan transporterna når E4. Transporterna från arbetstunneln vid Dalvägen kommer troligtvis att gå norrut mot Enköpingsvägen via Evenemangsgatan, Råsta Strandväg och Sjövägen. De kommer därmed endast passera bostäder strax norr om tunnelmynningen. Risken för bullerstörning från masstransporter bedöms sammantaget vara liten.

5.2.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- En handlingsplan för buller kommer att tas fram.
- Ljudabsorberande bullerskärmar kommer, om möjligt, uppföras runt byggarbetsplatserna. Där det är möjligt kommer det även uppföras lokala bullerskärmar vid de mest störande källorna.
- Det kommer ställas krav på entreprenörer att använda den teknik som ger så liten bullerpåverkan som möjligt. För flera av ljudkällorna finns det tystare produkter, exempelvis borraraggregat i ljuddämpat utförande som avger uppemot 10 dB(A) lägre ljudnivåer.
- Förstärkning av byggnaderna mot buller, främst i form av fönsteråtgärder kommer att utredas. Detta kan minska risken för bullerstörning inomhus.
- De hushåll som får höga bullernivåer kommer att erbjudas tillfälligt boende/vistelse.
- Ett kontrollprogram för byggbuller kommer att tas fram.
- Boende och andra berörda kommer få kontinuerlig information om byggverksamheten. Undersökningar har visat att information till kringboende om den störande verksamheten gör att de tolererar störningarna bättre. Det gäller informationen om själva bygget samt när och hur länge olika arbeten ska pågå. Det kommer också finnas en kontaktperson som de som upplever sig störda kan vända sig till.

God samordning med kyrkan kan medföra minskade störningar under viktiga ceremonier.

5.3 Vibrationer

Faktaruta: Vibrationer

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.

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.

För att minimera risken för skador vidtas en rad försiktighetsmått. Det kommer att genomföras en riskanalys för byggnader inom 150 meter från tunnlar och för byggnader som finns i anslutning till jord- och bergschakter. Syftet med riskanalysen är att identifiera de byggnader som kräver särskilda åtgärder för att undvika skador orsakade av vibrationer.

Riktvärdet 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 särskilt varsam 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 5.7 *Kulturmiljö och stadsbild*.

Förutom byggnader krävs det även försiktighet vad gäller vibrationsalstrande byggarbeten i närheten av den Gröna tunnelbanan och Citybanan. På hela sträckan mellan Odenplan och Hagastaden krävs försiktig sprängning på grund av det korta avståndet till bebyggelse och Grön linje.

5.3.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

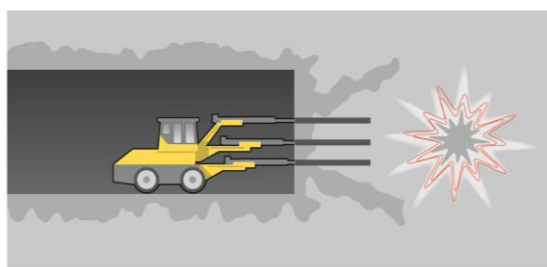
- Vid risk för skadliga vibrationer kommer det att genomföras så kallad *försiktig sprängning*.
- Vibrationsmätare kommer att monteras på de byggnader som riskerar att få höga vibrationsnivåer. Vibrationsmätaren mäter av storleken på vibrationen och läses av efter sprängning. Om vibrationsmätaren visar att sprängningen orsakat vibrationer över det riktvärde som satts för den aktuella byggnaden, kommer sprängsalvorna att minskas så att de fortsatta sprängningarna sker varsammare.

5.4 Luftkvalitet

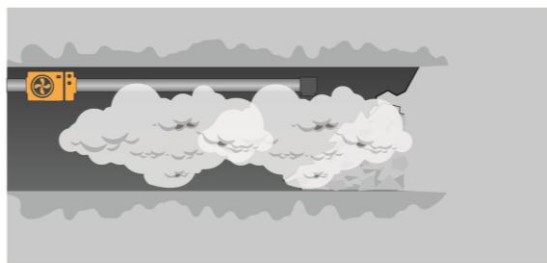
Miljökvalitetsnormer, MKN, för luft är gränsvärden för föroreningsnivåer som inte får överskridas i utomhusluften. I urban miljö är framförallt miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar relevanta att undersöka. Miljökvalitetsnormerna gäller inte inom arbetsområden men ska klaras utanför dessa.

5.4.1 Tunneldrivning

Tunneldrivning ger upphov till spränggaser (kolmonoxid och kväveoxider) samt kvävehaltigt damm. För att tunnelarbetena ska kunna utföras på ett för arbetsmiljön acceptabelt sätt krävs att tunnelarna ventileras, se Figur 12. Radon kan avgå från berg till luft i samband med tunneldrivning. Även denna gas kommer att vädras ut med ventilationen. Ventilation kommer att ske genom arbetstunnlar och/eller ventilationsschakt. Arbetstunnlarna kommer att förses med fläktar vid mynningarna som via ventilationstrummor leder ned friskluft samt trycker ut spränggaser, avgaser från fordon och radon.



Sprängning



Spränggasventilering

Figur 12. Illustration av spränggasventilering.

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 klara miljökvalitetsnormerna, vilket även är kravet enligt lagstiftningen. Därmed bedöms påverkan på hälsan vara godtagbar.

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. Även avståndet in i berget har betydelse. Studier tyder på att halterna av kvävedioxid ökar med avståndet.

Utvädning av spränggaser kan upplevas som störande om ventilationen mynnar i direkt anslutning till bostadsområden. Det enda stället utmed Gul linje där detta sker är vid Karlbergsvägen, strax väster om Odenplan. Aktuell tunnelmynning ligger i ett gaturum med begränsad utvädring. Det är

dock endast en kort sträcka av tunneln som sprängs ut från detta håll, från mynningen vid Karlbergsvägen och maximalt cirka 50 meter västerut, och endast små sprängsalvor kommer att användas. Utsläppen av spränggaser blir därmed små, varför störningarna bedöms bli begränsade.

Området kring tunnelmynningen vid Tomtebodan bedöms ha relativt god utvädring. Det finns inga bostäder i anslutning till tunnelmynningen, dock finns kontor på cirka 50 meters avstånd.

Från tunnelmynningen vid Dalvägen är avståndet till bostäder, skola och förskola cirka 60-100 meter. Höjdskillnaden mellan bebyggelsen och tunnelmynningen är dock stor och bebyggelsen ligger dessutom högre än tunnelmynningen. Ventilationsförhållandena på platsen är därför goda.

5.4.2 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 bedöms 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. Förebyggande åtgärder för att minimera damning är exempelvis befuktning vid torrt väder.

5.4.3 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Byggtrafiken bör planeras på ett sådant sätt att utsläppen av luftföroreningar minimeras.
- För att minimera utsläppen av luftföroreningar bör det 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, bör det genomföras åtgärder. Exempelvis kan den förorenade luften släppas ut på högre höjd.
- För att minska dammbildning bör arbetsområden, etableringsytor och massor bevattnas vid torr väderlek.

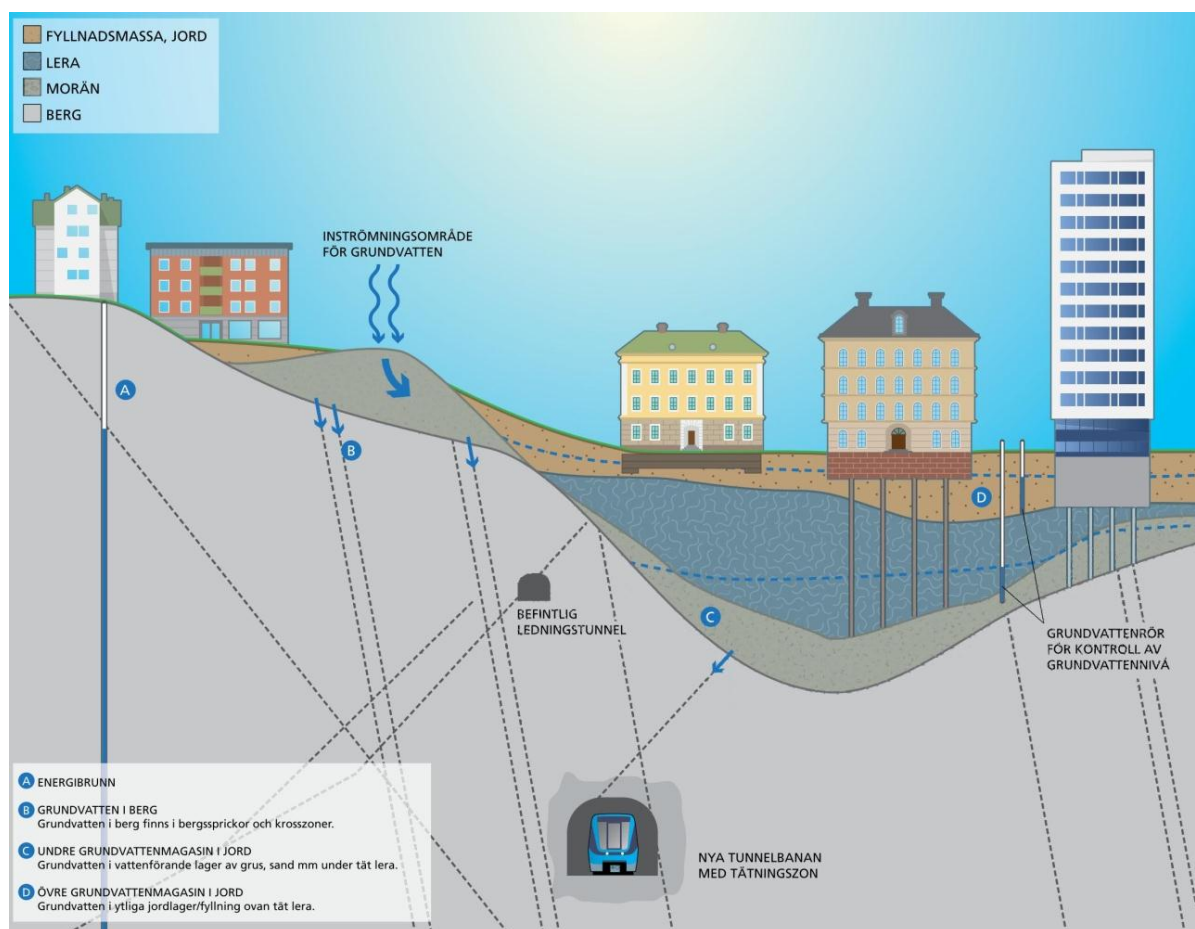
5.5 Vatten

5.5.1 Påverkan på grundvatten

Vid byggnation av tunnlar i berg finns det en risk att grundvatten läcker in vilket kan påverka grundvattennivån, se Figur 13. För att undvika negativa konsekvenser till följd av tunnelbyggande behövs därför åtgärder. Krav på åtgärder kommer att regleras i tillståndsansökan till vattenverk-samhet och därefter hanteras genom ett kontrollprogram.

För att begränsa volymen inläckande vatten till den nya tunnelbanan kommer berget runt tunnarna att tätas i samband med anläggandet. Tätningen kommer främst att utföras genom så kallad förinjektering med cementsuspension, vilket är en konventionell metod vid svenska tunnel

byggen. 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 3.3.

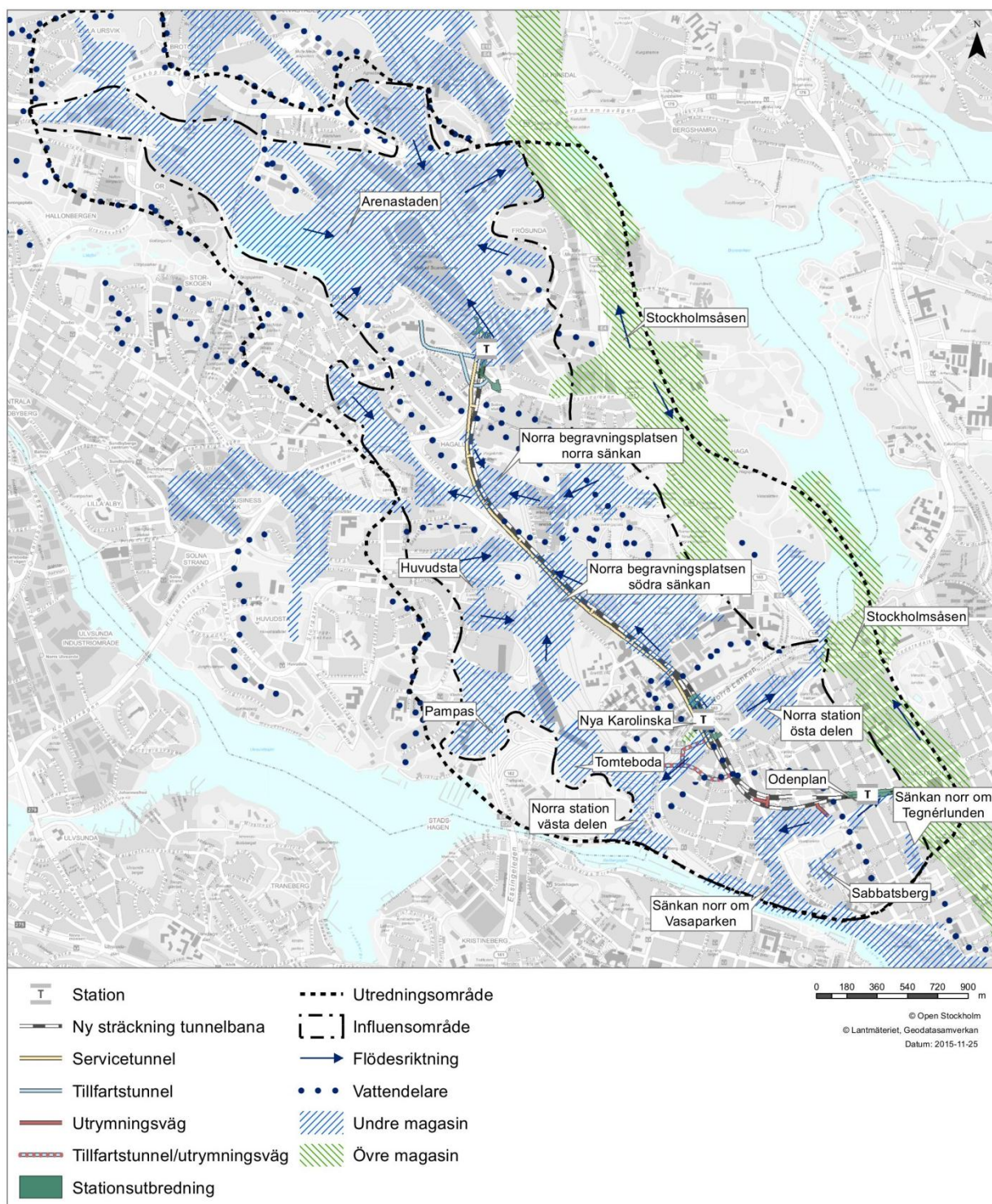


Figur 13. Tunnelbyggande och påverkan på grundvatten.

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 tätningssmedel. 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 resulterar i en grundvattensänkning om skyddsinfiltation inte används för att återställa grundvattennivån. Skyddsinfiltation innebär att vatten återförs till grundvattenmagasinet via infiltrationsbrunnar. Vid behov kommer det att utföras skyddsinfiltation 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 kan påverkas vid en grundvattennivåsänkning, förutsatt det inte genomförs några åtgärder, benämns *influensområdet*. Influensområdet för byggandet av Gul linje redovisas i Figur 14.



Figur 14. Grundvattenmagasin inom utredningsområdet. I figuren syns även gränsen för influensområdet.

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 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 såsom byggnader med sättningskänslig grundläggning, brunnar och objekt av natur- eller kulturmiljövärde. De objekt

som har bedömts kunna påverkas av förändringar i grundvattennivåer och andra förändringar till följd av förändringar i grundvattennivåer är:

- Sättningskänsliga områden och grundvattenberoende grundläggning.
- Brunnar för vatten- och energiförsörjning.
- Förändrad vattenkvalitet och spridning av föroreningar.
- Naturobjekt, kulturobjekt och fornlämningar. Detta beskrivs i avsnitt 5.6 och 5.7.

5.5.2 Sättningar

Inläckage av vatten i tunneln sänker grundvattennivån i bergets sprickor, vilket kan resultera i sänkt grundvattennivån i jordlagret ovanför berget. En sådan sänkning av grundvattennivån kan leda till att lera trycks ihop (konsolideras) på grund av en minskning av porttrycket i leran, vilket kan resultera i sättningar. Risk för sättningar finns främst inom sättningskänsliga lerområden inom influensområdet, men det är byggnadens 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.

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 (träpålar eller rustbäddar) 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.

5.5.3 Brunnar

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. Sker grundvattennivåsänkningen i områden med energibrunnar kan det resultera i minskat effektuttag.

De brunnar som finns inom tunnelbanans influensområde utgörs framförallt av energibrunnar, men privata brunnar och brunnar med okänd användning finns också. Av de cirka 400 identifierade brunnarna inom influensområdet ligger cirka 180 inom 100 meter från planerad spårtunnel. En bedömning av eventuell påverkan på varje enskild brunn kommer inte att kunna utföras i detta skede, eftersom varje brunn påverkas av enskilda vattenförande sprickor i berget. Eventuell påverkan på enskilda brunnar kommer att följas upp med mätningar.

5.5.4 Föroreningsspridning

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 förorenings typ och omfattning.

Jordprover med föroreningshalter över MKM (mindre känslig markanvändning) har påträffats i enstaka punkter utmed aktuell tunnelbanesträckning. De flesta jordprover har dock visat på halter under MKM.

Endast ett område med höga föroreningar i grundvattnet har hittills identifierats utmed sträckan. Det aktuella området ligger i höjd med den norra stationsentrén i Arenastaden och har kraftigt förhöjda koncentrationer av klorerade lösningsmedel. Hanteringen av länshållningsvatten i detta område kommer därför att kräva särskilda åtgärder under byggskedet.

5.5.5 Ytvatten

Det grundvatten som tränger in i tunnlar och schakt blandas med nederbörd och processvatten, se faktaruta i avsnitt 3.8 *Processvatten*. Om detta vatten förs orenat till ytvattendrag kan det medföra negativa konsekvenser för vattenmiljön.

5.5.6 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 tunnelarna att tätas i samband med anläggandet. Det samma gäller vid arbeten i jord.
- 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 borraras en ny brunn, den befintliga brunnen kan göras djupare eller så kan mediet för värmeöverföring bytas ut. Ett ytterligare alternativ kan vara att utge ersättning till brunnsägaren.
- Process- och länshållningsvatten kommer att pumpas till lokala reningsanläggningar och vidare till spillvattennätet eller till recipient. I reningsanläggningarna avskiljs sediment och olja och eventuellt genomförs pH-justering. Bortledning till recipient sker inte om det orsakar en oacceptabel föroreningsbelastning på mottagande vattenförekomst. Riktvärden för föroreningshalter bestäms tillsammans med tillsynsmyndighet.

Länshållningsvattnet i det område av Arenastaden där det finns höga halter av klorerade lösningsmedel kommer att hanteras separat.

5.6 Naturmiljö och rekreation

Träd och markvegetation på fast mark utnyttjar 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. Träd och markvegetation utnyttjar främst markvatten, och det bedöms som osannolikt att några naturvärden skulle skadas av en grundvattenpåverkan. Inga negativa konsekvenser på natur- och friluftsområden bedöms därför ske.

Byggandet av en ny station vid Odenplan innebär att alla träd på norra och nordvästra sidan av Gustaf Vasas kyrkotomt och träd i allén längs Karlbergsvägen norr om kyrkan behöver tas bort för att ge plats för ett öppet schakt. Träden på kyrkotomten har rekreativa värden, bland annat i form av att de ger skugga soliga dagar och att de bidrar till platsens upplevelsevärde. Odenplan och dess närområde innehåller till största delen hårdgjorda ytor. Kyrkotomten vid Gustaf Vasa kyrka är det enda området precis vid Odenplan som har stora träd som kan erbjuda skugga under varma dagar. Några träd kommer att finnas kvar på södra sidan av kyrkan, men en stor del av kyrkotomtens rekreativa värden försvinner under byggskedet.

Ett av de öppna schakt som krävs för byggandet av stationen i Hagastaden innebär att en del av de träd som finns invid Karolinska Institutets entré kommer behöva tas bort.

Vid Dalvägen, norr om Frösundaleden, planeras en arbetstunnel och en etableringsyta. Det område som tas i anspråk ligger i norra delen av den parkmiljö som löper längs med Dalvägen. Området hyser ett antal ekar och är en del av Solnas eklandskap. 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 rekreativt område.

Byggandet av arbetstunneln och anläggandet av etableringsytan innebär att två till tre av parkens ekar måste avverkas i samband med byggskedet. Vidare finns det en 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 påverkan på parkens naturvärden bedöms byggskedet även medföra negativa konsekvenser för parkens rekreativa värden. Dels kommer delar av parken att rent fysiskt tas i anspråk, dels kommer det rekreativa värdet på resterande ytor i parken att minska temporärt under byggskedet, framförallt på grund av buller från transporter.

Under byggskedet kan även regionala cykelstråk komma att påverkas, antingen genom att de temporärt måste göras smalare eller genom att de måste ledas om. De regionala stråk som kan påverkas är bland annat stråket förbi Odenplan, stråket längs med Solnavägen förbi Hagastaden samt stråket längs med Frösundaleden. Även lokala cykelstråk kan påverkas periodvis under byggskedet, bland annat cykelleden längs med Dalvägen.

5.6.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Möjligheten att flytta några av de stora träden till den södra delen av Gustaf Vasas kyrkotomt kommer utredas. I och med att det idag inte finns så många träd på den södra sidan av kyrkotomten kan de rekreativa värdena inom den södra delen därmed öka. Det kommer även uppföras en bullerskärm som avskärmar den södra delen av kyrkotomten.

- För att begränsa den negativa påverkan som byggskedet medför på regionala och lokala cykelstråk kommer tydlig skyltning om alternativa vägar sättas upp. Eftersom störningen kommer pågå under en längre period är det viktigt att alternativa vägar och skyltning håller en hög kvalitet.
- Träd inom arbetsområden och etableringsytor ska skyddas med stängsel. Denna inhängning bör helst omfatta området en meter utanför trädkronans linje. Vid större skador under byggskedet ska de ersättas.
- De träd som avverkas eller får stora skador under byggskedet kommer ersättas.

5.7 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 grundlagda på berg vilket innebär en lägre risk för skador.

Störst risk för påverkan från byggskedets aktiviteter bedöms finnas för Gustaf Vasa kyrka. Detta eftersom tunnelbanan kommer att anläggas i marken nära och under Gustaf Vasa kyrkas grundläggning. Många av inventarierna i kyrkan är mycket känsliga, exempelvis altarpuppen från 1700-talet. Buller och vibrationer bedöms dessutom påverka användandet Gustaf Vasa kyrka och dess kolumbarium under byggskedet. Kyrkans närmiljö påverkas även påtagligt under byggskedet eftersom marken närmast kyrkans nordvästra fasad grävs upp. Detta kommer i sin tur även att minska tillgängligheten till kyrkan under byggskedet.

På relativt stort avstånd från Gul linje finns Solna kyrka. Även denna kyrka hyser stora kulturhistoriska värden som är känsliga för vibrationer och därför behöver kyrkan övervakas under byggskedet.

Det välvda takets konstruktion i Odenplans tunnelbanestation består delvis av en kallmur. Murens konstruktion medger fuktvandring som minskar risken för fuktskador i anläggningen.

Risk för påverkan av vibrationer och grundvattennivåsänkningar under byggskedet gör att det inte kan uteslutas att kulturhistoriskt värdefull bebyggelse ovan och intill spårtunnlarna skadas i samband med byggskedet. Sänkning av grundvattnet kan även medföra negativa konsekvenser för kulturhistoriska lämningar.

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 upplevelsen av stadsbilden.

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 tillståndsansökan. 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.

5.7.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Ett åtgärdsprogram kommer att upprättas med instruktioner för hur kulturmiljön ska övervakas och kontrolleras under byggskedet. I ett åtgärdsprogram definieras åtgärder och löpande rutiner för kontroll anpassade till såväl enskilda byggnader som hela bebyggelsemiljöer. Fastigheter belägna inom 150 meter från spår kommer att inventeras och för varje byggnad tas ett riktvärde för vibrationer samt andra åtgärder fram.
- Vid eventuell injektering i kallmuren i Odenplans tunnelbanestation bör murens fuktgenomsläppliga funktion tas med i beräkningen. Detta för att valvet inte ska ta skada.
- Gustaf Vasa kyrkas entré mot Karlbergsvägen kommer att återställas efter byggskedet. Det samma gäller kyrkans järnstaket och granitsockel.

5.8 Olycksrisker

I detta avsnitt beskrivs översiktligt de risker som är förknippade med Gul linjes byggskede. För en utförligare beskrivning, se underlagsrapport *Olycksrisker*.

Vid bergarbeten finns det risk för att de samhällsviktiga verksamheter som finns utmed sträckan påverkas. Vid station Odenplan och väster om stationen finns det exempelvis risk för påverkan på Gröna linjen, vilket kommer att hanteras genom försiktigt berguttag och förstärkningsåtgärder. Grön linje kommer periodvis att stängas av vid kritiska arbetsmoment. För att känslig medicinsk utrustning i sjukhusområdet vid Hagastaden inte ska skadas av vibrationer kommer det att upprättas ett kontrollprogram för vibrationer. Vid tunneldrivning förbi Citybanan och under Värtabanan och E4 kan det komma att behövas förstärkningsarbeten i spårtunneln för Gul linje för att berörda anläggningar inte ska skadas under byggskedet. Utredning om detta pågår.

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, främst vid station Odenplan, eftersom det kommer vara mycket trångt vid arbetsområdet. Byggtransporter kommer att trängas med bussar, bilar och cyklister. Denna risk kommer att hanteras genom den trafikanordningsplan (TA-plan) som upprättas av entreprenören och genom att trafiken till viss del leds om. Även vid station Arenastaden kommer trafiksituation under byggskedet att vara mycket komplex, då det södra stationsläget kommer ligga under en cirkulationsplats på Frösundaleden.

Vid Arenastadens södra och norra stationsentréer kommer arbete att ske nära befintliga spår för Ostkustbanan, vilket både medför en påkörningsrisk för personal samt en risk för påverkan på befintliga spår.

Öppna schakt medför en risk för att trafikanter kör ner i dessa. Vid station Hagastaden och Arenastaden kommer öppet schakt dessutom ligga intill Solnavägen och Frösundaleden, vilka är sekundära transportleder för farligt gods. Entreprenören måste därför genomföra åtgärder 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 påverkas negativt. 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.

5.8.1 Så kommer projektet att arbeta för att minska skador och störningar

- Omfattande förstärkningsarbeten kommer att genomföras i de områden där berg-täckningen 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.

5.9 Klimatpåverkan

I Sverige släpptes det år 2013 ut 55,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter¹. Transportsektorn står för cirka en tredjedel av utsläppen varav vägtrafiken står för huvuddelen av utsläppen.² År 2012 svarade järnvägstrafiken för cirka två procent av de totala utsläppen av växthusgaser.³ År 2011 släpptes det ut fem miljoner ton koldioxidekvivalenter i Stockholms län, varav vägtrafiken stod för cirka 60 procent.⁴

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

¹ 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.

² Miljöportalens hemsida

³ Trafikverkets kunskapsunderlag och klimatscenario för energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan (publikation 2014:137)

⁴ Årsstatistik 2014 för Stockholms län och landsting.

underhåll) stå för knappt två tredjedelar av järnvägens utsläpp av växthusgaser och drygt en tredjedel av järnvägens energianvändning.⁵

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.

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.

5.9.1 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 systematiska arbetet med val av material. Planering av masshantering och byggtrafikens transporter är exempel på åtgärder som kan begränsa utsläppen ytterligare.

5.10 Sociala konsekvenser

En mer detaljerad beskrivning av sociala konsekvenser av projektet finns i *Social konsekvensbeskrivning. Tunnelbana från Odenplan till Arenastaden via Hagastaden*.

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 av det allmänna 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.

⁵ Samlat planeringsunderlag för energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan (Publikation 2012:152)

5.10.1 Odenplan

Byggskedet för station Odenplan innefattar bland annat två etableringsytor samt att gång-, cykel-, buss- och biltrafik behöver ledas om. Figur 15 visar lokaliseringen av etableringsytor och öppna schakt i förhållande till viktiga sociala servicefunktioner.



Figur 15. Lokalisering av etableringsytor, öppna schakt och viktiga sociala servicefunktioner vid Odenplan. LSS-boende är boende anpassat för personer med fysiska eller psykiska funktionsnedsättningar.

Det finns ett stort antal viktiga sociala servicefunktioner i närheten av Odenplan i form av förskolor och skolor men också sjukhus och vårdcentraler. Förskolor och skolor har ett stort upptagningsområde och vissa barn pendlar för att komma till och från skolan.⁶ Det finns begränsat med ytor för lek och rekreation på Norrmalm och de platser som finns, exempelvis Vasaparken, Observatorielunden och Vanadislunden, är av stor betydelse inte bara för enskilda barn utan också för skolorna och förskolorna.

Upptagningsområdet för sjukhus och vårdcentraler bedöms vara främst Norrmalm även om viss inpendling troligtvis sker, speciellt till sjukhus eller specialiserade kliniker.

Trafiken runt Odenplan kommer att påverkas under byggskedet, se avsnitt 4.1. Trafikmängderna kommer att öka på vissa gator och minska på andra gator. Trots att buss- och cykeltrafikens framkomlighet kommer att säkerställas kommer tillgängligheten till målpunkter i området såsom förskolor, skolor och vårdcentraler att försämrats under byggskedet. I synnerhet bedöms flödena i nord-sydlig riktning att påverkas. Detta på grund av att flera passager stängs av och att gång- och cykeltrafik hänvisas till omvägar runt de öppna schakten vid Odenplan eller till de tillfälliga passager som kommer att anordnas över Odenplan.

I synnerhet är det tillgängligheten för personer som har begränsningar i sin rörlighet som kommer påverkas, exempelvis de med en fysisk funktionsnedsättning (bland annat syn och rörelseförmåga), äldre personer och personer med tungt bagage (barnvagn eller resväskor). Barn som bor på ena sidan och har sin skola på andra sidan kommer också att påverkas negativt då deras resväg blir längre och/eller mer omständlig. Effekten är att dessa gruppers möjlighet att utnyttja de servicefunktioner som finns i området kommer begränsas under den tid som byggskedet pågår.

Den omflyttning av biltrafiken som förmodas ske innebär att flera gator där det ligger förskolor och skolor troligtvis kommer att få lägre trafikmängder, vilket är positivt. Det medför även att bullernivåerna minskar och att luftkvaliteten blir bättre. Det är också positivt för trafiksäkerheten på barnens resväg till och från skolan. Den effekten är dock osäker då trafikmängderna kan öka på en annan del av barnens resväg.

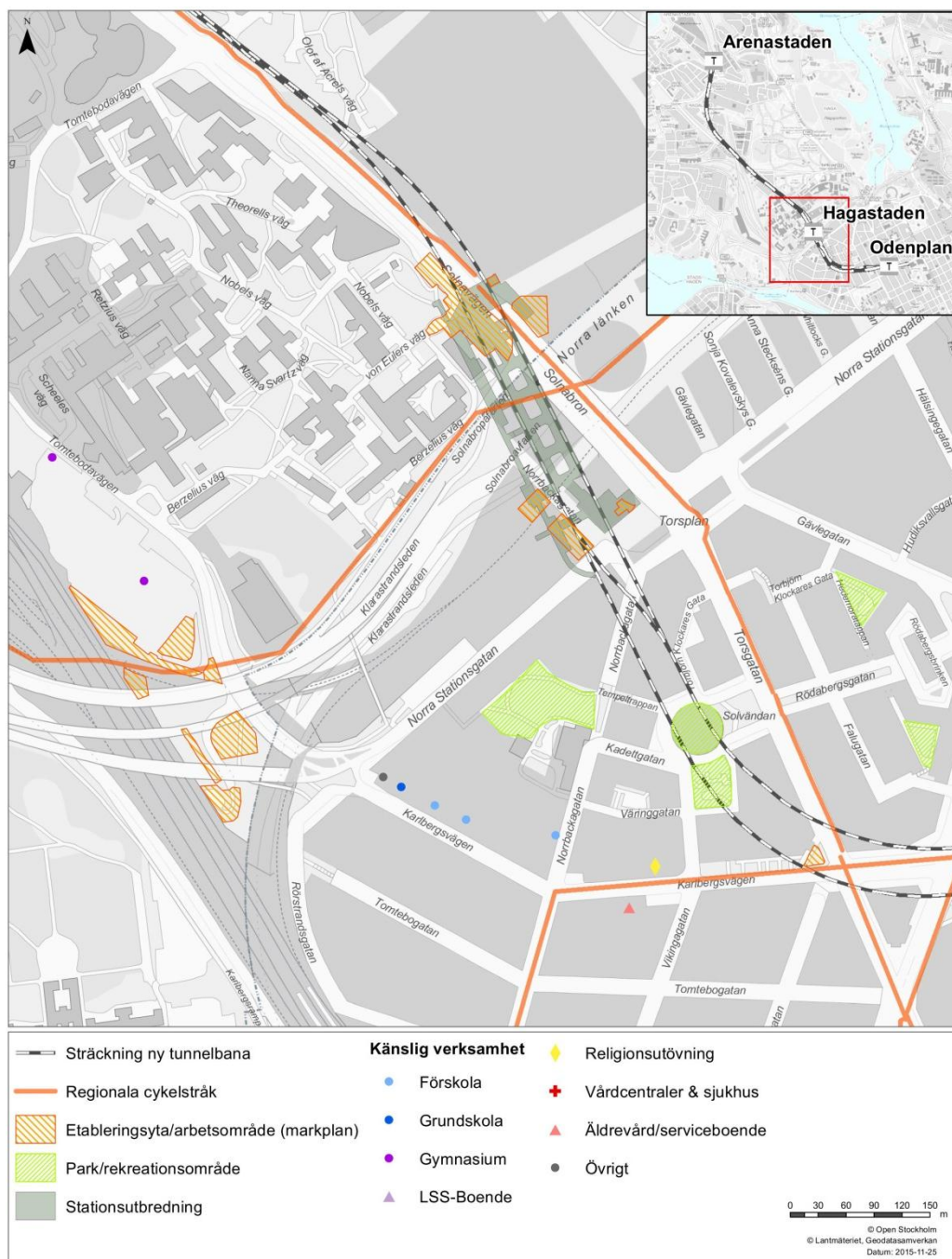
Såväl boende som flera förskolor, skolor, sjukhus och vårdcentraler kan komma att utsättas för stomljuds nivåer över inomhusriktvärdena, se avsnitt 5.1. Störningarna kommer att pågå under en längre period, exempelvis upp mot fem månader i kvarteret Snöklockan. Utöver tunneldrivning kommer också arbeten i markplan att bidra till höga bullernivåer.

Höga bullernivåer påverkar bland annat boendemiljön. Den viktigaste aspekten som kan påverkas är möjligheten till ostörd sömn. Riktvärdena som finns för buller säkerställer en god ljudmiljö nattetid. Dock finns det vissa arbeten som kräver sovtid på dagen, exempelvis arbeten med skift. För personer som behöver sova på dagen kan buller från byggskedet medföra sömnstörningar. Generellt har exponering för buller visat sig leda till flera olika negativa hälsoeffekter. Buller kan också påverka studiemiljön då höga bullernivåer har visat sig påverka koncentrations- och inlärningsförmågan negativt.

⁶ Citybanan i Stockholm. Pendeltågstunnel Tomtebodan. Stockholms södra. PM Barnkonsekvensanalys - Tillfartstunnel Odenplan.

5.10.2 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 16.



Figur 16. Lokalisering av etableringsytor, öppna schakt och viktiga sociala servicefunktioner vid station Hagastaden.

Karolinska Sjukhuset utgör en mycket viktig social servicefunktion i området. Utöver det finns få servicefunktioner i området idag, men Karolinska Institutet utgör en betydelsefull målpunkt. Två gymnasieskolor 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.

Längs med Solnavägen finns ett regionalt cykelstråk vilket kommer behöva ledas om. Buss- och biltrafik kommer också behöva ledas om. Hur detta påverkar tillgängligheten till Karolinska Institutet och Karolinska Sjukhuset är inte möjligt att bedöma utifrån de underlag som i dagsläget finns tillgängliga.

Den stomljudsberäkning som gjorts, se Figur 11, visar att byggskedet kan medföra störningar i Nya Karolinska Solna samt i bostäder, kontor och lokaler. Endast ett fåtal bostäder bedöms beröras.

5.10.3 Arenastaden

Byggskedet för station Arenastaden innebär bland annat att Frösundaleden delvis stängs av. Figur 17 visar lokaliseringen av öppna schakt, etableringsytor samt viktiga sociala servicefunktioner.

Det finns ett antal viktiga sociala servicefunktioner i området idag. I Vasalund, det vill säga området väster om station Arenastaden, finns tre förskolor, en grundskola och två gymnasium som ligger nära planerade etableringsytor. I Hagalund, söder om station Arenastaden, finns en vårdcentral, en förskola och en lokal för äldreboende/serviceboende.

Frösundaleden behöver stängas av för arbetena med den södra biljetthallen och det kommer att påverka trafiken. Ett förslag till omledning av trafiken i tre etapper har tagits fram och är under utredning. Utifrån detta förslag leds busstrafiken mellan Frösundaleden och Råsundavägen om via Norra vägen och Klövervägen, två små gator i sydöstra Vasalund i hörnet mot etableringsytan och öppna schaktet för södra biljetthallen, se Figur 17. Detta förslag innebär att busstrafiken kommer att gå väldigt nära två förskolor och en grundskola. Det innebär försämrad säkerhet för barn som ska till och från skolan.

Ovan nämnda förslag till trafikomläggning påverkar även framkomligheten på det regionala cykelstråket längs med Frösundaleden. Inom ramen för projektet kommer det dock att anordnas en tillfällig gång- och cykelbro över spårområdet mellan Frösundaleden och Hagalund som säkerställer cykelstråkets funktion under byggskedet.

Den etableringsyta och det tunnelpåslag som kommer att finnas vid Dalvägen ligger cirka 50 meter från en förskola. Verksamheten vid etableringsytan bedöms dock inte medföra någon betydande påverkan på förskolans verksamhet. Detta dels på grund av höjdskillanden mellan de två verksamheterna och dels då den mellanliggande vegetationen bedöms skapa en effektiv avskärmning.

Den stomljudsberäkning som gjorts, se Figur 11, visar att förskolorna, skolan och gymnasierna i Vasalund kan komma att utsättas för stomljudsnivåer som överskrider riktvärdena. Utöver dessa bedöms även ett antal förskolor i Hagalunds västra del, vid Västra vägen och Solgatan, kunna utsättas för stomljud över riktvärdena. Även byggbuller från arbetsområdena för de två stationsentréerna kommer periodvis medföra höga. Byggskedet bedöms därför kunna medföra stora störningar i undervisningslokaler, kontor samt i närliggande bostäder.



Figur 17. Lokalisering av etableringsytor, öppna schakt och viktiga sociala servicefunktioner vid station Arenastaden.

5.10.5 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 möjlig lösning är att skolor och förskolor evakueras under den tid de störande arbetena pågår. En annan lösning kan vara att förlägga störande arbeten under tidpunkter då verksamheten vid förskolorna och skolorna är som lägst. Evakuering är sannolikt inte en realistisk åtgärd för NKS varför begränsningar vad gäller arbetstiden för bullrande arbeten kan komma att krävas.
- De hushåll som får höga stomljuds nivåer kommer att erbjudas tillfälligt boende/vistelse. Dialog och kommunikation med de som kan beröras är också viktigt.
- En utredning för att se om det finns alternativa förslag för omledningen av busstrafiken mellan Frösundaleden och Råsundavägen, som innebär att busstrafiken till Vasalund inte går direkt utanför grundskolan och förskolorna, kommer att göras i det fortsatta utredningsarbetet. Om busstrafiken likväl leds om via Norra vägen och Klövervägen, bör skolgården skärmas av mot Klövervägen med exempelvis bullerskärm och grinden bör flyttas.
- 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.

6 Underlagsmaterial och källor

Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser. Naturvårdsverkets författningssamling, NFS 2004:15.

PM Alternativa produktionsmetoder nytt plattformsrum Odenplan. Arbetsmaterial, 2014-12-19 Reviderad 2015-03-27.

Citybanan i Stockholm. Pendeltågstunnel Tomtebodan. Stockholms södra. PM Barnkonsekvensanalys - Tillfartstunnel Odenplan. Banverket, 2005-10-07.

Social konsekvensbeskrivning. Tunnelbana från Odenplan till Arenastaden via Hagastaden. Förvaltning för utbyggd tunnelbanan, granskningsversion 2015-10-12.

Trafikverkets kunskapsunderlag och klimatscenario för energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan, publikation 2014:137.

Träd vid Gustav Vasa kyrka Tunnelbana Odenplan – Arenastaden. Konsekvensbedömning gällande påverkan av befintliga trädets framtida vitalitet och status vid olika produktionsmetoder vid byggande av nytt plattformsutrymme vid Odenplan. Förvaltning för utbyggd tunnelbanan, 2015-05-11.

Trädvärdering vid Gustav Vasa Kyrka, Odenplan. Svartsjö trädkonsult och Örjan Stål, VIÖS AB, 015-04-13.

Underlagsrapport olycksrisker. Tunnelbana till Arenastaden vid Hagastaden. Samrådshandling 2015-11-26.

Årsstatistik 2014 för Stockholms län och landsting.

Digitala källor:

Statistik årsmedelvärden PM₁₀ Stockholm. 2015-06-24. Naturvårdsverkets 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/>

